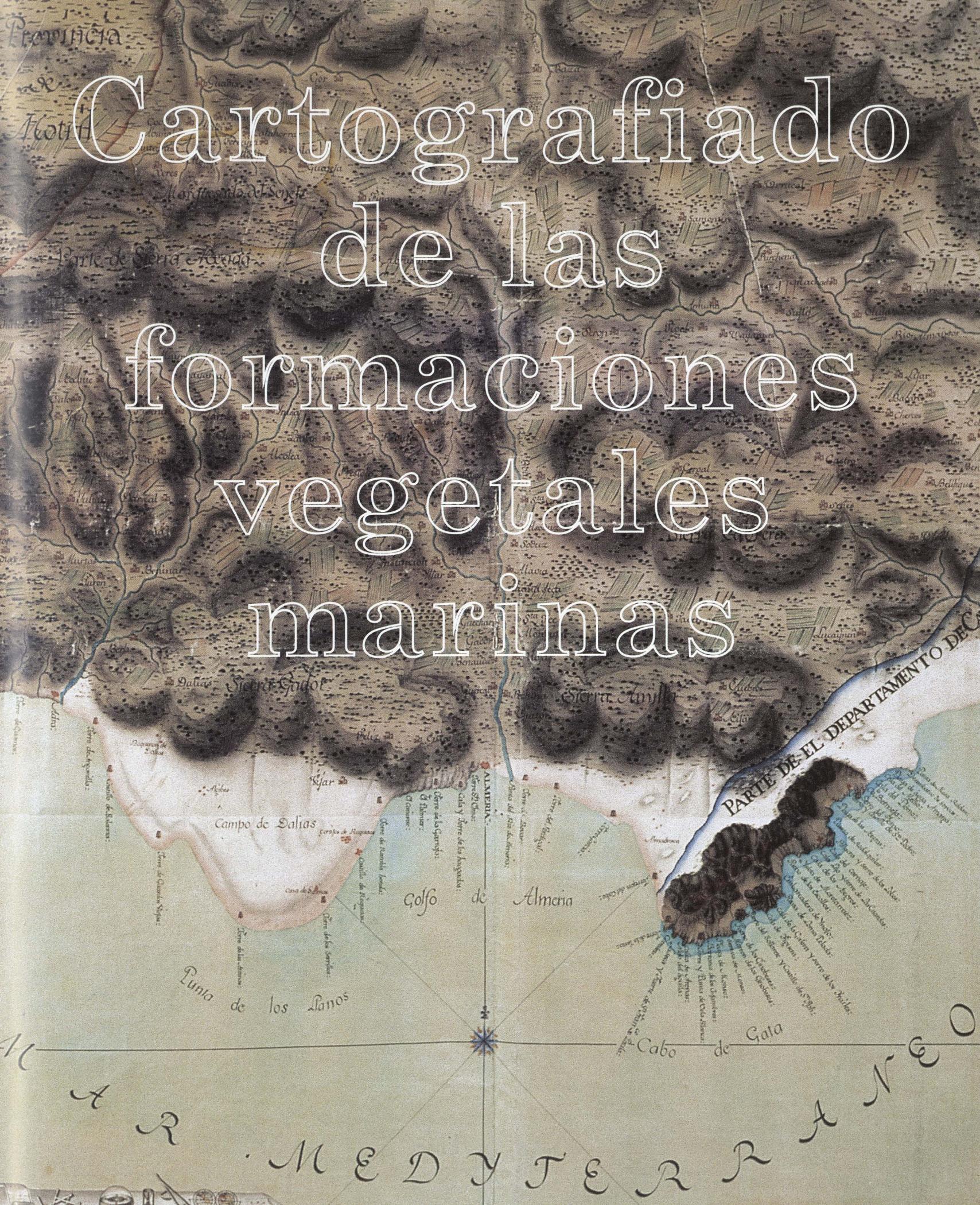


# Cartografiado de las formaciones vegetales marinias



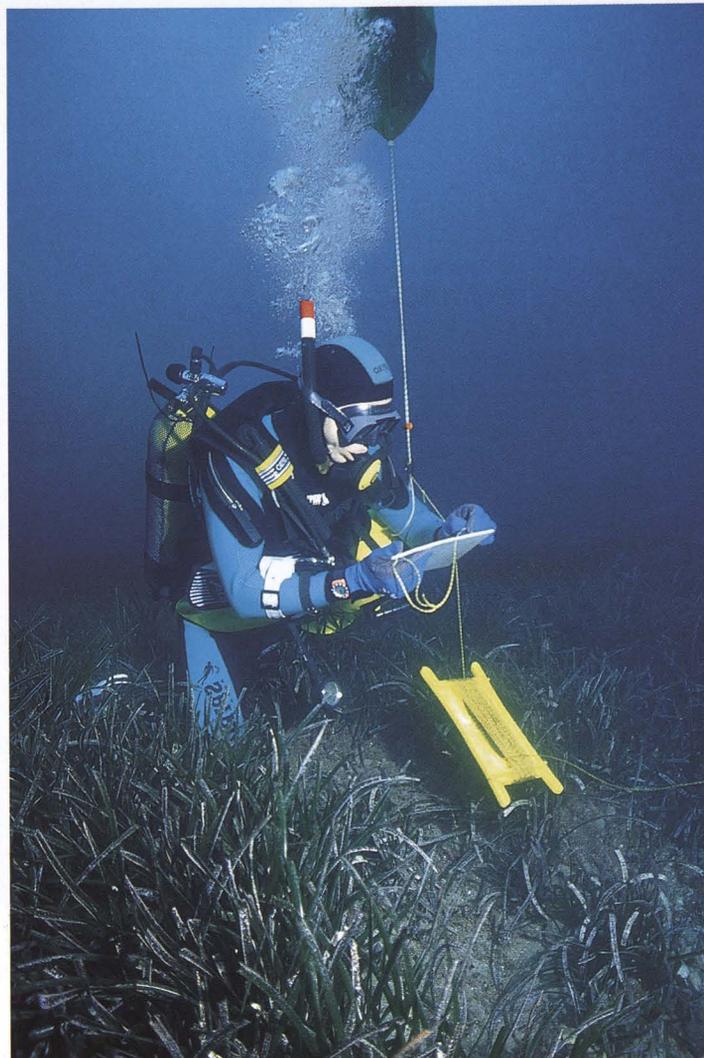


Al igual que en los ecosistemas terrestres, el conocimiento de la existencia, la extensión y los límites de los ecosistemas marinos es de una importancia fundamental, no sólo científica, sino también de cara a la gestión de los recursos. Por ello, en los últimos años se han desarrollado en todo el mundo diversos proyectos de cartografiado a gran escala, centrados en los principales ecosistemas costeros (arrecifes de coral, manglares, praderas de fanerógamas y bosques de algas). Lógicamente, dada la gran extensión cubierta por los mares y la mayor dificultad que supone la recogida de información con respecto al medio terrestre, el nivel de conocimiento de la distribución de las diferentes comunidades marinas es muy inferior al que se tiene sobre las terrestres.

Como toda cartografía, la de las comunidades marinas comprende dos procesos: la obtención (levantamiento) de la información y la elaboración y representación de esa información de forma gráfica (trazado de un mapa).

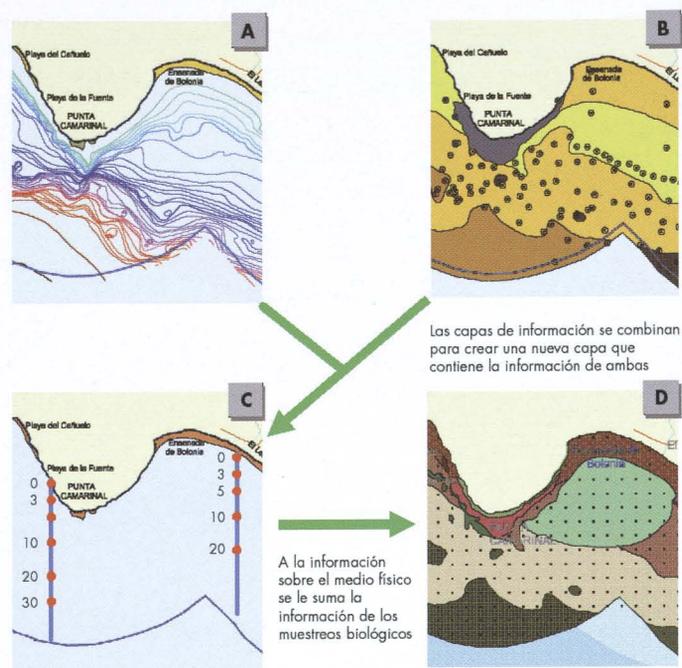
Generalmente, la información se obtiene mediante una combinación de métodos directos (visuales) e indirectos (instrumentales); los dos métodos no son excluyentes, sino complementarios. Los métodos visuales consisten en la realización de transectos submarinos por buceadores, o por cámaras o vehículos operados por control remoto a mayor profundidad. Los métodos indirectos se basan principalmente en el sónar de barrido lateral y en la teledetección (fotografías aéreas o de satélite). Aunque estos últimos son más eficaces en cuanto a la superficie cubierta por unidad de tiempo, siempre necesitan una validación directa. Además, las técnicas de teledetección sólo son eficaces en aguas someras y muy transparentes, y el sónar de barrido lateral tiene un uso muy limitado en los fondos someros o escarpados, sobre todo en los rocosos, o en las pequeñas bahías con obstáculos que interfieran con el curso de la embarcación que realiza el estudio. En estas condiciones, los contornos de las comunidades marinas se trazan normalmente mediante interpolaciones de los límites detectados por métodos visuales. Uno de los principales problemas de los transectos visuales es que la información obtenida se limita, en el mejor de los casos, a la franja de 30-40 m de anchura que puede ver el buceador en condiciones de máxima transparencia del agua. Otro problema importante es obtener en inmersión una posición geográfica precisa comparable a la que se obtiene mediante los métodos indirectos, aunque para ello se han diseñado distintas soluciones, que implican en todos los casos el uso de sistemas de posición global (GPS) con corrección de posición en tiempo real, para obtener una mayor precisión.

