

---

# ATLAS

de las praderas marinas  
de España

---



---

# ATLAS

de las praderas marinas  
de España

---

---

# ATLAS

de las praderas marinas  
de España

---

Ruiz, J. M.  
Guillén, J. E.  
Ramos Segura, A.  
Otero, M. M.

España, 2015



Atlas de las praderas marinas de España.  
IEO/IEL/UICN

Ruiz, J. M.  
Guillén, J. E.,  
Ramos Segura, A.  
Otero, M. M.

Primera edición. España, 2015.

Depósito legal: A964-2015

Diseño y maquetación:

Estudio GDP  
Molinero Lozano, V. F.  
Iborra Giner, E.  
Gracia Terol, F.

Adecuación para impresión

Factor Ñ

Impresión:

Solprint, Mijas (Málaga), España

Fotografías de cubiertas

De izquierda a derecha:

*Posidonia oceanica*. Fotografía: Javier Ferrer.

*Cymodocea nodosa*. Fotografía: Javier Murcia

*Zostera noltii*. Fotografía: Alex Lorente-SUBMON

*Zostera marina*. Fotografía: Pepe Elías Cabrera

*Halophila decipiens*. Fotografía: Rogelio Herrera

Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España (CC BY-NC-ND 3.0 ES)



**Esta obra debe citarse como:**

Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A. & Otero, M.M. (Eds.). 2015. *Atlas de las praderas marinas de España*. IEO/IEL/ UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 681 pp.

**Los capítulos deben citarse, por ejemplo como:**

Romero, J., Pérez, M., Alcoverro, T., de Torres, M., Manzanera, M. & Allué, R. 2015. Praderas de angiospermas marinas de Cataluña. En: Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A. & Otero, M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga: 121-177 pp.

**Un apartado de capítulo (incluyendo los cuadros temáticos) debe citarse, por ejemplo como:**

Pérez, M., Díaz, E. & Ruiz, J.M. 2015. Las praderas marinas de España: una visión general. Las angiospermas marinas. En: Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A. & Otero, M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga: 37-53 pp.

Cacabelos, E., Quintas, P., Troncoso, J.S., Bárbara, I., García, V., Cremades, J., Garmendia, J.M., Puente, A., Recio, M. & Ondiviela, B. 2015. Las praderas marinas de España: una visión general. La biodiversidad de las praderas españolas: Atlántico norte. En: Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A. & Otero, M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga: 87-91 pp.

# Entidades participantes

## Cataluña

*Universtat de Barcelona.  
Departament d'Ecologia,  
Facultat de Biologia.*



*Centre d'Estudis Avançats  
de Blanes (CSIC).*



*Agència Catalana de  
l'Aigua, Departament de  
Territori i Sostenibilitat.  
Generalitat de Catalunya.*



*Direcció General de Pesca  
i Afers Maritims. Direcció  
General del Medi Natural y  
Biodiversitat. Generalitat de  
Catalunya*

## Islas Baleares

*Asociación Tursiops.*



*Govern de les Illes Ba-  
lears. Direcció General de  
Medi Rural i Marí.*

*Institut Mediterrani  
d'Estudis Avançats (IME-  
DEA-CSICUIB). Departament  
d'Investigació del  
Canvi Global.*



*Observatori Socioam-  
biental de Menorca (OB-  
SAM). Institut Menorquí  
d'Estudis (IME). Consell  
Insular de Menorca.*

## Comunidad Valenciana

*Universidad de Alicante.  
Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada.*



*Instituto de Ecología Litoral.*

*Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Generalitat Valenciana.*



*Diputación Provincial de Alicante.*

## Región de Murcia

*Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Murcia, Grupo de Ecología de Angiospermas Marinas (GEAM).*



*Comunidad Autónoma Región de Murcia, Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente.*

## Andalucía

*Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA), Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía.*



*Universidad de Cádiz. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Departamento de Biología, grupo de investigación Estructura y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos (EDEA).*

*Proyecto LIFE+ Posidonia Andalucía. Coordinado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.*



*Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Centro de Cooperación del Mediterráneo (UICN-Med).*

## Territorios transfretanos

*Organismo Autónomo  
Parques Nacionales.*



*CA Ceuta. Consejería de  
Medio Ambiente, OBIMA-  
SA.*

Ciudad Autónoma de Ceuta

*SOLDECOCOS, Sociedad  
para el Desarrollo de las  
Comunidades Costeras.*



## Canarias

*ECOS Estudios  
Ambientales y  
Oceanografía S.L.*



*Viceconsejería de Medio  
Ambiente. Gobierno de  
Canarias.*

*Universidad de Las  
Palmas de Gran Canaria.  
Departamento de Biología.  
BIOCON-ECOQUA.*



## Galicia

*Universidade dos  
Açores. Departamento  
de Biología, Centro de  
Ecología, Evolução e  
Alterações Ambientais  
(cE3c).*



Universidade de Vigo

*Universidad de Vigo.  
Departamento de  
Ecología y Biología  
Animal, Departamento  
de Biología Vegetal y  
Ciencias del Suelo.*

*Universidad de Santiago  
de Compostela.  
Facultad de Farmacia,  
Departamento de  
Botánica.*



*Universidad de A Co-  
ruña. Departamento de  
Biología Animal, Biología  
Vegetal y Ecología.*

## Asturias

*Jardín Botánico Atlántico de Gijón.*



Universidad de Oviedo

*Universidad de Oviedo.  
Departamento de Biología  
de Organismos y Sistemas.*

*Principado de Asturias.  
Consejería de Agroganadería  
y Recursos Autóctonos.  
Dirección General de  
Recursos Naturales.*



## Cantabria

*Instituto de Hidráulica  
Ambiental de la  
Universidad de Cantabria  
(IH).*



*Gobierno de Cantabria.  
Museo Marítimo del  
Cantábrico (MMC).*

## País Vasco

*AZTI Tecnalia, Unidad de  
Investigación Marina.*



## Con la colaboración de:

*Fundación Biodiversidad  
del Ministerio de  
Agricultura, Alimentación  
y Medio Ambiente.*



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE



Fundación Biodiversidad

*Fundación MAVA.*



# Agradecimientos

Los editores agradecen muy especialmente a todas aquellas personas cuya dedicación, entusiasmo, profesionalidad y paciencia han hecho posible la publicación de este *Atlas de las praderas de angiospermas marinas de España*. Queremos dar la enhorabuena a los 89 científicos, expertos, técnicos y gestores procedentes de todas las Comunidades Autónomas costeras e insulares de España que han contribuido a que esta obra se materialice con unos contenidos excelentes y actualizados de acuerdo al conocimiento disponible. Su participación y aportación ha sido para nosotros la mejor motivación y recompensa de este laborioso proyecto y, en consecuencia, nuestro más sincero agradecimiento y admiración por el trabajo realizado, su máxima disposición y su participación desinteresada.

Los editores agradecen por supuesto a sus respectivas organizaciones, el Instituto de Ecología Litoral (IEL), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO) por el apoyo recibido para la realización de este proyecto, así como a la Fundación Biodiversidad por la financiación de estos trabajos. Igualmente agradecemos el apoyo inicial al proyecto de las siguientes entidades: Direcciones Generales de Ganadería y Pesca y de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Departamento de mejora y control de los ecosistemas acuáticos de la Agencia Catalana del Agua, Dirección General de Pesca y Asuntos Marítimos de la Generalitat de Cataluña, Dirección General de Gestión del Medio Natural de la Junta de Andalucía, Dirección General del Medio Rural y Marino del Gobierno de las Illes Balears, OCEANA, Dirección

General de Biodiversidad y Participación Ambiental del País Vasco, Dirección General de Protección de la Naturaleza del Gobierno de Canarias, Dirección General del Medio Natural de la Generalitat Valenciana, Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada de la Universidad de Alicante, Dirección General de Conservación de la Naturaleza de la Xunta de Galicia, ECOS Estudios Ambientales y Oceanografía y al Ministerio de Agricultura, Agua y Medio Ambiente (MAGRAMA), especialmente a su División para la Protección del Mar de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente.

Esta primera edición del Atlas destaca no solo por el rigor y valor de sus contenidos, sino también por su valor estético y visual, alcanzado gracias a la profesionalidad de un equipo de diseñadores formado por Víctor Molinero, Paco Gracia y Eduardo Iborra, gracias también a la Fundación MAVA por el apoyo en la edición e impresión. El éxito visual de esta publicación debe ser compartido con la colaboración, también altruista y desinteresada, de auténticos entusiastas de la fotografía submarina cuyas aportaciones no solo han elevado el nivel estético de la obra, sino que además tienen un importante valor documental. En este sentido quisiéramos destacar y agradecer especialmente las aportaciones de un importante elenco de colaboradores externos: Javier Ferrer, Javier Murcia, César Cachón, Jose Luis Alcaide, Manu San Félix, Carlos Hernández González, Rafael Mesa, Arturo Boyra, Ricardo Bermejo, Pablo Marina, Serge Gofás, Jose Antonio Reina Hervás, Toni Sánchez Déniz, Lina Fernández, Álex Lorente, Felio Lozano, J. Izquierdo Jordá, J. Díaz, Manuel E. Garci, J. Martínez Vidal y Rafael Mesa. Por otro lado, son muchos

los autores que han participado en la redacción de los capítulos los que han aportado también abundante material fotográfico, gracias al cual ha sido posible ilustrar y documentar muchos aspectos y detalles de los contenidos de cada capítulo. Nos referimos a Fernando Espino, Ignacio Bárbara, AZTI-Tecnalia, Jesus S. Troncoso, Kike Ballesteros, Rogelio Herrera, Agustín Barrajón, Diego Moreno, Jose L. Rueda, Víctor M. Vázquez, Bárbara Ondiviela, María Recio, Fernando Brun, Javier Romero, Marta Pérez, Yolanda Fernández Torquemada, Santiago Jiménez, Maite Vázquez Luis, Manuel Ruiz de la Rosa, Javier Zapata y alguno de nosotros. Por último agradecer las aportaciones, más puntuales pero de gran valor documental, de dos excelentes fotógrafos de la naturaleza terrestre, Jose Luis Villaescusa y Julio Más Hernández.