En tierra, las labores de levantamiento de información cartográfica no suelen plantear más problemas que la propia accesibilidad del terreno y la disponibilidad de medios; una vez en el punto de muestreo, es fácil tomar datos de un amplio entorno. En el mar, sin embargo, el levantamiento de la información es mucho más costoso en medios y tiempo. Las inmersiones siempre están limitadas en la profundidad y en el tiempo, y el tra-



La obtención (levantamiento) de la información cartográfica, especialmente de algunos aspectos como la cobertura y densidad de las praderas, requiere la realización de transectos en inmersión (FOTOS: A. A. LUQUE Y D. MORENO)





Esquema representativo del proceso de unión en un sistema de información geográfica (SIG) de las distintas capas de información, obtenidas mediante métodos indirectos (A y B, batimetría y fisiografía) y directos (C, información biológica mediante transectos visuales en inmersión), para obtener una capa en la que aparecen representadas las comunidades biológicas (D) (DIBUJO: J. C. GARCÍA GÓMEZ)

bajo en inmersión implica una serie de riesgos y precauciones adicionales para los investigadores. Además, como la información obtenida mediante el uso de métodos directos es siempre puntual, la elaboración de una cartografía detallada de las comunidades marinas exige una componente de interpretación mucho mayor.

La información cartográfica obtenida por los métodos descritos anteriormente suele integrarse en lo que se denomina un «Sistema de Información Geográfica». Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y representarla gráficamente. Se trata de una sofisticada herramienta con múltiples aplicaciones, tan dispares como la planificación urbana o del territorio, la gestión catastral, la ordenación del territorio, el medio ambiente, etc.

Un SIG es un «sistema de información diseñado para trabajar con datos ‘georreferenciados’ mediante coordenadas espaciales o geográficas», es decir, con información geográfica. En un SIG se almacena información cartográfica (con lo que es posible conocer la localización exacta de cada elemento en el espacio y con respecto a otros elementos) e información alfanumérica (datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico). Ambos tipos de información están relacionados entre sí, de manera que a cada uno de los objetos espaciales del mapa digital le corresponde un registro en una base de datos. El SIG

descompone la realidad en distintos temas, formando «capas» de información de los distintos aspectos del espacio que interesa estudiar, por ejemplo, el relieve, la litología, los suelos, los ríos, la vegetación, las carreteras, etc. La gran ventaja de este sistema es que se pueden relacionar las distintas capas de información entre sí, proporcionando nuevas posibilidades para obtener información y elaborar mapas temáticos.

Las disciplinas de carácter integrador, como la Geografía o la Ecología, son las que han conocido en los últimos tiempos una mayor progresión de la acumulación de datos, procedentes tanto de los conocimientos de otras disciplinas tradicionales, como de la nueva y creciente conversión de estos datos en información. La aparición de las nuevas tecnologías de la información está facilitando, e incluso forzando, que la información estadística convencional esté cada vez más ligada a criterios espacio-temporales más rigurosos y precisos. Los métodos desarrollados en la ecología de campo se basan en el estudio del paisaje como un mosaico, donde cada «mancha» corresponde a una categoría diferente. Las comunidades bentónicas marinas, al igual que el paisaje terrestre, pueden ser observadas como un mosaico, y su estructura y dinámica analizadas a través de las características de cada «mancha». El estudio de la estructura de la comunidad necesita recopilar las especies presentes y la abundancia de las mismas, además de las características físicas de la zona, tales como la batimetría y los tipos de fondo. La dinámica de las comunidades puede conocerse con el levantamiento sistemático de capas de información en el tiempo.

En este capítulo final, se resumen la metodología y los resultados obtenidos en los dos primeros proyectos de cartografiado a gran escala de comunidades bentónicas marinas realizados en Andalucía, financiados por la Consejería de Medio Ambiente. El primero de ellos por orden cronológico tuvo como objetivo conocer la distribución y el estado de las praderas de fanerógamas marinas en tres sectores de la provincia de Almería, y el segundo, la distribución y el estado de las comunidades bentónicas en el recién declarado Parque Natural del Frente Litoral de Algeciras-Tarifa. Un tercer proyecto de cartografiado, también financiado por la Consejería de Medio Ambiente, se realizó entre diciembre de 2000 y abril de 2001 en el Paraje Natural de los Acantilados de Maro-Cerro Gordo (Málaga-Granada), en colaboración entre la empresa ESGEMAR, S. A. y el Departamento de Biología Vegetal (Botánica) de la Universidad de Málaga. El resultado más importante fue la realización de la cartografía, a escala 1:5.000, de las praderas de *Zostera marina* (diferenciando desde praderas muy claras hasta densas en función de la densidad de haces), y de las escasas formaciones de *Posidonia oceanica*.

Los resultados obtenidos en estos tres proyectos constituyen una valiosa información para la delimitación, declaración, ordenación y posterior gestión de varias áreas marinas protegidas, tanto a nivel autonómico andaluz, como estatal, europeo e internacional.



Desde cierta altura y con el mar en calma es posible determinar la situación y extensión de las praderas de *Posidonia oceanica*, como las que forman el estrecho cinturón, en tono oscuro en la imagen, que rodea la Reserva Integral del Morrón de los Genoveses, en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, Almería (FOTO: D. MORENO)

### Cartografiado y evaluación de las praderas de *Posidonia oceanica* de Almería

Los objetivos de este proyecto, realizado entre 1995 y 1996, fueron el cartografiado a escala 1:10.000 de las praderas de *Posidonia oceanica* de tres sectores de la provincia de Almería (punta Entinas-Aguadulce, Parque Natural de Cabo de Gata y Villaricos-Terreros), la evaluación de su estado de conservación y la consiguiente propuesta de un programa de conservación. Fue la primera vez que se cartografió un área tan extensa (aproximadamente 110 km de línea de costa) a esta escala, con el único precedente previo de una zona mucho más reducida próxima a Toulon (Francia), si bien en este último estudio se empleó una metodología distinta, basada principalmente en el uso del sónar de barrido lateral. Existen también mapas bionómicos de otras zonas del Mediterráneo español (Murcia, Comunidad Valenciana, Baleares), pero realizados a mayor escala. Esencialmente, todos estos levantamientos cartográficos se realizaron empleando métodos indirectos (ecosonda de barrido lateral y muestreos puntuales en inmersión), a veces combinados parcialmente con transectos en inmersión. En el proyecto reali-

zado en Almería, la obtención de datos para el levantamiento cartográfico se basó principalmente en la realización de transectos en inmersión. En el caso de las praderas de *Posidonia oceanica*, los métodos indirectos dan escasa información sobre características tan importantes para la evaluación de su estado como la cobertura, densidad y longitud de hojas y el estado general de la pradera, por lo que el empleo de métodos directos es imprescindible.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

En el levantamiento de datos se utilizó una embarcación neumática con motor fueraborda, del Laboratorio de Biología Marina de la Universidad Autónoma de Madrid, equipada con una ecosonda gráfica, un sistema de posición global (GPS) y un emisor-receptor VHF portátil. Algunos transectos se realizaron desde la embarcación AMA-II, de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. La estación fija empleada para efectuar la corrección diferencial de las posiciones tomadas mediante el GPS se hallaba en Sevilla (Servicio de Información

Ambiental). Los datos tomados simultáneamente por la estación fija permitieron estimar que el error obtenido tras la corrección era aproximadamente de unos 15 m.

En una fase previa a las inmersiones se marcaron transectos cada kilómetro de costa sobre las cartas náuticas del Instituto Hidrográfico de la Marina, hasta un total de 24 transectos en la zona de punta Entinas-Aguadulce, 61 en el Parque Natural de Cabo de Gata y 22 en la zona de Villaricos-Terreros. Los transectos se realizaron utilizando dos remolcadores («torpedos») submarinos. La información (datos, fotografías y vídeo) y el material biológico que posteriormente se examinó en el laboratorio fue recogido en 211 inmersiones (unas 160 horas) para los transectos y las tomas puntuales de datos y muestras, y 70 inmersiones (unas 60 horas) para la toma de fotografías y vídeo.

En general, los transectos se realizaron perpendiculares a la costa, aunque también se realizaron transectos paralelos en determinadas zonas y recorridos paralelos utilizando un mirafondos en aguas someras para determinar el límite superior en praderas extensas. El transecto a realizar cada día se determinaba según el estado de la mar y la zona. Mediante los vehículos todoterreno se accedía al punto de entrada de la embarcación y, una vez a bordo todo el material, se navegaba mediante el GPS y las referencias de tierra anotadas en los mapas al punto de costa elegido para comenzar el transecto. Se tomaba con el GPS una posición en la costa y un solo buceador entraba al agua, permaneciendo otro a bordo preparado por motivos de seguridad y para, en su caso, continuar el transecto tras el agotamiento del aire o de la batería del remolcador del primer buceador. En la embarcación iban otros dos investigadores, uno encargado del gobierno y de la ecosonda, y el otro del GPS. El buceador iba provisto de un ordenador de buceo, termómetro, profundímetro, una bolsa de muestreo, bolsas de plástico de cierre hermético, dos tablillas de metacrilato para anotar datos, dos cuadrículas de tubo PVC para medir la densidad de haces, y el torpedo con un compás montado en una consola. Además, una boya flotante unida al torpedo por un cabo delgado y una pequeña boya de comunicación deslizante sobre este cabo, permitían seguir el recorrido del buceador desde la embarcación y la comunicación entre ambos.