Los Editores queremos también agradecer la implicación de algunos de los autores en las interminables tareas de revisión, e incluso redacción, de las diferentes partes y aspectos del Atlas, como Javier Romero, Eva Cacabelos o Kike Ballesteros, quienes nos han facilitado y aliviado la considerable carga de trabajo que este proyecto nos ha ocasionado. Igualmente agradecidos estamos al apoyo de la Infraestructura de Datos Espaciales del IEO y su responsable, Olvido Tello Antón, cuyo apoyo y asesoramiento ha sido fundamental para la correcta elaboración del material cartográfico y la edición final de los mapas.

# Índice

<b>A. Prólogos .....</b>	<b>16</b>
Pablo Saavedra Inaraja, Eduardo Balguerías Guerra, Gabriel Soler Capdepon, Antonio Troya y C. den Hartog	
<b>B. Presentación .....</b>	<b>24</b>
Juan M. Ruiz, Juan E. Guillén Nieto, María del Mar Otero y Aránzazu Ramos Segura	
<b>C. Las praderas marinas de España: una visión general .....</b>	<b>35</b>
<b>Las angiospermas marinas .....</b>	<b>37</b>
Marta Pérez, Elena Díaz y Juan M. Ruiz	
<b>Ecología y extensión de las praderas marinas .....</b>	<b>54</b>
Juan M. Ruiz, Aránzazu Ramos y Olvido Tello	
<b>El valor de las praderas de angiospermas marinas .....</b>	<b>64</b>
Miguel Ángel Mateo Mínguez	
<b>Causas del deterioro y pérdida de praderas marinas en España: el impacto del hombre .....</b>	<b>70</b>
J.L. Sánchez Lizaso, Juan M. Ruiz y Jaime Bernardeau Esteller	
<b>Gestión y conservación .....</b>	<b>80</b>
Juan Guillén y María del Mar Otero	
<b>Cuadro temático 1: La biodiversidad de las praderas españolas .....</b>	<b>86</b>
<b>Atlántico norte .....</b>	<b>87</b>
Eva Cacabelos, Patricia Quintas, Jesús S. Troncoso, Ignacio Bárbara, Verónica García, Javier Cremades, Joxe Mikel Garmendia, Araceli Puente, María Recio y Bárbara Ondiviela	
<b>Atlántico sur peninsular y mar de Alborán .....</b>	<b>91</b>
José L. Rueda, Javier Urrea y Ángel Mateo Ramírez	
<b>Mar Mediterráneo .....</b>	<b>99</b>
Enric Ballesteros y José Templado	
<b>Islas Canarias .....</b>	<b>111</b>
Fernando Tuya y Fernando Espino	

## D. Praderas de angiospermas marinas..... 120

### I Cataluña..... 121

Javier Romero, Marta Pérez, Teresa Alcoverro, Mariona de Torres, Marta Manzanera y Rosario Allué

Descripción general del área..... 123

Ecología y extensión de las praderas marinas..... 126

Presiones y amenazas ..... 132

Estado y tendencias..... 140

Cuadro temático 1. Cartografía y seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* de las Islas Medes ..... 142

Cuadro temático 2. Distribución y abundancia de *Cymodocea nodosa* en las bahías del delta del Ebro..... 146

Gestión y Conservación ..... 150

Futuras direcciones ..... 152

Cartografías..... 155

Norte de Girona

Sur de Girona

Sur de Girona (La Selva) y norte de Barcelona

Sur de Barcelona

Norte de Tarragona

Sur de Tarragona

### II Islas Baleares..... 179

E. Álvarez, A.M. Grau, N. Marbà y D. Carreras

Descripción general del área..... 181

Ecología y extensión de las praderas marinas..... 182

Presiones y amenazas ..... 192

Cuadro temático 1. La bahía de Palma caso paradigmático del impacto de la actividad humana en la pradera de *Posidonia oceanica*..... 198

Estado y tendencias..... 200

Gestión y Conservación ..... 202

Futuras direcciones ..... 206

Cartografías..... 209

Ibiza y Formentera

Mallorca

Menorca

## III

**Comunidad Valenciana** ..... 221

J.E. Guillén, J.L. Sánchez Lizaso, Y. Fernández Torquemada, A. Triviño, S. Jiménez, J. Martínez,  
D. Gras y G. Soler

Descripción general del área.....	223
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	224
Presiones y amenazas.....	236
Cuadro temático 1. Impactos de la pesca de arrastre sobre las praderas de <i>Posidonia oceanica</i> en la provincia de Alicante, y su protección y recuperación mediante arrecifes antiarrastre.....	240
Estado y tendencias.....	244
Gestión y Conservación.....	248
Futuras direcciones.....	250
Cartografías.....	253
Norte de Castellón	
Sur de Castellón	
Norte de Valencia	
Sur de Valencia	
Norte de Alicante	
Sur de Alicante	

## IV

**Murcia** ..... 267

Juan M. Ruiz, Lázaro Marín Guirao, Aránzazu Ramos Segura, Rocío García Muñoz, Emilio María-Dolores Pedrero, Juana Guirao, Francisca Baraza, Antonio López Hernández, Carlos José García Alonso

Descripción general del área.....	269
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	272
Cuadro temático 1. El Mar Menor.....	278
L. Marín Guirao, M.D. Belando, R. García Muñoz, A. Ramos Segura y J.M. Ruiz	
Presiones y amenazas.....	284
Cuadro temático 2. Impactos del fondeo sobre la pradera de <i>Posidonia oceanica</i> .....	288
Estado y tendencias.....	292
Gestión y Conservación.....	296
Futuras direcciones.....	300
Cartografías.....	305
Nordeste de la Región de Murcia (Mar Menor)	
Sudoeste de la Región de Murcia	

## V

**Andalucía** ..... 313

M<sup>a</sup> Carmen Arroyo, Agustín Barraón, Fernando G. Brun, Fernando del Castillo, Julio De la Rosa, Elena Díaz Almela, Manuel Fernández Casado, Ignacio Hernández, Diego Moreno, José Lucas Pérez-Lloréns, María del Mar Otero, José Miguel Remón, Juan José Vergara y María Soledad Vivas

Descripción general del área.....	315
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	318
Cuadro temático 1. Praderas marinas en la bahía de Cádiz.....	328

Cuadro temático 2. Praderas marinas en Granada.....	329
<b>Presiones y amenazas .....</b>	<b>332</b>
Cuadro temático 3. Praderas marinas en el Paraje Natural de los Acanilados de Maro-Cerro Gordo.....	338
Cuadro temático 4. Levante almeriense .....	341
Cuadro temático 5. Cabo de Gata.....	343
Cuadro temático 6. Arrecife barrera de posidonia, Bajos de Roquetas .....	345
<b>Estado y tendencias.....</b>	<b>348</b>
<b>Gestión y Conservación .....</b>	<b>356</b>
<b>Futuras direcciones .....</b>	<b>358</b>
<b>Cartografías.....</b>	<b>361</b>
Este de Almería	
Almería-Cabo de Gata	
Oeste de Almería	
Granada	
Este de Málaga (Nerja-Málaga)	
Málaga-Mijas	
Oeste de Málaga y nordeste de Cádiz (Marbella-La Línea de la Concepción)	
Cádiz (bahía de Algeciras)	
Cádiz (bahía de Cádiz)	
Este de Huelva (Doñana)	
Oeste de Huelva	

## VI

**Territorios transfretanos .....** 399

F. Javier Zapata, F. Javier Martínez Medina, Ángel Orozco Rodríguez, Juan José Villalón Arias y Jaime Bernardeau Esteller

Descripción general del área.....	401
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	404
Presiones y amenazas .....	408
Estado y tendencias.....	410
Gestión y Conservación .....	412
Futuras direcciones .....	414
<b>Cartografías.....</b>	<b>417</b>
Islas Chafarinas	

## VII

**Islas Canarias.....** 423

Manuel Ruiz de la Rosa, Fernando Tuya, Rogelio Herrera, Leopoldo Moro Abad, Fernando Espino, Ricardo Haroun y Pablo Manen

Descripción general del área.....	425
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	428
Cuadro temático 1. El papel de las praderas de <i>Cymodocea nodosa</i> como zona de alevinaje.....	430
Cuadro temático 2. Status actual de <i>Zostera noltii</i> , un caso crítico .....	440
<b>Presiones y amenazas .....</b>	<b>446</b>
Cuadro temático 3. Incidencia de las grandes infraestructuras costeras sobre los	

sebadales: el nuevo puerto de Arinaga como caso paradigmático .....	450
Estado y tendencias.....	456
Gestión y Conservación .....	458
Futuras direcciones .....	462
Cartografías .....	465
El Hierro	
La Palma	
La Gomera	
Tenerife	
Gran Canaria	
Lanzarote	
Fuerteventura	

## **VIII** Galicia ..... 489

Eva Cacabelos, Patricia Quintas, Jesús S. Troncoso, José Sánchez, Javier Amigo, Inmaculada Romero, Verónica García, Javier Cremades e Ignacio Bárbara

Descripción general del área.....	491
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	492
Cuadro temático 1. Situación de las praderas de <i>Zostera</i> spp. de O Grove (ría de Arousa) .....	496
Presiones y amenazas .....	498
Cuadro temático 2. Evolución de las praderas en la ría de Pontevedra en los últimos 50 años.....	499
Estado y tendencias.....	502
Gestión y Conservación .....	504
Futuras direcciones .....	506
Cartografías .....	509
Sur de Pontevedra	
Norte de Pontevedra	
Oeste de A Coruña (Fisterra y ría de Muros e Noia)	
Oeste de A Coruña (ría de Camariñas y ría de Corme e Laxe)	
Noroeste de A Coruña	
Norte de A Coruña	
Lugo	

## **IX** Asturias ..... 531

Álvaro Bueno Sánchez, José Antonio Fernández Prieto, Paloma Peón Torre, Susana García Díaz, Teresa Sánchez Corominas y Víctor M. Vázquez

Descripción general del área.....	533
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	538
Presiones y amenazas .....	542
Gestión y Conservación .....	546
Cartografías .....	549
Oeste de Asturias (de ría del Eo a cabo Busto)	

Oeste de Asturias (de cabo Busto a ría de Avilés)  
Este de Asturias (de cabo Peñas a ría de Villaviciosa)  
Este de Asturias (de ría de Ribadesella a ría de Tina Mayor)

## X

### Cantabria..... 567

Bárbara Ondiviela, Gerardo García-Castrillo, María Recio, Araceli Puente y José A. Juanes

Descripción general del área.....	569
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	570
Cuadro temático 1. Evolución de las angiospermas marinas en la bahía de Santander .....	574
Presiones y amenazas .....	576
Estado y tendencias.....	578
Gestión y Conservación .....	580
Futuras direcciones .....	582
Cartografías.....	585
Oeste de Cantabria	
Este de Cantabria	

## XI

### País Vasco ..... 595

Joxe Mikel Garmendia, Guillem Chust, Mireia Valle, Ángel Borja y Javier Franco

Descripción general del área.....	597
Ecología y extensión de las praderas marinas.....	598
Presiones y amenazas .....	604
Estado y tendencias.....	608
Gestión y Conservación .....	612
Futuras direcciones .....	614
Cartografías.....	617
Vizcaya	
Guipúzcoa	

E. Referencias bibliográficas .....	625
-------------------------------------	-----

F. Glosario.....	672
------------------	-----

# Prólogos

## **Pablo Saavedra Inaraja**

Secretario de Estado de Medio Ambiente  
Ministerio de Agricultura, Alimentación y  
Medio Ambiente.

Quienes tenemos la responsabilidad de proteger y gestionar el medio ambiente marino en España, somos muy conscientes de la importancia de las praderas marinas. Estos hábitats marinos se encuentran presentes en casi todas las zonas costeras del territorio nacional, y su conservación es fundamental no sólo para el funcionamiento del ecosistema, sino también para la sostenibilidad de actividades socio-económicas tan importantes como la pesca, la acuicultura o el turismo.

Por esta razón las praderas marinas han ocupado, y ocupan, un lugar muy relevante en las acciones y políticas que desde la Secretaría de Estado de Medio Ambiente hemos impulsado y desarrollado para la protección de los ecosistemas marinos, a través de la División para la Protección del Mar.

Las praderas marinas están reconocidas como hábitats prioritarios y de importancia comunitaria de la Directiva de Hábitats. Y, de hecho, muchas de las áreas marinas que conforman la Red Natura 2000 marina española, han sido declaradas como tales gracias a la presencia de praderas marinas.

Las praderas de angiospermas marinas son excelentes bioindicadores de la calidad de las aguas, y junto con las macroalgas y los invertebrados bentónicos, son los elementos del eco-

sistema marino costero empleados para la determinación del estado ecológico de las masas de agua costeras, de acuerdo con la Directiva Marco del Agua.

En lo que respecta a la aplicación de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina, las praderas marinas han sido identificadas como elementos relevantes para la determinación del buen estado ambiental de las cinco demarcaciones marinas españolas, al aportar información clave para evaluar el estado de la biodiversidad, la eutrofización o la integridad del fondo marino.

Las praderas marinas son hábitats vulnerables que desempeñan un papel crucial en el balance del carbono global y, por tanto, en la capacidad de adaptación del ecosistema marino a los futuros escenarios del cambio climático. Por lo que el conocimiento preciso de su distribución es fundamental para protegerlas, para facilitar la evaluación de proyectos y actividades susceptibles de generar impacto sobre ellas, y para la elaboración de programas de seguimiento.

El complejo trabajo realizado es el fruto del esfuerzo conjunto de científicos, técnicos, gestores y organizaciones no gubernamentales, que durante muchos años han centrado su empeño en el estudio y conservación de estos hábitats en nuestro país.

Este *"Atlas de praderas marinas de España"* es una obra necesaria. Y muy oportuna, ya que ve la luz en un momento en que la información cartográfica de los hábitats marinos es muy demandada para la aplicación de las Directivas, y para la elaboración y actualización del Inventario Es-

pañol de Hábitats y Especies Marinos, en el cumplimiento de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

Se convertirá, sin duda, en una pieza significativa para la conservación de las praderas marinas en España: una herramienta de trabajo útil en todos los ámbitos de la gestión de la biodiversidad y los recursos marinos.

Madrid, 12 de noviembre de 2015

**Eduardo Balguerías Guerra**

Director, Instituto Español de Oceanografía.

**Gabriel Soler Capdepon**

Director, Instituto de Ecología Litoral.

**Antonio Troya**

Director, Centro de Cooperación para el Mediterráneo, IUCN.

Las praderas de angiospermas marinas son nuestros bosques del mar. Son casi una constante de los ecosistemas marinos costeros del litoral español, razón por la cual la necesidad de su estudio y cartografiado está más que justificada. Pero además, la necesidad de su conservación debe estar a la altura de su relevante papel en el funcionamiento del ecosistema marino costero, así como a la de su significativa contribución a la biodiversidad marina, lo cual es un reto importante que requiere un gran esfuerzo y una responsabilidad para todas las instituciones que nos dedicamos al estudio y protección del mar, sus ecosistemas y sus recursos naturales. La publicación de esta obra nos facilita enormemente el camino a seguir para encarar dicho reto, lo cual agradecemos muy sinceramente al colectivo de autores que la han hecho posible.

España es uno de los países cuya contribución al conocimiento científico de las praderas de angiospermas marinas ha sido más notable durante las últimas décadas, yendo de la mano del elevado número de administraciones y entidades que tienen competencias en su conservación y gestión. Por un lado, esto es un buen síntoma pues denota una mejora del conocimiento disponible y una concienciación social creciente sobre el medioambiente marino. Pero por otro

lado, la falta de coordinación entre los diferentes actores ha dado lugar a que la información disponible adolezca de problemas graves de fragmentación, dispersión, accesibilidad y redundancia. Es, por tanto, momento de pararse para analizar e integrar dicha información. Pero esta no es una tarea sencilla *per se*, más teniendo en cuenta los inminentes desafíos medioambientales a los que se enfrentan estos ecosistemas, cada vez más evidentes, que amenazan su persistencia a corto, medio y largo plazo. El estudio de las praderas marinas como indicadores de la calidad ambiental de nuestras costas y el estado de conservación de sus hábitats ha proporcionado, y continúa proporcionando, numerosas evidencias de estos procesos, su dirección y magnitud, y sus relaciones con los cambios que el ecosistema marino costero está experimentando debido a la contaminación, el desarrollo costero, la sobrepesca o el cambio climático.

Como se refleja en este primer *Atlas de las praderas marinas de España*, son muy notables los esfuerzos que se han realizado en las últimas cuatro décadas por conocer cómo son estos ecosistemas, como funcionan, cómo se distribuyen en nuestras costas y cuál es su dinámica. A pesar de ello, y de acuerdo con sus autores, el conocimiento básico y aplicado disponible hasta la fecha sigue siendo insuficiente en muchos aspectos, lo cual dificulta enormemente el desarrollo y aplicación de herramientas eficaces, que las instituciones relacionadas con el estudio y protección del medio marino necesitamos para su efectiva conservación y gestión.

Por esta razón, la publicación de este *Atlas de las praderas marinas de España* nos produce una especial satisfacción y nos enorgullece a los que suscribimos este prólogo y a las instituciones a las que representamos. Sin duda, esta obra supondrá una referencia, a partir de la cual se van a proyectar las futuras líneas de trabajo de las administraciones, los grupos de investigación y muchas otras entidades relacionadas, directa o indirectamente, con la conservación de las praderas marinas en España. Pero no solo eso. El *Atlas de las praderas marinas de España* es un ejemplo notable de trabajo colaborativo y de integración de la información disponible, lo cual solo ha sido posible gracias a un loable trabajo de coordinación del equipo editorial, por un lado, y de una firme voluntad de los investigadores, de las entidades y de las administraciones implicadas para aportar, intercambiar y analizar

la información disponible en cada Comunidad Autónoma. Esta es realmente una magnífica y esperanzadora noticia, ya que uno de los principales obstáculos con que nos encontramos a la hora de abordar la cuestión de la conservación y gestión de hábitats y especies marinas es la fragmentación y dispersión de la información, así como la falta de coordinación y de comunicación entre personas y entidades.

Por tanto, deseamos sinceramente que esta obra se convierta en punto de inflexión y que motive la adopción y fomento de dinámicas de trabajo colaborativas, desprendidas de intereses individuales, capaces de desarrollar las herramientas específicas necesarias para permitir la coexistencia de las praderas marinas con la actividad del hombre en las costas españolas. Para ello, no nos olvidemos de un pilar fundamental, la investigación científica, que es el "combustible" del cual surge una buena parte del conocimiento en el que debe basarse la aplicación de las medidas que posibiliten dicha coexistencia.

Estamos convencidos, además, de que este Atlas va a ser un documento que inspire y motive la puesta en marcha de iniciativas similares en nuestros países vecinos, ya que las praderas marinas, como el resto de especies y hábitats marinos, no entienden de fronteras.