Durante el recorrido, guiado por el compás, el buceador iba anotando datos en las tablillas. Cada vez que observaba alguna incidencia (aparición o desaparición de *Posidonia*, *Cymodocea*, *Zostera*, rizoma muerto, marcas de arrastre, cambios en la cobertura o en la densidad, etc.), se detenía en ese lugar, anotaba en la tablilla la profundidad y enviaba mediante la boya de comunicación una señal a la superficie, para que la embarcación tomase la posición con el GPS. Existiesen o no incidencias, siempre se tomaron posiciones en la superficie cada 5 m de profundidad. Con la ecosonda se registraba de forma gráfica el perfil batimétrico de las zonas a muestrear, siguiendo el recorrido que los buceadores realizaron en los transectos, aunque las profundidades empleadas en el levantamiento cartográfico correspon-

den a las obtenidas mediante los ordenadores de buceo, que se consideraron más exactas que las de la sonda tras un calibrado previo. En total, se realizaron 107 transectos perpendiculares a la costa, 4 paralelos y 10 recorridos paralelos utilizando el mirafondos.

Los datos obtenidos de los transectos se trasladaron diariamente a dos tipos de estadillos, uno general del transecto y otro en el que se reflejó la información de cada uno de los puntos del transecto, y a las correspondientes bases de datos en un ordenador portátil.

#### CRITERIOS DE DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PRADERAS

Se utilizaron los criterios habituales de evaluación de las praderas de *Posidonia oceanica*. Los principales descriptores empleados fueron:

a) *Densidad*. Se midió el número de haces por metro cuadrado de pradera, en diferentes estaciones de las praderas cuando éstas eran muy extensas. Como la densidad disminuye con la profundidad, se midió cada 5 m de profundidad en transectos previamente seleccionados, que permitieran caracterizar cada una de las praderas. Se utilizó una cuadrícula de tubo PVC de 20 mm de sección, y de 25 x 25 o 40 x 40 cm de superficie interior según la mayor o menor densidad de la pradera, para el recuento del número de haces (3 réplicas). Posteriormente, se transformaron los datos a número de haces por metro cuadrado.

b) *Cobertura*. Se realizó mediante una estimación visual (basada en pruebas preliminares fotográficas) del porcentaje de la superficie total ocupada por la planta a lo largo de los transectos perpendiculares (con réplicas cada cinco metros de profundidad) o paralelos a la costa. Dentro de este apartado, también se observó el tipo de límite (superior o inferior) de la pradera. Aunque se ha propuesto un índice para determinar la posible existencia de regresión en las praderas, no fue aplicado en este proyecto, ya que los transectos se finalizaron con anterioridad a la publicación de dicho índice.

c) *Longitud foliar y lepidocronología*. Se tomaron en total, en las diferentes zonas, 45 muestras de 25 haces cada una, cada 5 metros de profundidad. Las muestras fueron recogidas por un buceador de forma manual, introducidas en bolsas de plástico de 50 l anudadas para evitar pérdidas de material y posteriormente fijadas en formol al 4% con agua de mar y almacenadas en bidones de 25 l de cierre hermético para su transporte al laboratorio.

d) *Floración y fructificación*. Dada la duración del proyecto y la época en la que se produce, la floración sólo pudo observarse de

forma puntual en otoño, cuando ya habían finalizado los muestreos regulares.

e) *Fotografía y vídeo.* Se utilizaron para registrar gráficamente el estado de las praderas, así como la estructura de éstas (rizomas, hojas, flores).

f) *Marcas de arrastre.* El impacto de las artes de arrastre sobre las praderas produce una alta erosión mecánica, arrancando una gran cantidad de haces y provocando una disminución progresiva de la complejidad estructural de la pradera, que afecta a la comunidad animal asociada, alterando cualitativa y cuantitativamente las especies que la componen. Las marcas producidas por las redes de arrastre aparecen como surcos generalmente paralelos a la línea de costa, con una anchura que oscila entre 0,5 y 1 m, en la que los rizomas de *Posidonia* aparecen arrancados. Aunque el espacio que separaba cada uno de los transectos realizados en este proyecto (aproximadamente 1 km) no permitió estimar con precisión la extensión de las marcas de arrastre, a las que los transectos cortaban perpendicularmente, se anotó la posición de las marcas encontradas. La metodología empleada, obviamente, subestima los daños producidos por el arrastre.

#### ELABORACIÓN DE LOS MAPAS

Con los datos de posición corregidos, junto a los de profundidad, tipo de fondo, cobertura vegetal, densidad de haces y longitud máxima alcanzada por las hojas y rizomas, se elaboró una base de datos. La información fue completada digitalizando la batimetría adicional (isóbatas) obtenida de las cartas y parcelarios del Instituto Hidrográfico de la Marina. Debido a los distintos sistemas de posición y medición de la profundidad empleados en esa cartografía, se comprobaron diferencias con los datos obtenidos en el proyecto, que se consideraron más exactos. Cuando la calidad de las mismas lo permitía, se digitalizó la información obtenida de las fotografías aéreas en color a escala 1:10.000, proporcionadas por el Instituto de Cartografía de Andalucía.

Toda esta información fue procesada en el Servicio de Cartografía de la Universidad Autónoma de Madrid mediante el Sistema de Información Geográfica Arc/Info, con el que se elaboró la cartografía a escala 1:10.000, utilizando como fondo de referencia el «raster» del Mapa Topográfico de Andalucía a esa escala, proporcionado por el Servicio de Información Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente. Con la información biológica obtenida en los puntos de los transectos, se elaboraron unos polígonos que recogían, de forma estimativa y aproximada, la extensión de cada tipo de fondo y cobertura vegetal, de acuerdo a diferentes códigos numéricos y de color. Los códigos de color se

prefirieron por su claridad a la simbología gráfica utilizada comúnmente para indicar los tipos de comunidades bentónicas del Mediterráneo.

#### RESULTADOS

Los resultados del cartografiado se reflejaron en 30 mapas a escala 1:10.000 impresos en poliéster y papel, y fueron digitalizados en una cinta de datos. Como ejemplo, se ilustra parte de una de las hojas 1:10.000, y se reúnen las demás en cinco mapas a mayor escala (1:100.000). Las principales características generales de las praderas de las tres zonas estudiadas se resumen a continuación.

##### *Punta Entinas-Aguadulce*

Frente al litoral comprendido entre punta Entinas y punta Sabinar se sitúa una extensa plataforma poco profunda con afloramientos rocosos. Esta plataforma está ocupada por una pradera dispersa de *Posidonia oceanica* que constituye, probablemente, la más occidental de esas dimensiones en las costas europeas. El límite superior de esta pradera se sitúa próximo a la costa (a unos 2 m de profundidad) frente a punta Entinas y se va separando de la misma hacia punta Sabinar. En este punto, el límite superior se encuentra a unos 800 m de la línea de costa y a una profundidad de 6 m. En esta última zona se observó, antes de llegar a la pradera, un banco de rizomas muertos.

Esta pradera se extiende de forma irregular por toda esta plataforma, asentándose sobre los afloramientos rocosos. Su límite inferior no se detectó con precisión, pues se trata de un límite progresivo. Se estima que la pradera, como tal, finaliza en torno a los 22 m (a unos 2,5 km de la línea de costa), pero a mayor profundidad aparecen matas sueltas cada vez más dispersas. La cobertura es, en su mayor parte, inferior al 50%, aunque en algunas de las zonas menos profundas puede acercarse al 75%. En las zonas más profundas la cobertura es inferior al 25%. La densidad es, asimismo, baja y se han observado rizomas muertos prácticamente en toda su extensión. Se deduce de todo ello que se trata de una pradera en regresión. Sólo se encontraron dos marcas de arrastre durante los transectos, pero en esta zona es frecuente el arrastre sobre la pradera. Ello puede deberse, aparte de a la metodología empleada, a que la naturaleza parcialmente rocosa del fondo y la baja cobertura de la pradera dificultan la observación de los efectos del arrastre.

En el tramo comprendido entre punta Sabinar y Roquetas de Mar aparece una pradera de *Posidonia oceanica* en un estado de regresión avanzado, flanqueada, tanto en su límite superior como

en el inferior, por praderas de *Cymodocea nodosa*. Generalmente, primero aparece una pradera de *Cymodocea*, que comienza en torno a los 6 m y se extiende hasta unos 10 m de profundidad. En dicha cota comienzan a aparecer rizomas muertos de *Posidonia* con alguna mata suelta y, según avanza la profundidad, va aumentando el porcentaje de pradera viva, aunque nunca llega a superar el 75% de cobertura. Hacia los 13 m vuelve a predominar el rizoma muerto y a 14 m vuelve a aparecer una pradera de *Cymodocea*, que se extiende hasta unos 20 m. Esta triple franja (*Cymodocea-Posidonia-Cymodocea*) se va estrechando hacia el NE, hasta que a la altura de la Laja del Palo queda reducida a una estrecha franja de *Cymodocea*, que se extiende sobre un fondo de arena entre 7,5 y 9 m de profundidad.