**Professor C. den Hartog**

Department of Aquatic Ecology Radboud University

One may wonder why a sea-grass atlas of Spain has to be published. Most people do not even know what a sea-grass is; that is not even so for the man in the street, but also for the civil servants in the governmental buildings, and that are the buildings where the decisions about the environment are made. Therefore, it is important that it is explained what sea-grasses are, which key role they play in the marine environment, and why they have to be protected unconditionally.

Sea-grasses form an ecological group of flowering plants, which only can live in the sea. The term 'sea-grass' (or an equivalent term in other languages) refers to the linear leaves of most of the species, and is generally used by the inhabitants of coastal areas. They are in no way related

to the terrestrial grasses. The group consists of 12 genera, belonging to the families Zosteraceae (3 genera), Cymodoceaceae (5 genera), Posidoniaceae (1 genus) and Hydrocharitaceae (with 3 marine genera). The four families are represented in Spain by one genus each.

In order to be able to live in the marine environment the sea-grasses have to satisfy a number of special conditions: (1) they must be able to live permanently in a marine medium. (2) they must be able to live permanently submerged. (3) they must have the capacity to fulfill their complete generative life cycle, i.e. flowering, fruiting, dissemination and germination. (4) they must have a well-developed anchoring system, in order to stand the dynamics of the tidal currents and the force of storm waves, in my opinion a very decisive property. (5) they must be able to compete successfully with marine algae and sedentary marine animals.

There is, however, another group of salt-tolerant aquatic plants that also is able to thrive under marine conditions; these are the eurysaline plants, particularly representatives of the genus *Ruppia*, also present in Spain. The similarities between the two ecological groups are that taxa of both categories are able to live permanently in the marine environment. Some of the sea-grass genera occur only in undiluted seawater, e.g. *Posidonia* and *Cymodocea*, some are more euryhaline and can penetrate estuaries and the intertidal belt, where the salinity may fluctuate due to fresh-water input by rivers or by rain during low tide, e.g. *Zostera* and *Halophila*. In *Halophila* there are strictly marine species, but also typically estuarine species. The true sea-grasses can tolerate only relatively small fluctuations in salinity. The fundamental difference between the sea-grasses and the eurysaline aquatic plants is that the sea-grasses are restricted in their distribution to the marine environment, where the dominant salt is sodium chloride, but that the eurysaline taxa can occur in all kinds of environments with a high content of electrolytes, thus not only in waters with a high content of chlorine, but also in waters where sulphates, hydrocarbonates, etc. dominate. Most of them are also able to stand large fluctuations in the concentration of the various salts. As a consequence they are not limited to the coastal area, but can occur in all kinds of continental salt waters and even in fresh water, up to 4800 m altitude, in Central Spain up to 1000 m. Taxa of the eurysaline

group occur generally in sheltered marine waters or in brackish lagoons where the annual salinity fluctuations are considerable. Some species of *Ruppia* may occur sometimes in the intertidal belt, but in the competition they are inferior to the sea-grasses.

The sea-grasses form a very old group. Quite early after the evolutionary start of the flowering plants they must have arisen as an offshoot of the Monocotyledones. During the Cretaceous epoch there were already several genera that are considered to be sea-grasses. Good fossils, however, are scarce, but thanks to new technical advances, knowledge has improved. The genus *Posidonia* existed already in the Cretaceous period, and there are several records from European localities. For the Tertiary period there are also several records of the genus *Cymodocea* from Europe (*C. nodosa*, Italy, Pliocene; *C. serrulata*, now only in the Indo-West Pacific; Indonesia, Sulawesi, Miocene), and Florida (*C. floridana*, Eocene, no recent occurrence known). The fossils of the *Thalassia* species from the Caribbean Eocene can not be distinguished on the base of morphological characteristics from the present-day *T. testudinum*, which is restricted to Atlantic America.

The success of the sea-grasses can be ascribed to their way of anchoring in the sea bottom. Before the sea-grasses came into existence the shallow sea bottom was colonized by various algal groups, but their way of anchoring was inferior; in fact they were sticking in the bottom without really fixing themselves. In contrast sea-grasses develop creeping rhizomes, firmly attached to the substrate by roots which are covered by myriads of very fine root hairs. Particularly some of the larger species have roots that penetrate into the substratum down to at least one meter depth.

The number of sea-grasses is extremely small, only 60-70 species are presently known. The difference between the minimum number and the maximum is a consequence of the fact that in several cases species that could be distinguished on morphological grounds appeared to be similar to other species according to limited genetic tests, and for that reason have been prematurely lumped together. Prematurely, because the tests related only to a very small number of characters.

In spite of the low number of species the ecological importance of sea-grass must not be underestimated. They generally form extensive beds, well anchored by a system of rhizomes and roots which together constitute a dense mat. This mat protects the sea-grass communities from erosion by the tidal currents and occasional storm waves. Moreover, the beds dampen also the force of the waves, and consequently play a part in the protection of the shore. The architecture of the beds, i.e. the general above-ground biomass of the communities, is also of high significance. Beds composed of sea-grasses with monopodial branching, of which the leaves arise in bundles on extremely short vertical shoots close to the substratum, are usually very dense, while in the beds of sea-grasses with sympodial branching, which develop upright lignified stems, there is much more space under the leaf canopy. The architecture is extremely important for the accompanying organisms.

The general below-ground structure of the communities also can show quite different patterns. Rhizomes of *Zostera* usually grow in a horizontal direction, and are not able to grow vertically. If in these communities a new rhizome mat has developed does this mean that new plants have settled and have overgrown the rhizomes of the original plants. This happens frequently when sedimentation exceeds erosion. In several other genera, e.g. *Cymodocea*, the vertical short shoots are able to produce horizontal branches which function as rhizomes; in this way they can keep pace with sedimentation and are not dependent for survival on new offspring. Some genera, e.g. *Posidonia*, show very slow vertical growth. Further, other factors are involved, such as the depth of penetration of the roots, the number of roots per node, the degree of branching, and the degree of anchoring of the roots in the substratum. Finally the age of the rhizome-root system, its annual performance, and its longevity are key factors, which determine the stability of sea-grass beds. Some sea-grass communities have only an annual cycle, e.g. those dominated by *Halophila*, but there are also communities that can maintain themselves for millennia; the association of *Posidonia oceanica* is a classical example for this type of beds; it is a typical climax association. In general most researchers do not realize that the pioneer vegetation is also the final stage in the succession; in the course of time the substrate of the bed becomes changed considerably as a consequence of sedimenta-

tion, organic matter washed in, and the remains of the fauna that live on the sea-grass or in the substrate. In fact the sea-grass beds have existed already long before research of them had been initiated; they had already colonized all suitable space. The formation of new beds has never been established; the succession series recorded in the literature have been deduced from comparisons of various field observations, but the actual transitions have not really been observed.

Sea-grass beds form in fact a part of a marine super-ecosystem, in which also rocky bottoms, and sandy and muddy bottoms without any visible vegetation play an important part. In tropical areas coral reefs and mangroves have also important links with the sea-grass beds. The importance of the sea-grass beds can mainly be ascribed to its nursery function. Many fish and crustaceans come to the beds to spawn as for the young fish they form an ideal biotope for the first stages of life, as the beds offer plenty of opportunity to hide and to escape from predators. Not only the typical seagrass-bed fishes profit, but also many species which in the mature condition live in totally other habitats. In the tropics it is evident that many fish characteristic for coral reefs live as juveniles in the sea-grass beds. In general it is also true that small sea-grass beds bordering on totally different biotopes are much richer in species than large beds extending for miles. In tidal environments sea-grass beds are popular among birds, such as geese, ducks, egrets, herons, spoonbills, crows and gulls. In the tropics turtles and Sirenians are dependant on sea-grass.

The sea-grass beds are decreasing all over the world by human activities or the consequences of some of these activities, and in some areas sea-grasses have disappeared almost totally. Most of the destruction of sea-grass beds can be linked with the following six causes. This list, however, is not exhaustive.

- eutrophication, input of nutrients generally leads to a strong development of phytoplankton and also to a heavy increase of epiphytic algae (fouling algae; the original sea-grass epiphytes disappear under these circumstances). The consequence is a strong reduction of the available light, causing a reduction of the photosynthetic capacity of the sea-grasses.

- the building of new ports and dams, industrial complexes, etc.;
- oil spills due to poor navigation or accidents during drilling, mining;
- dredging, in order to keep channels navigable for the ships, with their continually increasing sizes;
- development of coastal farms for the production of shellfish (oysters, mussels, fish and other marine delicacies) at the expense of sea-grass beds and in the tropics also of mangrove swamps;
- the building of marinas, harbours for yachts, mooring places for boats with anchors, and other facilities for the holiday industry. Particularly the anchoring of boats is disastrous for the sea-grass, but also sewage and other waste can cause serious problems. Large coastal areas begin to lose their character due to tourism.

Human impact in combination with meteorological extremes can sometimes cause the final blow to a sea-grass bed, even if the meteorological factor in itself would not be fatal. The year 1993 was characterized by a beautiful summer in Western Europe; very little rain, and no wind of any significance. Due to the lack of rain the rivers were more eutrophicated than in other years, and at their mouths a blanket of *Enteromorpha* developed; the lack of wind was the cause that this mat was not blown to pieces, but could settle down on the sea-grass beds. Along the English Channel this led to suffocation of a large mixed *Zostera* bed that in 2011 had not yet returned. So extremes do not have to be tsunamis or super-storms (typhoons or hurricanes). Another example is the so-called 'wasting disease' of *Zostera marina*, which had as a result the loss of many large sea-grass beds on both sides of the Atlantic Ocean. In this case the disease had been pinpointed as the cause, although it was the effect of various joint environmental interventions that harmed the photosynthetic capacity of the sea-grass. The suspected micro-organism, *Labrynthula zosterae*, appears to occur in every healthy plant of *Z. marina*, and is normally the first saprophyte that becomes active when the plant starts to decompose. It is certainly not the cause of 'wasting disease'.

Some marine areas have become completely ruined by all kinds of very detrimental human activities, not only sea-grass, but also the other life-forms. Some of the worst damage has been inflicted to the Great Barrier Reef in Australia that for this reason is in danger to loose its qualification as 'world heritage'.

Nowadays only a few species show progress and extend their area quite rapidly, because they have passed an ecological barrier, and are thus adventives in the new areas colonized. *Halophila stipulacea* is so far the only sea-grass that has passed the Suez Canal, entering the Mediterranean: It is now well established in the eastern Mediterranean, and extending its area in western direction; sooner or later it can be expected to arrive in Spain. As it grows in the Mediterranean in rather deep water its progress can not easily be monitored. Recently this species has appeared in the Caribbean, where it is likely to become a pest. How it managed to cross the ocean is a matter of speculation. A second *Halophila* species, *H. johnsonii* has been known for a long time from Florida. It has probably been imported from the Indo-west Pacific, as it is genetically closely related to *H. ovalis*, but morphologically different. Very recently it has been reported from a lagoon in Antigua, a Caribbean island (recorded as *H. ovalis*).

In the last 80 years *Zostera japonica* has colonized the intertidal belt of a long coastal stretch from British Columbia down to California. In this case the sea-grass settled in an empty niche, which along similar shores in East Asia, Europe, southern Africa and Australia is occupied by species of *Zostera* subgen. *Zosterella*. As it interferes with the culture of shellfish it is locally sprayed with herbicides (how stupid one can be).

It will probably be possible to observe for these species how a new sea-grass bed may develop; certainly for *H. stipulacea*. For *Z. japonica* it is perhaps already too late, a lost chance.

These cases are exceptions. In practice one sees everywhere disappearance of sea-grass beds; they are seriously in danger, not one excepted. I will make here also a plea for the eurysaline species of the genera *Ruppia*, *Zannichellia* and *Althenia*. Most of them are even more in danger than the sea-grasses. They occur in brackish lagoons and pools close to the shore, old salt pans, small ditches and sometimes in little streams

close to the beach. As a consequence of 'development' these habitats disappear almost unnoticed, even in countries where nature conservation is regarded as an important item. There is hardly any respect for such brackish or saline environments, although they often are important for migrating birds.

In the circles where the decisions over the coastal development are made there is hardly any knowledge or interest in the sea-grass beds and related habitats. They are regarded as of no special interest; they are green and, unfortunately, their flowers are not very conspicuous like those of water-lilies.

What can be done to stop the decline of the coastal ecosystems, including those of the sea-grasses? An easy answer to this question can not be given, but the six main causes previously mentioned have to be tackled.

As the world population is continually increasing eutrophication will always remain a serious problem; the only way to solve this problem will be purification of the polluted water before it is discharged into the sea, a costly but an absolutely necessary measure. Half-measures will not help, and will at the end turn out to be more expensive.

The building of new ports, new dams or industrial buildings (e.g. a tidal power plant) may often be necessary, but in such cases it must be possible to choose the localities in such a way that the damage to the natural environment is minimal. This must be possible in good consultation with scientists involved in the study of habitat distribution, status and conservation as well as nature conservation organizations.

Oil drilling or mining is always of the devil; I do not know one case where it did not cause serious damage to the environment.

Dredging will be always necessary to keep the shipping channels at the right depth, but usually this activity causes turbidity of the water, what is not very desirable for healthy sea-grass beds.

With the local marine farmers one has to come to a deal to obtain the guarantee that they will not disturb the sea-grass beds. Usually these people know more about the subject than the officials. Moreover, the protection of the sea-grass beds is

also to the advantage of these farmers.

Dealing with the holiday industry offers probably the largest problem as in that case one has to do with private persons and companies, each with its own ideas about the development of a special part of the shore. Marinas and harbours are usually built at the cost of sea-grass beds; in the Mediterranean the beds of *Posidonia oceanica*, in the Canary Islands the beds of *Cymodocea nodosa*, and along the Atlantic coast the *Zostera* beds. As a compensation measure the sea-grass bed has to be 'restored', but it is easier to order the restoration than to realize its execution in an acceptable way.

Sea-grass transplantations have been performed in many places in the world, but they are very rarely successful in the long run. The failure of these transplants can be ascribed to lack of sufficient planning and experimentation before the transplanting can begin, as well as the basic thinking error, that the sea-bottom is an arable field in which the sea-grasses can be planted as if they are potatoes. The sea-grasses have to be dug out from another sea-grass bed, and transported to the place where they become planted; this action takes time, which certainly is not in the interest of the health of the sea-grasses. Another point, just even important, is that the root systems of the sea-grasses become seriously damaged when they are dug out. *Posidonia oceanica* is a climax species. It has a root-rhizome mat up to several metres thick, built up during centuries or even millennia; only the upper 25-40 cm of the mat contains the living parts of the rooting system and the deeper part consist mainly of dead but still intact biomass. For that reason transplants will never settle in a new totally different substrate. Therefore, in my opinion, successful transplanting *Posidonia oceanica* is by definition impossible. The root system of *Cymodocea nodosa* is less complicate, but it is rooting deep, and, therefore, also vulnerable to digging. The result of the compensation measure will be that not only the sea-grass bed that has to be compensated for will disappear, but that also the donor bed will be ruined.

Finally, I think that giving more information to the authorities, but also to the general public, may help to create more interest for the sea-grasses and their ecosystem. Better information, not only in scientific journals, but also in newspapers and popular journals, and better education on

schools in the coastal areas, certainly will help. It will also be important to supply good information to the various industries involved in coastal development. Folders in travel agencies and in the hotels along the coast can also attract attention for these remarkable plants.

Ostenfeld (1927) was the first investigator who has mapped all information existing on the distribution of sea-grasses at species level. His maps are not up to date anymore. Later I (1970) have produced a set of maps on the genus level, but due to increasing knowledge also these maps need some modification. More recently local maps have been made of some sea-grass beds, and these enable us to compare recent situations with situations in the past. It means also that monitoring of the beds needs to be carried out quite frequently, and if changes are observed, it may be necessary to repeat mapping. The first map of sea-grass beds has been made in 1869 of the Waddensea in the northern Netherlands, not for scientific reasons but for the tax service in order to establish how much duty the sea-grass fishers had to pay.

A great step forward will no doubt be the production of detailed maps of the sea-grass beds of large coastal areas, and I am happy to announce that this is not a 'fata morgana', but a real, feasible possibility. The sea-grass atlas of Spain is the result of a cooperation of 84 authors, scientists as well as technicians, which have worked in 30 Spanish institutes largely involved in scientific research, management and conservation of sea-grass habitats during the last 30 years. They have contributed to the availability of the most accurate and realistic sea-grass maps for each region of the Spanish coast. Their data have been integrated in a GIS to obtain the distribution and area of each separate sea-grass species. Most information has been collected independently at a regional level by regional governments, universities and public research organizations. This explains the heterogeneity in criteria, scales, methods and objectives of the information, but it is the final result that really matters. I have great admiration for the fact that with so many participants in this project, it has led to the publication of the Sea-grass Atlas of Spain, a work that is unique in its genre. I very much hope that this Spanish example will be followed by scientists in other countries.