De todo lo anterior, se deduce que la pradera de *Posidonia* existente en el tramo punta Sabinar-Roquetas de Mar es una pradera degradada, que parece estar siendo ocupada progresivamente por *Cymodocea*. De hecho, esta última fanerógama se encontró en parte de las zonas con rizomas muertos de *Posidonia*. Asimismo, se observaron en esta zona dos marcas de arrastre entre 12 y 14 m de profundidad y los módulos del arrecife antiarrastre instalados poco antes del comienzo del proyecto.

Frente a la zona comprendida entre las urbanizaciones de Roquetas de Mar y esta localidad, existe una extensa pradera mixta de *Cymodocea nodosa* y *Zostera marina*. A unos 6 m de profundidad comienza a aparecer la primera de estas plantas y a 10-11 m se mezcla con la segunda, hasta una profundidad de unos 18 m.

En el tramo Roquetas de Mar-Aguadulce, hacia el norte de Roquetas, existe primero una pequeña pradera de *Cymodocea nodosa*, entre 2 y 11 m de profundidad, que enseguida da paso a una pradera de *Posidonia oceanica*. Dicha pradera se extiende hasta Aguadulce, formando una franja estrecha y próxima a la costa, que, frente al lugar conocido como La Charca, da lugar a un «arrecife barrera», llegando las hojas a aflorar a la superficie. Este arrecife es muy patente por la rompiente del oleaje en la zona conocida como los Bajos de Roquetas (que debe su nombre, precisamente, a la existencia de esta formación).

Esta franja de *Posidonia oceanica* adopta una disposición en manchas muy variables en forma y tamaño, con frecuentes claros entre sí, por lo que la cobertura total se sitúa entre el 50 y el 70%. Sin embargo, en las manchas de pradera, la densidad es muy alta (más de 1.000 haces por m<sup>2</sup>). Las manchas de *Posidonia* se extienden hasta unos 12 m de profundidad. Tanto en las zonas más superficiales como en las más profundas, se han observado bancos de rizomas muertos, lo que indica que estas praderas están en regresión. La singularidad del arrecife barrera de *Posidonia*, probablemente el mayor de las costas mediterráneas españolas, y el hecho de que se encuentre en regresión, ha determinado su declaración como Monumento Natural.

#### Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar

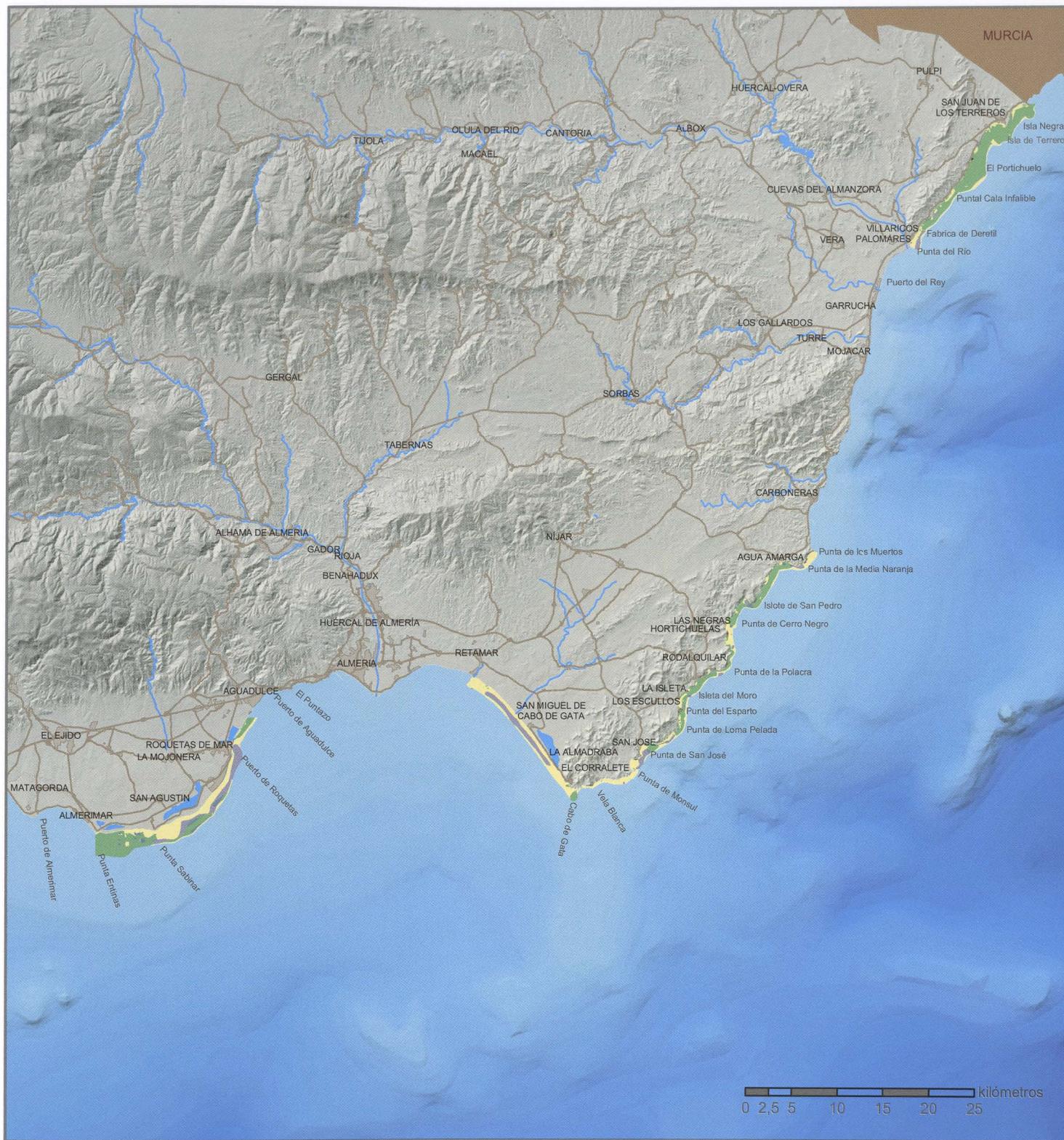
En este sector de costa se distinguen dos tramos de diferentes características. El tramo más occidental, entre la rambla de Las Amoladeras y el cabo de Gata, está formado principalmente por costa baja y arenosa. El resto del litoral del Parque, a partir del cabo de Gata, es muy accidentado, predominando los acantilados.

En el primero de estos tramos apenas existen praderas de *Posidonia oceanica*, si se exceptúan tres pequeñas manchas situadas sobre afloramientos rocosos. Justo en el límite occidental del Parque, a la altura de Torre García, existen dos pequeñas manchas de *Posidonia*, una sobre las mismas piedras situadas en la línea de costa entre 1 y 3 m, donde se mezcla con comunidades de algas fotófilas, y otra situada entre 4 y 6 m de profundidad muy cerca de la primera. Frente a esta zona existe una pradera de *Cymodocea nodosa*, que se extiende entre 6 y 18 m, y una tercera mancha de *Posidonia* a 18 m, asentada sobre una laja rocosa. Frente al resto de la costa, hasta llegar a los primeros acantilados del cabo de Gata, aparece una extensa pradera de *Cymodocea*. Su límite superior suele situarse en torno a los 5 m de profundidad, mientras que el límite inferior fluctúa entre unos 15 y 20 m dependiendo de las zonas. Esta pradera alcanza sus mayores densidades entre 8 y 12 m y sobre ella arrastran frecuentemente los barcos almejeros de San Miguel de Cabo de Gata.

Frente a los acantilados del cabo de Gata se han localizado dos zonas con praderas de *Posidonia*. La primera mancha se sitúa frente a la playa del Corralete, entre 4 y 12 m, y la segunda frente al mismo cabo entre 7 y 16 m (La Laja del Cabo de Gata). Mientras que la primera presenta una cobertura superior al 75% y una alta densidad de haces, la segunda es más dispersa (cobertura inferior al 25%) y tiene una densidad baja.

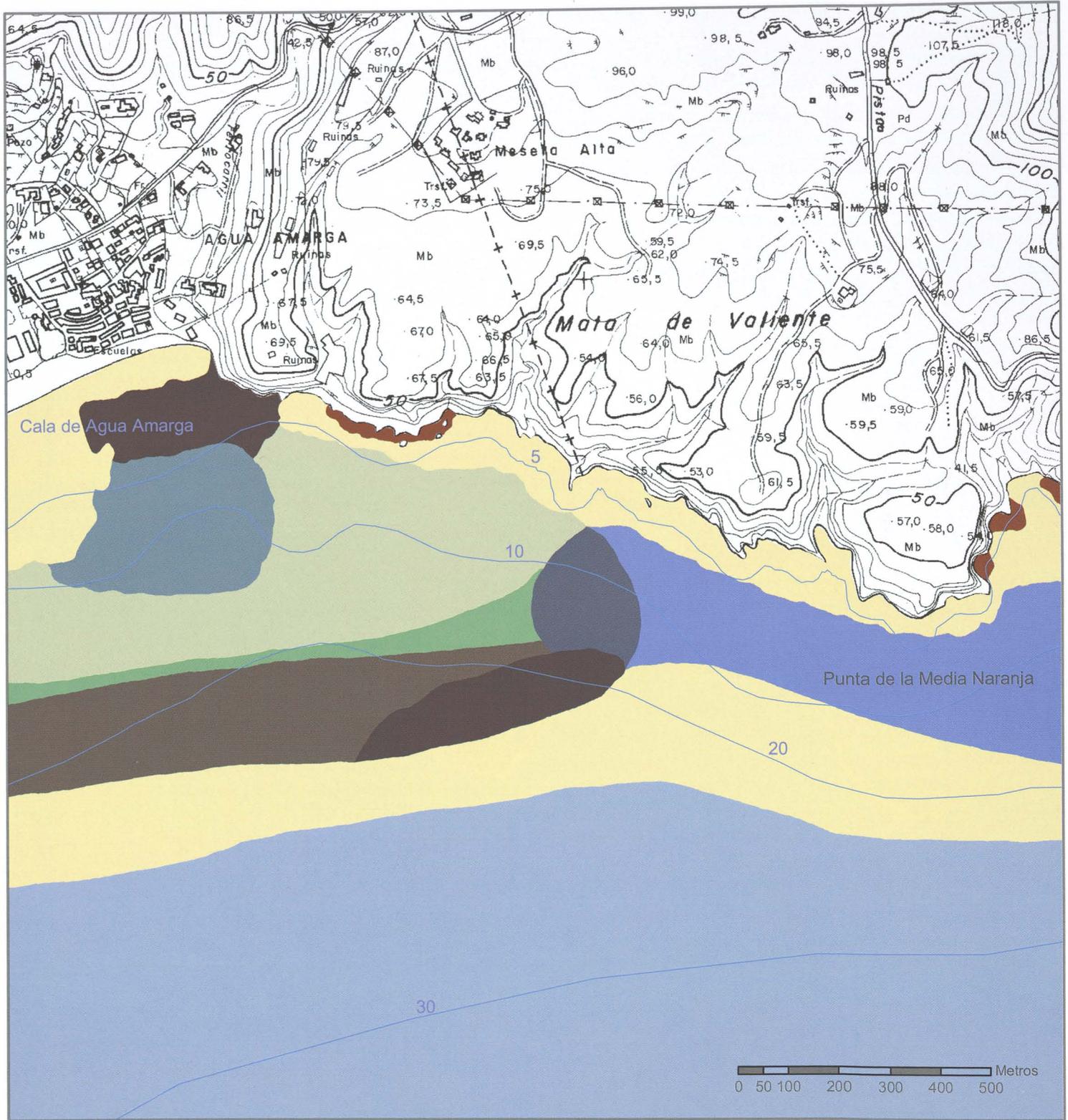
En el segundo tramo del Parque, entre el cabo de Gata y la punta de los Muertos, las praderas de *Posidonia* se sitúan, con muy pocas excepciones, sobre sustratos rocosos. Las dos únicas excepciones las constituyen las praderas ubicadas frente a la playa del Arco (Los Escullos), y frente a Agua Amarga, que se hallan sobre arena.

Los fondos rocosos en esta zona son poco extensos y suelen localizarse al pie de los acantilados, por lo que las praderas de *Posidonia* forman un estrecho e irregular cinturón que bordea la costa. El límite inferior varía entre 12 y 25 m, dependiendo de la profundidad alcanzada por los fondos rocosos en cada zona. Estos fondos rocosos enseguida dan paso a fondos de arena, sobre los que pueden aparecer praderas de *Cymodocea* que alcanzan hasta 28 m de profundidad. En algunas zonas de este tramo de costa, un segundo cinturón de *Posidonia* ha desplazado a *Cymodocea* sobre los fondos arenosos, llegando hasta 25 m de profundidad. Las praderas de *Posidonia* de este sector no son muy extensas, pero se encuentran en un excelente estado de



Inventario, evaluación y programa de mantenimiento-conservación de hábitats de interés comunitario del litoral de Almería: praderas de *Posidonia oceanica*. Zonas estudiadas: Punta Entinas-Aguadulce, Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar y Villaricos-Terreros, provincia de Almería. FUENTE: RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA (MAPA: A. ORTIZ, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA)

- Red de carreteras
- Red hidrográfica
- Núcleo urbano
- Fondos blandos
- Fondos rocosos
- *Posidonia oceanica*
- *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*
- *Cymodocea nodosa*



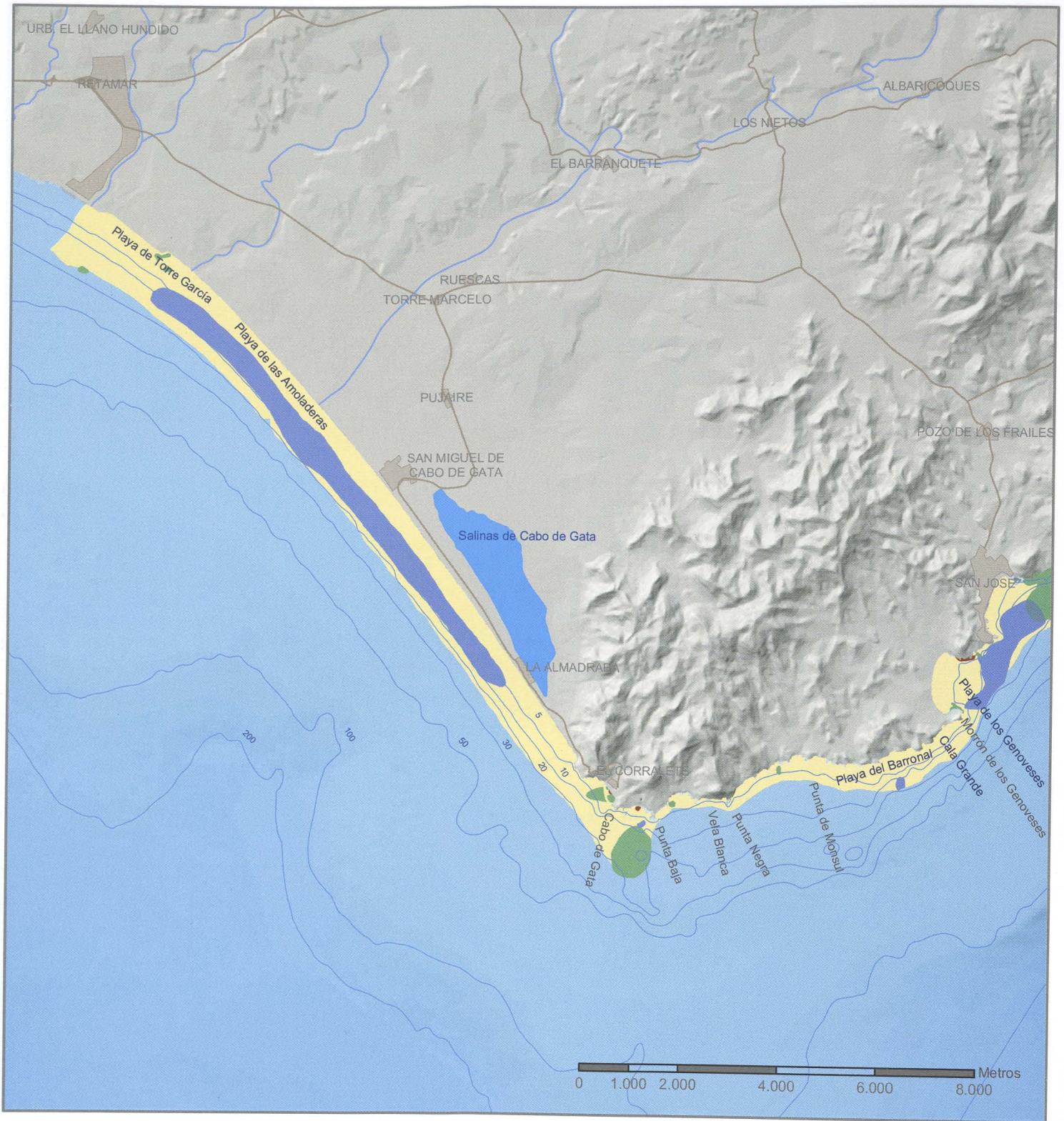
Inventario, evaluación y programa de mantenimiento-coservación de hábitats de interés comunitario del litoral de Almería: praderas de *Posidonia oceanica*. Fragmento de la hoja 1:10.000, número 1046-42 de la zona de Agua Amarga, en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, que muestra el nivel de detalle de la cartografía. FUENTE: RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA (MAPA: A. ORTIZ, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA)

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Fondos blandos   | <i>Posidonia oceanica</i> sobre arena, 25-50% cobertura | <i>Posidonia oceanica</i> sobre arena, 75-100% cobertura               | <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> sobre arena, 25-50% |
| Fondos rocosos   | <i>Posidonia oceanica</i> sobre arena, 50-75% cobertura | <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> sobre arena, 0-25% | <i>Cymodocea nodosa</i> sobre arena                                     |
| <i>Posidonia oceanica</i> sobre arena, 0-25% cobertura |   |  |   |



Inventario, evaluación y programa de mantenimiento-conservación de hábitats de interés comunitario del litoral de Almería: praderas de *Posidonia oceanica*. Mapa correspondiente al sector Punta Entinas- Aguadulce. Escala aproximada 1:100.000. FUENTE: RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA (MAPA: A. ORTIZ, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA)

- |                     |                             |   |   |
|---------------------|-----------------------------|---|---|
| — Red de carreteras | ■ Fondos blandos            | ■ <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera marina</i>     |
| — Red hidrográfica  | ■ Fondos rocosos            | ■ <i>Cymodocea nodosa</i>                             | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Caulerpa prolifera</i> |
| ■ Núcleo urbano     | ■ <i>Posidonia oceanica</i> |   |   |