*Inflorescencia de Posidonia oceanica.*

*Fotografía: Javier Ferrer.*

# Presentación

Juan M. Ruiz, Juan E. Guillén Nieto, María del Mar Otero y Aránzazu Ramos Segura

## ¿Por qué es necesario un Atlas de praderas marinas?

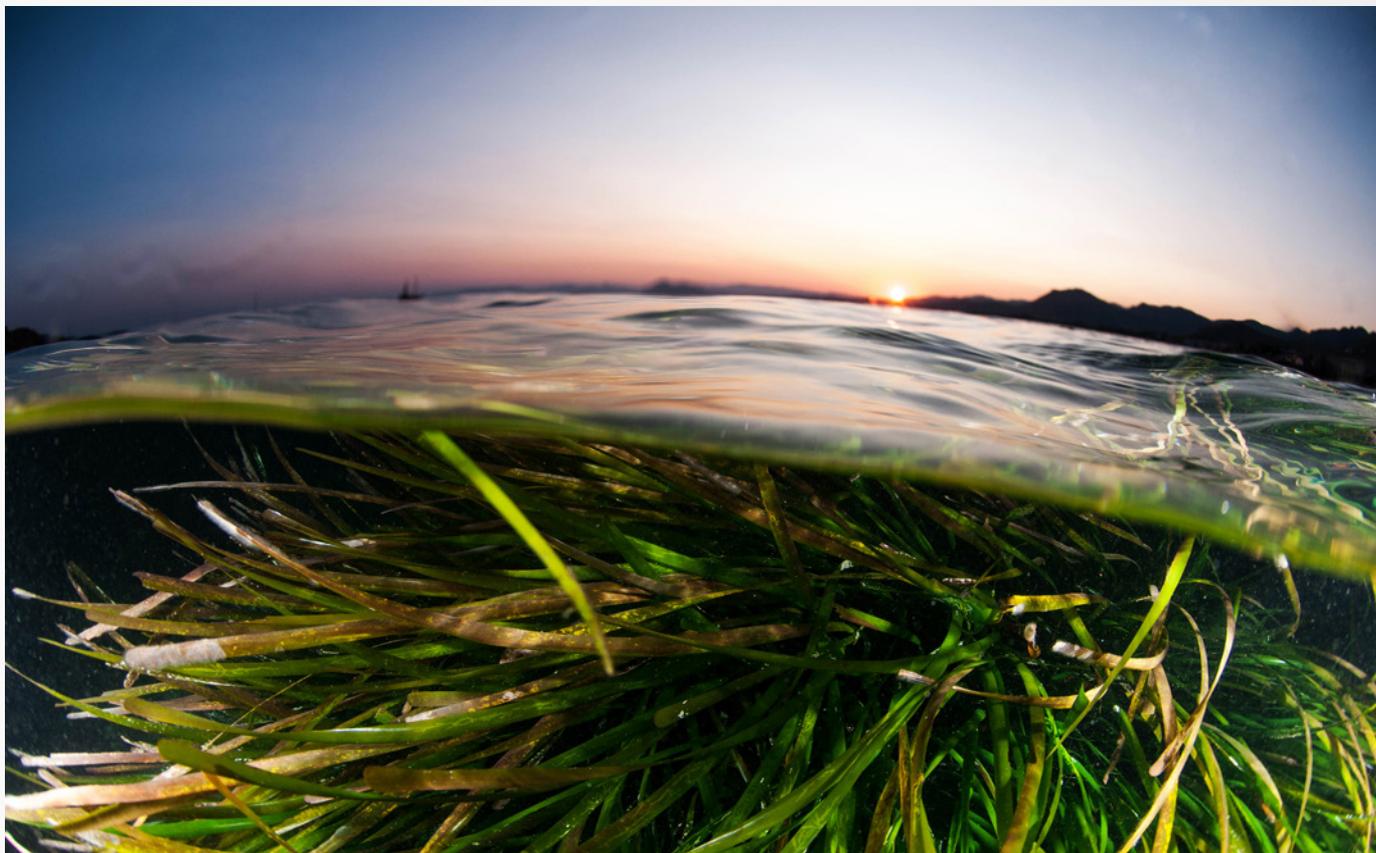
Es obvio que las praderas de angiospermas marinas (o fanerógamas marinas) han llegado a adquirir un particular protagonismo en las costas españolas dentro de los variados ámbitos de la investigación científica, las administraciones responsables de la gestión del medio marino y los movimientos conservacionistas. Las causas detrás de este creciente interés y preocupación por estos hábitats marinos radica en su importancia ecológica y el valor de sus funciones y servicios. Paradójicamente, esta no es la percepción que tiene la sociedad de estos ecosistemas marinos. Todo el mundo ha crecido viendo los bosques en el monte y existe un sentimiento unánime de pérdida lamentable cuando éstos se queman, pero nadie ve las praderas marinas ni cómo el hombre las ha ido destruyendo. Durante las últimas décadas se han realizado esfuerzos muy notables para cambiar esta percepción a través de su estudio, protección y divulgación en las diferentes regiones que componen el litoral español. Es de justicia pues reconocer y explicar este esfuerzo, pero también que éste todavía no es suficiente, que queda mucho trabajo por

hacer y, por tanto, la necesidad de este Atlas de praderas marinas está más que justificada.

Hay praderas marinas en prácticamente todas las costas de las regiones litorales de España: Cataluña, Islas Baleares, Comunidad Valenciana, Región de Murcia, Andalucía, territorios transfretanos<sup>1</sup>, Islas Canarias, Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco. Los cada vez más numerosos equipos científicos de universidades y organismos públicos de investigación, así como los equipos de técnicos y gestores de las administraciones locales, son los responsables de que en cada Comunidad Autónoma se disponga en la actualidad de un cierto conocimiento de las praderas marinas y se hayan producido ciertos avances en su gestión y protección. Por ello, lo más coherente para la realización de este Atlas era que estos mismos equipos se implicaran en la redacción del mismo, que es precisamente lo que ha ocurrido, obteniendo como resultado una obra colectiva en la que han estado implicados 84 autores y 36 instituciones procedentes de todas las regiones costeras españolas, lo cual constituye uno de los méritos más destacables de esta obra.

La idea del Atlas surge a raíz de una demanda reiterada y urgente de información sobre los límites precisos de distribución y extensión de las praderas marinas. Y es que éste es el nivel de conocimiento básico para cualquier hábitat y especie marina, directa e indirectamente aplicable a numerosos aspectos básicos de la biología y ecología de las praderas marinas, diseño de ex-

<sup>1</sup>Entendemos por territorios transfretanos aquellas regiones bajo soberanía española situadas más allá del estrecho de Gibraltar: Islas Chafarinas, Peñón de Alhucemas, Melilla, Ceuta, etc. Es precisamente esta organización predominantemente regional de la información disponible lo que explica la estructura de la obra, en la que cada capítulo está dedicado a una región costera.



Atardecer sobre una pradera marina. Fotografía: Javier Murcia.

perimentos científicos, modelización estadística de hábitats, cuantificación de funciones y servicios de las praderas (p.ej. papel de las praderas en los balances globales de carbono), valoración económica de dichos servicios, programas de seguimiento y estudios de impacto ambiental, aplicación de normativas nacionales y europeas relacionadas con la gestión de estos hábitats, análisis de presiones e impactos, planes de gestión de áreas marinas protegidas y procesos de decisión relacionados con la gestión costera.

Fue precisamente en 2012, durante los trabajos iniciales de implementación de la Directiva Marco de las Estrategias Marinas por el IEO, y posteriormente a raíz de las “primeras Jornadas de praderas marinas” organizadas por UICN en 2013, cuando emerge la necesidad de una evaluación global de la situación actual del conocimiento sobre la distribución y estado de los hábitats marinos bentónicos en general, y de las praderas de angiospermas marinas en particular. Del análisis de la información obtenida se pone en evidencia que la información disponible de este hábitat es una de las más abundantes respecto a la de otros hábitats y especies marinas, pero incompleta y deficiente en muchos as-

pectos, incluso al nivel más básico, es decir, las cartografías del hábitat. Las administraciones y organismos responsables del estudio y cartografía de las praderas marinas son muy numerosas, pero en general han actuado de forma independiente e inconexa. Esto ha tenido efectos negativos poco deseables (sobre en el contexto de la crisis económica actual), como la duplicación de esfuerzos o la baja calidad de la información producida. El trabajo conjunto entre expertos y técnicos es fundamental para evitar tales efectos adversos y aprovechar de forma más responsable los limitados recursos destinados a estos fines procedentes de fondos públicos. El proyecto fue inicialmente financiado por la Fundación Biodiversidad precisamente con el objetivo principal de mostrar la cantidad y calidad de la información cartográfica de que disponemos en la actualidad, con qué fines se originó, sus promotores, métodos empleados, los vacíos de información y, por tanto, lo que falta por hacer.

### **Integración de la información disponible y estructura general del Atlas**

Los mapas de distribución de las praderas ma-

rinas obtenidos en este Atlas son en realidad una síntesis de las fuentes de información más fiables y precisas disponibles, de acuerdo con el criterio experto de los autores participantes. No obstante, el grado de fiabilidad y precisión es muy variable, en función de las circunstancias concretas con que se ha obtenido la información cartográfica, por lo que su uso y aplicación deben estar acotados dentro de tales circunstancias y no debe desligarse de las fuentes de referencia. La realización de estos mapas ha supuesto un trabajo importante de integración de informaciones de muy variada naturaleza en formato SIG, que servirá de base o punto de partida para ir añadiendo nuevas mejoras cartográficas a medida que éstas se vayan produciendo en el futuro. En este sentido, esta primera edición digital del Atlas es una ventaja ya que facilitará que la obra se mantenga viva y cambiante con el tiempo.

Pero los contenidos y estructura básica de los capítulos del Atlas no se circunscriben solo a la información cartográfica, sino que tienen en cuenta el contexto en que se ha creado tal información. Así pues, cada capítulo se inicia con una pequeña descripción general del litoral y medio sumergido de la región en cuestión, un apartado sobre el conocimiento existente sobre la ecología y extensión de las praderas marinas en dicha región, las presiones y amenazas a que están sometidas las praderas marinas, el conocimiento existente sobre el estado y tendencia de las praderas, así como las acciones relacionadas con la gestión y conservación del hábitat llevadas a cabo por las administraciones regionales y locales. El análisis de presiones y amenazas ha supuesto también la recopilación e integración de abundante información ampliamente dispersa y de difícil acceso, pero que es crucial para evaluar y comprender el estado actual de las praderas marinas. Ya disponíamos de alguna base de datos de este tipo gracias al trabajo realizado en las Estrategias Marinas, pero que ha sido contrastada y completada para la presente obra por los autores participantes en cada capítulo, incluyendo información espacial relacionada con la gestión y conservación (áreas marinas protegidas, arrecifes artificiales, etc.).

Cada capítulo termina con un apartado denominado "Futuras direcciones" cuyo objetivo es poner de manifiesto las principales necesidades de cada región española para mejorar el conoci-

miento y la conservación de nuestras praderas marinas, así como los principales riesgos que amenazan tal propósito. Existe un amplio consenso entre autores sobre el carácter incierto del futuro de las praderas marinas, agravado por la amenaza del cambio climático y la actual crisis económica que atraviesa nuestro país. Esperamos que, al menos, hayamos sido capaces de construir una herramienta útil y robusta, que además de ser de interés para una amplia audiencia, corresponda al esfuerzo realizado por todos los que han participado en su elaboración y publicación final, pero sobre todo que de verdad contribuya a mejorar ese futuro incierto y preservar los valiosos bosques sumergidos para las generaciones actuales y futuras. Deseamos además que este Atlas sirva de herramienta de reflexión que motive a otros países a emprender proyectos similares.

## Algunos aspectos básicos relacionados con la elaboración de este Atlas

### Sobre las especies

Durante la realización de esta obra ha sido inevitable encontrarse con alguna que otra discrepancia sobre aspectos concretos, pero en particular sobre terminología botánica y taxonomía. Obviamente la resolución de estas discrepancias no entra en el objetivo y ámbito de este Atlas, pero necesariamente se han tenido que establecer criterios para que la obra tenga el máximo grado de coherencia editorial. Se explican a continuación los argumentos que nos han llevado a adoptar algunos de dichos criterios.