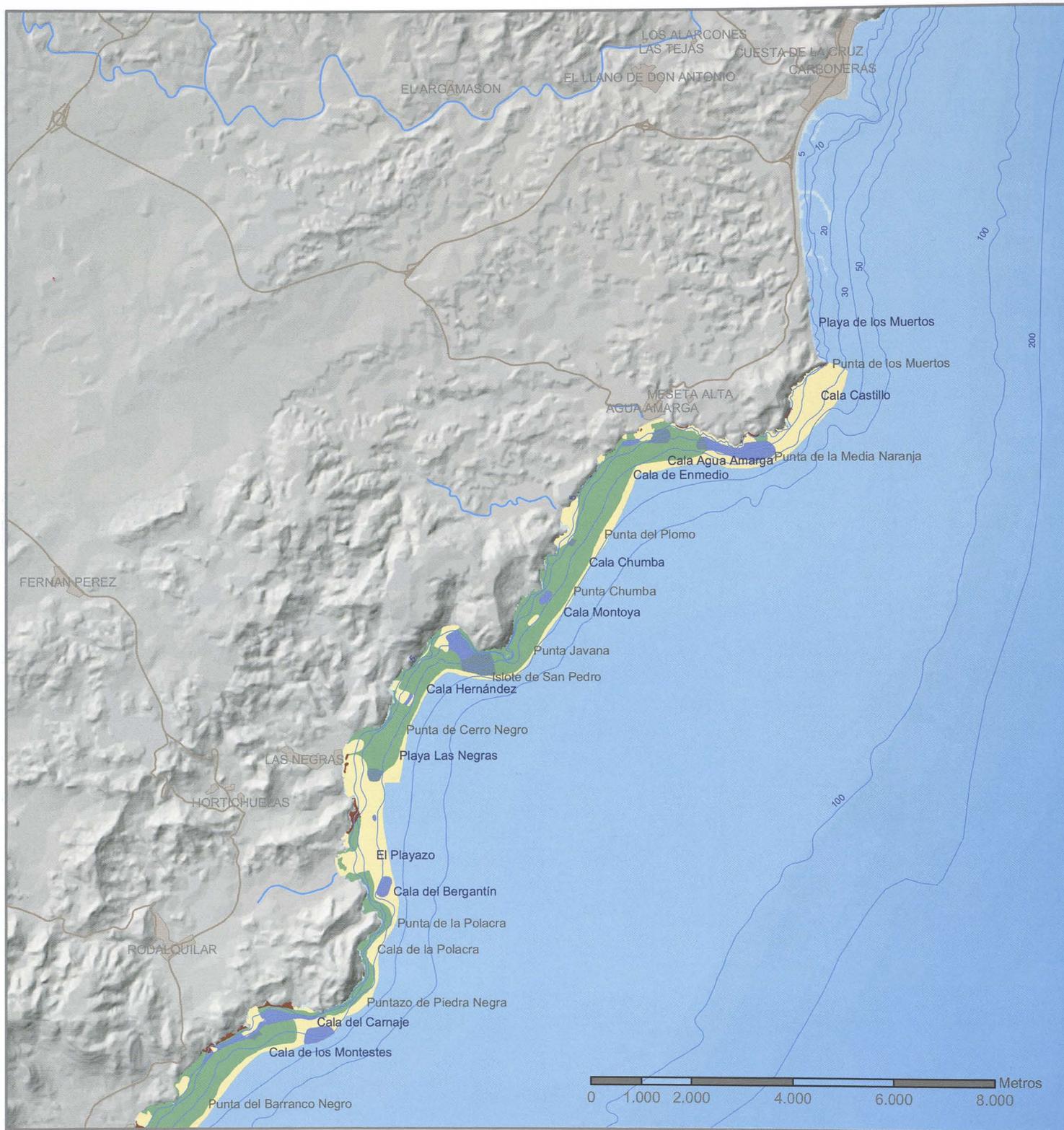
Inventario, evaluación y programa de mantenimiento-conservación de hábitats de interés comunitario del litoral de Almería: praderas de *Posidonia oceanica*. Mapa correspondiente al primer sector del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. Escala aproximada 1:100.000. FUENTE: RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA (MAPA: A. ORTIZ. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA)

- |                     |                             |   |   |
|---------------------|-----------------------------|---|---|
| — Red de carreteras | ■ Fondos blandos            | ■ <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera marina</i>     |
| — Red hidrográfica  | ■ Fondos rocosos            | ■ <i>Cymodocea nodosa</i>                             | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Caulerpa prolifera</i> |
| ■ Núcleo urbano     | ■ <i>Posidonia oceanica</i> |   |   |



Inventario, evaluación y programa de mantenimiento-conservación de hábitats de interés comunitario del litoral de Almería: praderas de *Posidonia oceanica*. Mapa correspondiente al segundo sector del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. Escala aproximada 1:100.000. FUENTE: RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA (MAPA: A. ORTIZ, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA)

- |                     |                             |   |   |
|---------------------|-----------------------------|---|---|
| — Red de carreteras | ■ Fondos blandos            | ■ <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera marina</i>     |
| — Red hidrográfica  | ■ Fondos rocosos            | ■ <i>Cymodocea nodosa</i>                             | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Caulerpa prolifera</i> |
| ■ Núcleo urbano     | ■ <i>Posidonia oceanica</i> |   |   |



Inventario, evaluación y programa de mantenimiento-conservación de hábitats de interés comunitario del litoral de Almería: praderas de *Posidonia oceanica*. Mapa correspondiente al tercer sector del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. Escala aproximada 1:100.000. FUENTE: RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA (MAPA: A. ORTIZ, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA)

- |                     |                             |   |   |
|---------------------|-----------------------------|---|---|
| — Red de carreteras | ■ Fondos blandos            | ■ <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera marina</i>     |
| — Red hidrográfica  | ■ Fondos rocosos            | ■ <i>Cymodocea nodosa</i>                             | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Caulerpa prolifera</i> |
| ■ Núcleo urbano     | ■ <i>Posidonia oceanica</i> |   |   |



Inventario, evaluación y programa de mantenimiento-conservación de hábitats de interés comunitario del litoral de Almería: praderas de *Posidonia oceanica*. Mapa correspondiente al sector de Villaricos-Terreros. Escala aproximada 1:100.000. FUENTE: RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA (MAPA: A. ORTIZ, CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCÍA)

- |                     |                             |   |   |
|---------------------|-----------------------------|---|---|
| — Red de carreteras | ■ Fondos blandos            | ■ <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Zostera marina</i>     |
| — Red hidrográfica  | ■ Fondos rocosos            | ■ <i>Cymodocea nodosa</i>                             | ■ <i>Cymodocea nodosa</i> y <i>Caulerpa prolifera</i> |
| ■ Núcleo urbano     | ■ <i>Posidonia oceanica</i> |   |   |

conservación, con una cobertura por lo general superior al 75% y una densidad de entre 1.000 y 2.000 haces por m<sup>2</sup>. Las praderas situadas frente a Loma Pelada y Agua Amarga son las que alcanzan mayor profundidad, siendo esta última una de las pocas que se asienta sobre sustrato arenoso.

En un primer sector de este tramo de costa, el comprendido entre el cabo de Gata y San José, casi no aparecen praderas de *Posidonia*. En esta zona apenas existen fondos rocosos; los fondos de arena comienzan al pie mismo de los acantilados. En este sector sólo se detectaron dos pequeñas praderas, una frente a punta Baja (entre 10 y 17 m) y otra situada en la Reserva Integral del Morrón de los Genoveses (desde la costa hasta 12 m). Asimismo, existe en este sector una extensa y dispersa pradera de *Cymodocea*, entre la punta de la Vela Blanca y el cerro del Barronal, que llega hasta unos 12 m. En el extremo oriental de esta pradera aparecen matas dispersas de *Posidonia* entre la pradera de *Cymodocea*. Otra pradera de esta última planta se extiende entre 9 y 15 m frente a la ensenada de Los Genoveses.

Entre San José y la punta de Loma Pelada existe un cinturón de *Posidonia* discontinuo y estrecho al pie de los acantilados, cuyo límite inferior varía entre 12 y 25 m, dependiendo de la profundidad alcanzada por los fondos rocosos en cada zona. La pradera situada frente a Loma Pelada es la que alcanza mayor profundidad. Por fuera de algunas de estas praderas, se extiende una pradera de *Cymodocea* bastante densa y que llega a alcanzar hasta los 28 m de profundidad, aunque su límite inferior es irregular y de tipo progresivo.

Entre la punta de Loma Pelada y la cala del Carnaje se sitúan las praderas de *Posidonia* más extensas, que forman un cinturón casi continuo y alcanzan profundidades de hasta 21 m. En este sector sólo se localizó una pradera de *Cymodocea* frente a Los Escullos, a una profundidad de entre 15 y 18 m.

Frente a los acantilados comprendidos entre el puntazo de Piedra Negra y la punta de la Polacra existen rodales de *Posidonia* sobre las rocas hasta unos 25 m de profundidad. La cobertura de las praderas aquí no supera el 25%. Entre este punto y la cala de San Pedro predominan los fondos de arena, y las praderas de *Posidonia* son pequeñas y discontinuas, aunque con coberturas y densidades altas. Destaca el arrecife barrera de El Playazo de Rodalquilar, que protege la playa de esta localidad. En este sector se han hallado dos praderas de *Cymodocea*, una profunda, situada por fuera de una pradera de *Posidonia* hasta 22 y otra más superficial ubicada en la cala de San Pedro, entre 5 y 15 m.

Entre la cala de San Pedro y Agua Amarga existe otro cinturón casi continuo de praderas de *Posidonia*, que se extiende por lo general entre 2 y 20 m. La cobertura de estas praderas no es muy alta, situándose entre el 50 y el 75%. Frente a Agua Amarga existe una pradera muy densa de *Posidonia*, que se extiende entre 6 y 25 m de profundidad, interrumpida por una franja de *Cymodocea* entre 8 y 12 m. Se trata de una de las po-

cas praderas localizadas sobre arena. Su estado de conservación es excelente, con elevadas cobertura y densidad, y una gran longitud de las hojas.

En torno a la punta de la Media Naranja, los acantilados verticales dan paso enseguida a fondos de arena y sólo se observan al pie de los mismos matas sueltas de *Posidonia*, que no llegan a formar praderas, con excepción de la existente frente a la punta de los Muertos. Esta pradera se extiende entre 1 y 21 m y presenta una alta cobertura (superior al 75%). También existe una pradera en torno a la isla de San Andrés entre 10 y 20 m, con una cobertura entre el 25 y el 50%.

En el Parque del Cabo de Gata, las praderas de *Cymodocea* parecen constituir una fase previa a la instalación de *Posidonia*. Por ejemplo, en el sector comprendido entre San José y la punta de la Loma Pelada, las matas de *Posidonia* parecen ir colonizando fondos previamente ocupados por *Cymodocea*. En esta zona no se han encontrado rizomas muertos de *Posidonia*.

El estado general de las praderas del Parque puede considerarse óptimo. Sólo se encontraron dos marcas de arrastre en el Parque. El hecho de que las praderas se hallen en general sobre fondo rocoso, formando un cinturón estrecho relativamente próximo a la costa, puede explicar la escasez de marcas.

#### Villaricos-Terrerros

Se trata de un tramo de costa acantilado en su mayor parte, que da paso a fondos poco profundos y llanos, con numerosos afloramientos rocosos. Sobre estos afloramientos se instala una extensa pradera de *Posidonia* que, además, puede extenderse por los fondos arenosos próximos. Esta pradera es casi continua a lo largo de todo el litoral y su límite superior comienza casi en la línea de costa, mientras que el inferior oscila entre los 18 m en la zona sur y los 31 en la norte. Se trata de una pradera muy extensa de unos 22 km de longitud y cuya anchura oscila entre menos de 1 km en el extremo sur y más de 2 en el norte. Su estado de conservación es excelente, con un 100% de cobertura en amplias zonas y una densidad que supera los 700 haces por m<sup>2</sup> en una buena parte de su extensión. En toda esta zona *Cymodocea* queda relegada a pequeñas áreas en el límite superior de las praderas de *Posidonia*. En algunos puntos aparece mezclada con *Zostera noltii* y, en la ensenada de Terreros, con el alga clorófito *Caulerpa prolifera*, lo que constituye una asociación única en todo el litoral estudiado. Frente a El Calón hay que destacar la existencia de un arrecife barrera de *Posidonia* relativamente extenso, que protege la playa arenosa.

Las praderas situadas en esta zona son las más extensas del litoral mediterráneo de la Península Ibérica, junto a las de la costa murciana próxima. Su estado de conservación es, en general, excelente, si se exceptúa la zona cercana a Villaricos y a la fábrica de Deretil, en la que la pradera aparece degradada, con

abundancia de rizomas muertos. Sólo se observaron tres marcas de arrastre en la zona de Terreros, y dos más al sur.

#### *Estado de las praderas*

Como se ha descrito en el capítulo correspondiente, las hojas de *Posidonia oceanica* presentan una base diferenciada o peciolo que queda adherida al rizoma en el orden en el que aparecieron tras el desprendimiento del resto de la hoja (limbo). Siguiendo la evolución del espesor de las escamas, aparecen ciclos de carácter anual que permiten datar cada pedazo de rizoma (lepidocronología). De este modo, es posible obtener el número de hojas que aparecen cada año en un haz de *Posidonia*, el crecimiento de los rizomas (midiendo la longitud entre dos mínimos de espesor) y la producción de rizomas (pesando los fragmentos formados cada año). Como también se ha comentado, la densidad de haces es uno de los parámetros estructurales de mayor importancia para caracterizar el estado de las praderas de *Posidonia oceanica*. La densidad está muy influenciada por la profundidad, de tal manera que disminuye conforme la irradiancia es menor. Los primeros intentos de tipificar el estado de las praderas en función de su densidad no consideraban la influencia de la profundidad. De este modo, se englobaban en la misma categoría, por ejemplo, praderas superficiales muy alteradas y praderas profundas sin ningún grado de alteración de origen humano, porque ambas tenían valores de densidad bajos.

Como complemento del levantamiento cartográfico, se realizó un estudio lepidocronológico preliminar de algunas de las muestras recogidas en punta Entinas, en el Parque de Cabo de Gata y en la zona Villaricos-Terreros, y de la densidad de haces en las dos últimas zonas (8 estaciones en la primera y 5 en la segunda), del que se resumen a continuación los principales resultados.

El número de hojas producidas por vástago y año fue similar en todas las muestras del sector Villaricos-Terreros (8,32) y del Parque de Cabo de Gata (8,40), y ligeramente más alto en la estación de punta Entinas (8,72), probablemente debido a una mayor presencia de rizomas plagiotropos, que poseen un mayor número de hojas. Por el contrario, la pradera del Parque de Cabo de Gata presentó un mayor crecimiento y una mayor producción de rizomas (1,10 cm por año, y 119 mg peso seco por haz y por año, respectivamente), que las de Villaricos-Terreros (0,69 y 83) y punta Entinas (0,87 y 70). Las praderas de cabo de Gata están mucho más consolidadas, con un estrato hipogeo bien desarrollado, mientras que en las otras dos zonas las praderas se desarrollan de forma irregular sobre lajas de roca y arena, y tienen un espesor de mata muy pequeño.

Las muestras de cabo de Gata presentaron valores de densidad muy elevados (entre 1.157 y 1.540 haces por m<sup>2</sup>), que se sitúan entre los más altos del Mediterráneo y sólo son superados

en las costas peninsulares españolas por los de la Reserva Marina de Tabarca, lo que indica un estado de conservación óptimo. En la zona de Villaricos-Terreros los valores de densidad fueron más bajos (entre 371 y 936 haces por m<sup>2</sup>), lo que indica un grado de impacto importante en las praderas superficiales, probablemente debido a que en las cercanías de la estación con valor más bajo se halla la fábrica de Deretil, y al intenso hidrodinamismo superficial y a la situación de las praderas sobre sustrato rocoso en el resto de la zona.

La disminución de la densidad de haces con la profundidad fue relativamente baja en ambas zonas, lo que indica que las aguas son transparentes y que no existen alteraciones en las praderas profundas, donde el hidrodinamismo se atenúa.

#### *Floración y fructificación*

Los datos obtenidos proceden de la observación directa de las flores (octubre) y de la información proporcionada por Diego Moreno en los meses posteriores, ya que en octubre se dio por finalizado el trabajo de campo. A continuación, se resumen los datos de floración observados durante 1995 y 1996.

- La Laja del Cabo de Gata. 27-10-1995. Numerosas flores entre 13 y 15 m de profundidad, y más escasas a 18 y 23 m (D. Moreno, com. pers.).
- Punta del Esparto (Los Escullos). 28-10-1995. Flores escasas a 5 m de profundidad.
- Cala Amarilla, a poniente del Morrón de Genoveses. 10-11-1995. Numerosas flores, pero no en todas las manchas de *Posidonia*, entre 16 y 18 m (D. Moreno, com. pers.).
- Morrón de Los Genoveses. 10-11-1995. Flores escasas entre 2 y 4 m de profundidad (D. Moreno, com. pers.).
- Punta de la Media Naranja. 29-12-1995. Escasas flores entre 7 y 13 m de profundidad, parcialmente cubiertas por epifitos e incrustaciones (D. Moreno, com. pers.).
- El Playazo de Rodalquilar. 20-10-1996. Escasas flores entre 2 y 3 m de profundidad.

No se comprobó la fructificación en las praderas florecidas en 1995, pese a haberse visitado algunas de las zonas de floración en febrero de 1996.

#### CONCLUSIONES

Las praderas de *Posidonia oceanica* ocupan alrededor del 43% de la superficie total de las zonas estudiadas, y el 45,6% si se consideran conjuntamente las praderas de *Posidonia* y *Cymodocea nodosa*. En cada una de las tres zonas estudiadas, las praderas de *Posidonia oceanica* constituyen el hábitat marino más

representativo de la costa almeriense y también el que, en general, ocupa una mayor superficie de la franja litoral. El porcentaje de praderas de *Posidonia* y de praderas conjuntas de *Posidonia* y *Cymodocea* en relación a la superficie total estudiada en cada zona, es el 45,5% en punta Entinas-Roquetas, el 28,9% en el Parque de Cabo de Gata y el 74,3% entre Villaricos y Terreros.

En términos generales, puede decirse que las praderas de *Posidonia* del sector occidental de la provincia de Almería se encuentran aparentemente en regresión y las del sector oriental permanecen estables y en algunos puntos parecen estar en expansión.