Siendo totalmente conscientes que las especies del género *Ruppia* no pertenecen al grupo de las angiospermas marinas, hemos considerado interesante incluirlas en esta obra porque algunas de ellas, principalmente *R. maritima* y *R. cirrhosa*, comparten protagonismo con especies marinas en determinados ambientes costeros (ver capítulo introductorio). Otras especies como *R. drepanensis* no son especies marinas ni comparten hábitat con éstas, pero son mencionadas en algún capítulo porque las referencias de las diferentes especies aparecen mezcladas.

Las controversias sobre los nombres y rangos taxonómicos son habituales en biología, se producen por el hecho de que la taxonomía moderna tiene la ambición de basarse en lo que se lla-



*Posidonia oceanica*. Fotografía: Javier Murcia.

ma una clasificación natural, esto es, que refleja fielmente la historia evolutiva de la vida, también llamada filogenia. Estudios genético-moleculares, de morfología, ontogenia, biogeografía y paleontología (cuando es posible) de las especies, ayudan a avanzar en el conocimiento de esta historia. Este avance requiere eventualmente reajustar los rangos de algún taxón, o cambiar la adscripción de una especie de uno a otro género. Otro tipo de reajustes están relacionados con las reglas de la nomenclatura científica, que utiliza el latín como lengua y una serie de criterios basados en el código internacional de nomenclatura botánica. Precisamente, la nomenclatura de una de las especies, *Zostera noltii*, ha sido objeto de cierta controversia y debate en esta obra que se resume a continuación.

Desde el siglo XIX, la composición taxonómica y relaciones filogenéticas de la Familia de las Zosteráceas (dentro de la cual se encuentra *Z. noltii*) ha experimentado numerosos cambios a medida que los diferentes estudios, y sus dife-

rentes aproximaciones (morfología, genética) aportaban nuevos datos. Explicar aquí los detalles de este proceso resultaría algo complicado y un poco fuera de lugar, de forma que remitimos al lector a las publicaciones originales en las que se basa (Setchell, 1935; den Hartog, 1970; Tomlinson & Posluzny, 2001; Les *et al.*, 2002; Kato *et al.*, 2003; Tanaka *et al.*, 2003; den Hartog & Kuo, 2006; Jacobs & Les, 2009; Coyer *et al.*, 2013). En resumen, una parte de estos autores mantiene que la especie *Z. noltii* se encuentra lo suficientemente diferenciada de sus congéneres como para considerar que pertenece a un género diferente, *Nanozostera*. Actualmente no hay consenso sobre este tema por parte de la comunidad científica y, por tanto, el criterio editorial es el de mantener el nombre de *Zostera* para *Z. noltii* y considerar *Nanozostera* como sinónimo homotípico, tal y como es aceptado en las obras especializadas sobre el tema. No obstante, en estudios muy recientes sobre ciertas poblaciones de *Z. noltii* de la costa asturiana han aportado pruebas genéticas consistentes que apoyan la pertenencia de esta especie al género *Nanozostera* y en consecuencia, solo en este caso y por voluntad expresa de los autores, en el capítulo dedicado a las praderas de esta región se ha empleado el nombre de *Nanozostera noltii* (capítulo IX).

La otra parte del debate de la nomenclatura de *Z. noltii* se ha centrado en la nomenclatura del epíteto "noltii". Horneman, que describió por primera vez esta especie, en 1832, en su obra "Flora Danica" la llamó *Zostera noltii*, en honor al botánico alemán Ernst Ferdinand Nolte. Desde ciertas publicaciones especializadas (p.ej. Algaebase, [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)) se sugiere que el epíteto correcto de este binomio debe ser *noltei*, puesto que el genitivo singular de un nombre acabado en "e" es añadir una "i" y no substituir la "e" por una "ii", de acuerdo con el código internacional de nomenclatura botánica (artículo 60). Sin embargo, la obra de Hornemann donde se describe *Zostera noltii*, publicada en 1832, está escrita íntegramente en latín –como era costumbre en la época– de forma que Hornemann al dedicar la especie a su colega Nolte, adoptó el nombre latinizado Noltius, el genitivo del cual sería "noltii", pues se sustituye la terminación sustantiva "us" por la genitiva "i", de acuerdo también con el mencionado código. Actualmente tampoco existe consenso sobre este tema por parte de la comunidad científica, de forma que en el ámbito de este Atlas se mantiene el epíteto original "noltii",



*Zostera noltii*. Fotografía: Juan M. Ruiz.

tanto para el binomio *Zostera noltii* como su sinónimo *Nanozostera noltii*. Como ya se ha dicho, esta decisión no resuelve en absoluto las controversias descritas, es tan solo un criterio editorial, y tan solo podrá ser interpretado como tal.

Por último, también en el capítulo de Asturias (capítulo IX) se mencionaba inicialmente la posible presencia de *Z. marina* var. *angustifolia*. No obstante, como los propios autores admiten, las evidencias científicas disponibles no apoyan esta posibilidad y, como sugiere den Hartog en base al examen directo de los especímenes originales que describieron el taxón (den Hartog, 1972; den Hartog, comunicación personal), dicha variedad no es más que una variante morfológica de *Z. marina*. Por esta razón en dicho capítulo se hace referencia solo a *Z. marina* f. *angustifolia*.

### Sobre los mapas y sus leyendas

El Atlas se ha estructurado siguiendo un criterio "administrativo" por el que cada capítulo corresponde a una comunidad autónoma (Figura 1). Al final de cada capítulo se encuentra el apartado de "Cartografía", en el que se muestran dos tipos de mapas, en función del tipo de información

que contienen:

Mapas A: distribución de las praderas marinas.

Mapas B: distribución de presiones y medidas de gestión.

Teniendo en cuenta la extensión del espacio geográfico que abarca el Atlas y los tipos de datos espaciales representados, la información cartográfica se ha organizado en un total de 48 mapas tipo A y sus correspondientes mapas tipo B, siguiendo el esquema de la figura 1. A cada mapa A de una determinada zona le sucede un mapa B idéntico, pero con la información espacial sobre las presiones causadas por las diferentes actividades humanas y los diferentes tipos de medidas de gestión sobre los hábitats marinos. La escala de estos mapas se ha seleccionado dependiendo de diversos factores, como la morfología y la orientación de la línea de costa, pero en general varía en torno a 1:200.000, que es dónde encontrábamos el mejor compromiso para poder visualizar la información cartográfica del hábitat sin perder información y obtener un número razonable de mapas. Una excepción es el caso de las regiones transfretanas<sup>1</sup> ya que

sólo se dispone de una cartografía de praderas marinas en las islas Chafarinas y se muestra a una escala 1: 12.000. En el caso de algunas de las islas como Mallorca, Tenerife, Fuerteventura y Lanzarote, la escala del mapa se ha ajustado al tamaño de la isla para evitar un fraccionamiento excesivo de los territorios isleños. Por otro lado, en muchos de los mapas se han incluido ampliaciones o “zooms” a escala de determinadas localidades con información relevante de praderas marinas, pero que por su reducido tamaño, pasaban totalmente desapercibida en la escala menor.

La información cartográfica manejada se caracterizaba por poseer una elevada heterogeneidad en la simbología y terminología empleadas para identificar las diferentes comunidades bentónicas, incluso entre fuentes procedentes de una misma región y dentro de una misma fuente. Por tanto, unificar los campos de los ficheros con información geográfica y sus nomenclaturas para elaborar sus mapas y sus respectivas leyendas en un formato común, ha sido una de las tareas más complicadas y ha sido necesario tomar decisiones que en algunos casos puede

haber obligado a sobresimplificar el detalle de la información asociada a los mapas.

En algunos capítulos, los mapas reproducen casi íntegramente la información aportada por sus autores, que cubre la práctica totalidad de la zona costera y que se encuentra incluso publicada en páginas oficiales de internet u otros formatos, como son los casos de Murcia, Cataluña, Asturias, Cantabria y País Vasco. En el caso de Murcia, que fue la primera cartografía de comunidades marinas bentónicas publicada para una región entera, la mayor parte de la información fue generada a partir de un solo estudio inicial (Calvín *et al.*, 1989). Se podría decir que las cartografías de las praderas de Asturias, Cantabria y País Vasco son casos similares. En el caso de Cataluña, la información procede de diferentes fuentes y los autores han realizado un excelente trabajo de revisión para integrar y refinar la información espacial disponible (ver capítulo introductorio y capítulo I). En Baleares, un solo proyecto ha permitido cubrir una amplia extensión de su territorio costero (Life Posidonia Baleares), pero quedaban algunas zonas sin cubrir que (en