El estado de conservación de las praderas es excelente en casi todo el litoral oriental (desde el cabo de Gata hasta Murcia), con praderas de elevadas cobertura, densidad y longitud de hojas. En el sector occidental, las praderas tienen una cobertura irregular y una densidad y longitud de las hojas baja, aunque ello probablemente se debe a factores hidrológicos y a que empiezan a encontrarse cerca de su límite occidental de distribución.

En cualquier caso, las praderas de Almería, junto a las de la costa murciana próxima son, sin duda, las mejor conservadas y con una mayor diversidad asociada de la costa mediterránea peninsular.

En el sector occidental, destacan la pradera situada frente a punta Entinas-punta Sabinar, por su extraordinaria extensión y por hallarse en el extremo de distribución de esta planta (se trata de la pradera más oriental de esas dimensiones en las costas europeas), y la que se encuentra entre Roquetas y Aguadulce, por constituir un singular arrecife barrera. Ambas praderas se encuentran en una fase temprana de regresión. El estado de regresión de la pradera situada frente a punta Entinas-punta Sabinar parece deberse esencialmente a las especiales características de la zona, una extensa plataforma poco profunda y abierta a los vientos de Levante y Poniente. La pradera situada entre punta Sabinar y Roquetas se encuentra en un estado de regresión avanzado (con predominio de rizomas muertos) y está siendo desplazada por *Cymodocea*. La contaminación urbana y agrícola de la zona, sometida a una intensa urbanización y con una gran densidad de cultivos bajo plástico, y la pesca de arrastre parecen ser los dos principales factores de esta regresión. Frente a Roquetas se halla una pradera mixta de *Cymodocea nodosa* y *Zostera marina*, de gran interés, por ser una formación singular en la costa almeriense.

En el sector oriental, las praderas de *Posidonia* del Parque Natural de Cabo de Gata no son muy extensas, pero presentan un excelente estado de conservación y en algunos puntos parecen hallarse en expansión. Las praderas del sector norte (Villaricos-Terreros) son de las más extensas y mejor conservadas del litoral mediterráneo español.

Como conclusión práctica de este proyecto, se elaboraron una serie de propuestas de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* en la provincia de Almería. Entre las propuestas generales, figuraban la adopción de las medidas adecuadas de vigilancia de la pesca de arrastre ilegal y de otras actividades que supongan un impacto sobre las praderas, como los vertidos urbanos e industriales y las obras e infraestructuras costeras, el control de la calidad de las aguas y de los sedimentos, y adoptar una política de educación ambiental que divulgue la importancia de *Posidonia oceanica*.

La instalación de arrecifes artificiales de disuasión se ha planteado en los últimos años como una solución alternativa al obligatorio, pero al parecer difícilmente exigible, cumplimiento de la legislación vigente en materia de pesca de arrastre. El equipo investigador que realizó este proyecto no es partidario de la instalación de arrecifes artificiales, aunque asume que, en las circunstancias actuales de la política pesquera, parece una solución aceptable y quizá inevitable. En la provincia de Almería, a juzgar por los resultados obtenidos del seguimiento de los arrecifes instalados en el cabo de Gata, su efecto es beneficioso incluso desde el punto de vista de su aceptación social. Inexcusablemente, la futura instalación de arrecifes no debe realizarse en las praderas de *Posidonia oceanica*, debe contar con un muy riguroso estudio previo y con un no menos riguroso plan de seguimiento y control a largo plazo (superior a tres años, si se trata de evaluar su efecto en las praderas de *Posidonia*).

Como medidas adicionales de protección, se propusieron las siguientes:

1. Ampliar la extensión del Paraje Natural Punta Entinas-Punta Sabinar desde la costa hasta al menos dos millas náuticas mar adentro. El Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del Paraje Natural debe recoger la propuesta de modificación de límites e incorporar una propuesta de zonificación del nuevo ámbito marino protegido, que determine el grado de compatibilidad ambiental de aquellos usos que afecten al hábitat.
2. Establecer la figura de Monumento Natural para la formación arrecifal de *Posidonia oceanica* de Los Bajos de Roquetas.
3. Canalizar la creciente actividad de buceo deportivo en el Parque de Cabo de Gata hacia la observación y el conocimiento de las praderas de *Posidonia*, y potenciar su valor frente a los fondos rocosos, tradicional objetivo de las inmersiones. Ello disminuiría la frecuentación de estas zonas, cuyos poblamientos animales y vegetales son mucho más frágiles y resultan más perjudicados por la actividad de los buceadores. La dificultad de resaltar la elevada diversidad de las praderas, generalmente poco conspicua, y convertir su observación en un objetivo incluso preferible a los fondos du-

ros, requiere, obviamente una capacitación y preparación adecuada de los instructores y guías.

4. Establecer en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de dicho Parque las medidas adicionales necesarias para proteger la extensa y bien conservada pradera situada frente a Agua Amarga, que se halla fuera de las zonas de Reserva Integral y es, sin duda, la más importante del Parque.
5. Evitar el persistente uso como fondeadero de la zona en la que se encuentra la pradera de *Posidonia* de la Reserva Integral del Morrón de Los Genoveses. Aunque en el PORN la ensenada de Los Genoveses tiene la consideración de zona de fondeo ocasional, utilizable por embarcaciones de menos de 75 toneladas o en condiciones climáticas adversas, durante la época veraniega y en buenas condiciones climáticas numerosas embarcaciones deportivas permanecen ancladas sobre la pradera, en la que el fondeo está expresamente prohibido en todo el Parque (y, especialmente, en las zonas de Reserva Integral). Este uso ilegal es difícilmente admisible, habida cuenta de la proximidad del puerto deportivo de San José y de la escasa extensión y gran fragilidad de la pradera, que motivó en su momento la declaración de esta zona como de máxima protección. Se considera prioritaria una adecuada vigilancia y, sobre todo, el inmediato balizamiento marino y terrestre de esta Reserva Integral.
6. Declarar como Parque Natural Marítimo la zona comprendida entre Villaricos y Cala Cerrada, en el límite con la provincia de Murcia, comprendiendo la franja de dominio público marítimo-terrestre y una franja de, al menos, una milla mar adentro. El correspondiente PORN deberá recoger las medidas de ordenación y gestión tanto de los recursos naturales marinos como de los usos compatibles e incompatibles ambientalmente. Aunque es necesario un estudio previo más detallado, la isla de Terreros y algunos bajos cercanos a El Calón son zonas susceptibles de ser declaradas como de máxima protección. El arrecife barrera situado frente a El Calón debe ser preservado también de daños debidos al fondeo de embarcaciones o a vertidos. Especialmente importante en este tramo de costa es el control de los emisarios y vertidos urbanos, sobre todo en la bahía de Terreros, e industriales, especialmente en los alrededores de la empresa Deretil. Para esta última zona, se sugiere un control periódico de la calidad de las aguas y de los sedimentos.
7. Realizar un seguimiento anual de la evolución de las praderas en cada una de las tres zonas estudiadas y de su biodiversidad, especialmente de aquellas consideradas más sensibles (arrecife barrera de Roquetas, Reserva Integral de Los Genoveses, pradera de Agua Amarga, alrededores de Deretil, El Calón, isla de Terreros). Los puntos más importantes serían controlar el estado general de las praderas de acuerdo a los descriptores generalmente empleados (cobertura, densidad) y analizar la calidad de aguas y sedimentos.

Este seguimiento anual podría realizarse con los medios propios de la Consejería de Medio Ambiente. A más largo plazo (ocho años, que es el periodo de revisión del planeamiento ambiental en Andalucía), debería hacerse un seguimiento más detallado, siguiendo la metodología utilizada en este proyecto.

8. Completar a medio plazo el cartografiado de las praderas de fanerógamas de la provincia de Almería, a la misma escala y con una metodología similar a la empleada en este proyecto.
9. Divulgar los resultados de este proyecto.

### **Macrofitobentos y comunidades bentónicas asociadas de la costa norte del estrecho de Gibraltar. Ecocartografía marina en SIG**

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio de levantamiento cartográfico temático detallado a escala 1:10.000 del tramo litoral comprendido entre el cabo de Gracia y punta Carnero (Cádiz), financiado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía con vistas a la declaración de esta zona como un espacio protegido marítimo terrestre. En este tramo se pueden diferenciar dos zonas: una occidental, que abarca una franja continua de una milla marina de anchura desde el cabo de Gracia hasta la isla de las Palomas o isla de Tarifa, y otra oriental, que comprende una franja de la misma anchura, desde la isla de Tarifa hasta punta Carnero. Ambas zonas comprenden un total aproximado de 9.142 hectáreas.

#### **PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN**

La información fisiográfica y estructural de los fondos, concretamente batimetría (metro a metro) y tipos de fondo (arena fina, arena gruesa, arena media, arena muy gruesa, biodetrítico, grava, roca) se obtuvo mediante una campaña de levantamiento de información (a escala 1:10.000) con sónar de barrido lateral.

Para obtener la información biológica, fue necesaria una campaña oceanográfica que se desarrolló durante los meses de julio y agosto de 1999, a bordo de las embarcaciones AMA-6 y AMA-8 de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Constó de una serie de transectos en dirección N-S, equidistantes 1 km. Se tomaron sistemáticamente muestras (en los fondos blandos) y fotografías (en los fondos duros), entre 0 y 30 m, en los puntos de intersección con las isóbatas de 0, 3, 5, 10, 20 y 30 m, por lo que la información relativa a las comunidades biológicas marinas está distribuida puntualmente en el espacio.

De todo ello, se extrajo una información distribuida en dos capas, una puntual con la información biológica y otra poligonal