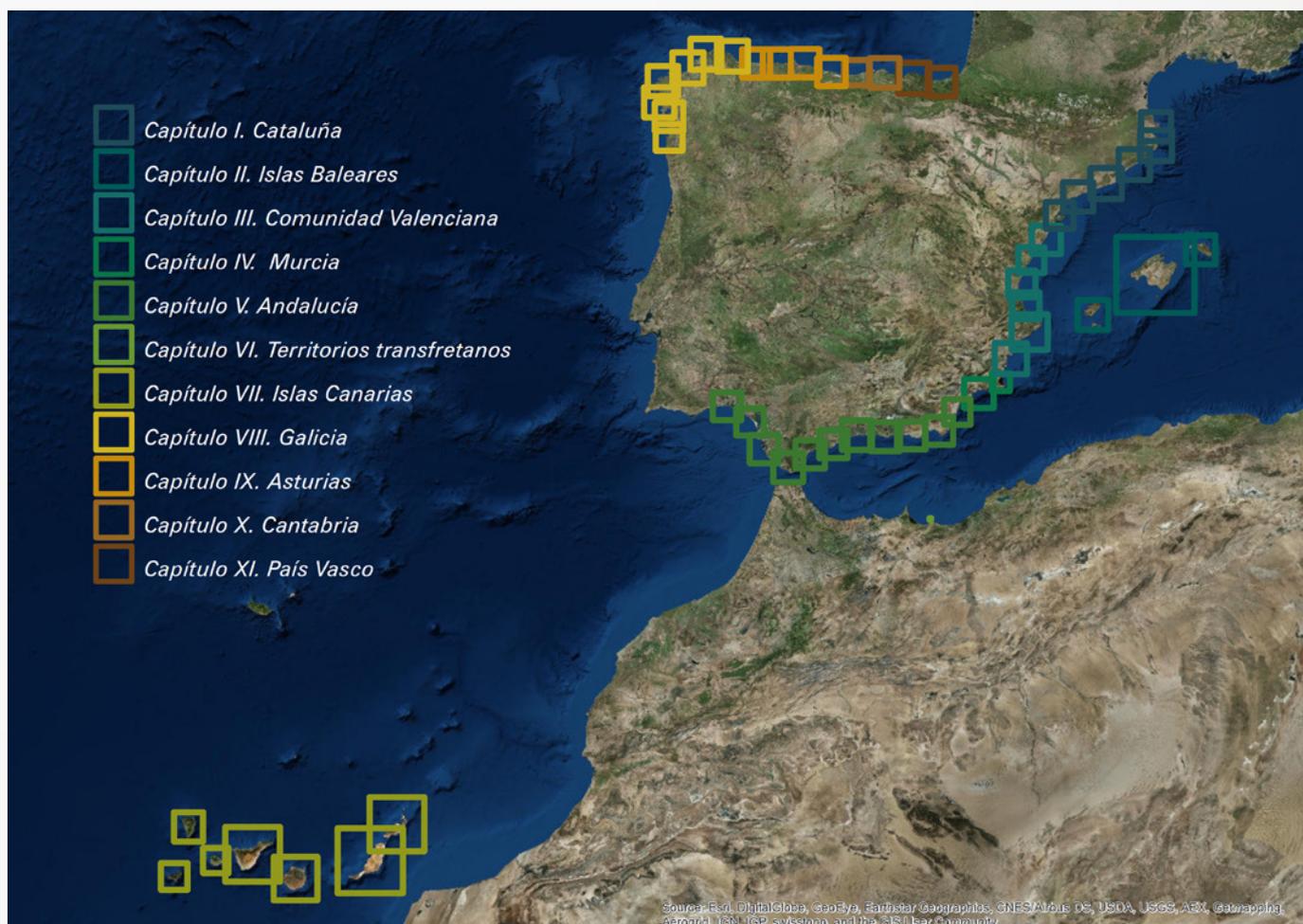


Figura 1



*Cymodocea nodosa*. Fotografía: Juan M. Ruiz.

la medida de lo posible) han tenido que ser completadas mediante otras fuentes para obtener los mapas definitivos. En una situación similar podríamos incluir los mapas presentados en el capítulo de Andalucía o el de la Comunidad Valenciana. Los casos de Galicia y Canarias han sido quizás los más complejos debido sobre todo a la muy elevada heterogeneidad de la información disponible. En estos casos, los equipos de autores responsables de los capítulos de estas regiones han realizado un auténtico y arduo trabajo de "panel de expertos" para elaborar una primera versión de la cartografía de praderas que se publica por primera vez en este Atlas. En el caso de los territorios transfretanos tan solo se disponía de información de las Islas Chafarinas y poco o nada se sabe sobre las praderas marinas en el resto de estos territorios.

En la figura 2 se muestra la leyenda de los símbolos y colores comúnmente empleados en los mapas A para representar las áreas ocupadas por las diferentes especies y comunidades. En los casos en los que se conoce que una especie está presente en una localidad pero no se conoce el área que ocupa, su presencia en el mapa se indica mediante un símbolo relleno con el color

correspondiente a la especie o comunidad. En relación a los mapas B de presiones y medidas de gestión, la situación de partida ha sido igualmente compleja debido a la muy variada naturaleza de esta información, el empleo de una nomenclatura diferente en cada región, la forma en que viene agrupada la información, etc. Esto ha llevado a que esta información haya sido incluso más difícil de estandarizar que para el caso de los mapas A y de ahí se explica el hecho de que el significado de un mismo símbolo pueda corresponder a cosas ligeramente diferentes en distintas regiones. Por otro lado, para un capítulo dado, tanto en el caso de los mapas A, como en los B, las leyendas podrán contener elementos o símbolos que no se encuentran en otros capítulos debido a que representan información que solo ha sido aportada en ese caso, de acuerdo con la disponibilidad de dicha información y el criterio de sus autores. Así, por ejemplo, en los mapas de Andalucía aparece información espacial relacionada con el alga invasora *Caulerpa cylindracea*, lo cual no significa que tal información no exista en otras regiones, sino que simplemente sus autores no han considerado procedente incluirla.

## LEYENDAS

### ESPECIES Y COMUNIDADES (MAPAS A)

- Presencia de *Posidonia oceanica*
- ◆ Presencia de *Cymodocea nodosa*
- Presencia de *Zostera noltii*
- Presencia de *Ruppia* spp.
- Presencia de *Ruppia cirrhosa*
- Presencia de *Ruppia maritima*

- *Posidonia oceanica*
- *Cymodocea nodosa*
- *Zostera noltii*
- *Ruppia cirrhosa*
- *Halophila decipiens*
- *P. oceanica* y *C. nodosa*
- *P. oceanica*, *C. nodosa* y *Z. noltii*
- *C. nodosa* y *Z. noltii*
- *C. nodosa* y *R. cirrhosa*
- Mata muerta de *Posidonia oceanica*
- Áreas de pradera sin especificar

### MEDIDAS DE GESTIÓN (MAPAS B)

- ◇ Arrecifes artificiales
- ▭ Parque Natural
- ▭ Red Natura 2000
- ▭ Red Natura 2000 (ZEPA)
- ▭ Red RAMSAR
- ▭ Reserva Marina

### PRESIONES (MAPAS B)

#### Costa artificial

- ▭ Puerto pesquero-industrial
- ▭ Puerto deportivo
- ▭ Playa artificial
- ▭ Escolleras, muros y diques
- ▭ Rellenos

#### Fondeaderos

- Fondeadero regulado
- Fondeadero no regulado

#### Dragados

- ▭ ★ Dragados

#### Pesca y marisqueo

- ▭ Pesca de arrastre
- ▭ Áreas de marisqueo

#### Instalaciones acuícolas

- ▭ Granjas marinas
- ▭ Almadrabas
- ▭ Salinas, esteros y otros

#### Vertidos

- Puntos de vertido
- ▭ Emisarios

#### Otros

- ▭ Tejido urbano e industrial

Figura 2

### Sobre la fotografía submarina y el carisma de las praderas marinas

Las praderas marinas son ecosistemas poco carismáticos para el gran público y ello juega en contra de cualquier esfuerzo de concienciación pública. Unas pocas fotografías de un arrecife de coral bastarían para convencer a cualquiera de que su protección es necesaria, pero esto no ocurre con las praderas marinas porque su biodiversidad y belleza no es tan obvia, muy al contrario, es críptica, pequeña, está escondida o se hace difícil de ver. Hay que esforzarse en descubrirlas y ello significa, entre otras cosas, muchas horas de inmersión, paciencia y agudeza visual. Para la mayoría de los ciudadanos, buceadores o no, contemplar o pasear por una pradera submarina es sinónimo de monocromía y aburrimiento. Y esto, desde el punto de vista científico, es muy paradójico puesto que se ha demostrado que el valor de los servicios ecológicos y socio-económicos derivados de las praderas marinas son tan importantes, o incluso más, que los aportados por los arrecifes de coral y cualquier otro ecosistema costero clave.

Para cambiar esta pobre percepción de estos valiosos ecosistemas la educación ambiental

es fundamental, a través de, por ejemplo, itinerarios submarinos, la participación ciudadana en redes de seguimiento de praderas, los contenidos de la enseñanza del buceo y, por supuesto, las redes sociales y todo tipo de herramientas audiovisuales. Pero sin duda alguna, la fotografía submarina podría considerarse entre las más poderosas de éstas herramientas por su enorme potencial para descubrir al público esa biodiversidad y belleza ocultas de las praderas marinas. Son todavía pocos los fotógrafos submarinos que se han atrevido a adentrarse en este mundo de las praderas marinas, pero ya se dispone de alguna muestra de lo que la fotografía submarina puede hacer por la divulgación de los valores de este hábitat y su impacto en la concienciación de la sociedad. Un claro ejemplo es el recientemente publicado iBook interactivo "*Posidonia oceanica*. El bosque verde" ([www.facebook.com/ElBosqueVerdeibook](http://www.facebook.com/ElBosqueVerdeibook)), realizado por Javier Murcia y Nora Cámara, que muestra por primera vez al público general la enorme riqueza y belleza de las praderas mediterráneas.

Desde un principio quisimos aprovechar la oportunidad para que esta obra, además de mantener un nivel científico, técnico y divulgativo aceptable, se convirtiera en un escaparate de la



Ejemplar de *Serranus scribe* en busca de refugio y alimento en una pradera de *Posidonia oceanica*. Fotografía: Javier Murcia.

belleza y riqueza biológica de las praderas marinas de toda España. Para ello, lo primero que hemos hecho ha sido darle a la biodiversidad de las praderas el protagonismo que se merece dedicándole un cuadro temático especial en el capítulo introductorio. En segundo lugar, y en línea con lo anterior, se ha invitado a colaborar a numerosos fotógrafos submarinos, cuyas magníficas obras han ilustrado profusamente las páginas de este Atlas. Así pues, y teniendo en cuenta que el Atlas está principalmente dirigido al ámbito científico y de la gestión de estos ecosistemas, esperamos con este planteamiento poder llegar también a parte del gran público y contribuir a cambiar la pobre percepción que la sociedad española tiene de estos ecosistemas marinos e incrementar su carisma.