

# Red de seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia 2006



**Servicio de Pesca y Acuicultura.**  
Dirección General de Agricultura y Pesca.  
Comunidad Autónoma de la Región de Murcia



**Centro Oceanográfico de Murcia.**  
Instituto Español de Oceanografía



**Federación de Actividades  
Subacuáticas de la Región de  
Murcia**



# Informe anual de resultados del tercer año de seguimiento (2006) de la red de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia.

## Documento elaborado por:

Juan Manuel Ruiz Fernández  
Arantxa Ramos Segura  
Rocío García Muñoz  
Jose Miguel Sandoval Gil

## Proyecto Financiado por:

Servicio de Pesca y Acuicultura. Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Proyecto POSIDONIA. Instituto Español de Oceanografía

Ruiz Fernández, J.M., Ramos Segura, A. García Muñoz, R., Sandoval Gil, J.M. (2006). **Informe anual de resultados del tercer año de seguimiento (2006) de la red de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia**. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Murcia, 108 pp.



## **EQUIPO DE TRABAJO 2006**

### **INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA Centro Oceanográfico de Murcia**

Juan M. Ruiz (Dirección y Coordinación)  
Carmen Barberá Cebrián  
Lázaro Marín Guirao  
Rocío García Muñoz  
Jose Miguel Sandoval Gil<sup>1</sup>  
Juan Antonio Martos Sitcha<sup>2</sup>  
Ana M<sup>a</sup> García Cegarra<sup>2</sup>  
Arantxa Martínez Asperilla<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Alumno en prácticas de la Universidad de Murcia

<sup>2</sup> Alumna en prácticas de la Universidad de Cádiz

<sup>3</sup> Alumna en prácticas de Universidad Autónoma de Madrid

### **FEDERACIÓN DE ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS DE LA REGIÓN DE MURCIA**

Jesús Cano (Presidente)  
Primy Cárceles (Secretaría General)

### **CENTROS Y CLUBES COLABORADORES**

PLANETA AZUL  
ATURA  
BUCEAYA  
C.B. ISLAS HORMIGAS  
RIVEMAR  
CENTRO DE BUCEO ÁGUILAS  
C.B. LA ALMADRABA  
C.B. ESTRELLA SUB  
ANDROMEDA  
ANTÍPODAS  
C.B. VILLA DE SAN PEDRO  
MUNDO ACTIVO SUB  
CLUB CORMORÁN  
OCEANO ALFA  
NAVE KA



## ÍNDICE

	Página:
1.- PRESENTACION	1
2.- ANTECEDENTES	1
3.- OBJETIVOS	1
4.-INTRODUCCION	2
5.-METODOLOGIA	8
5.1 Planteamientos generales	8
5.2 Fase inicial de preparación y difusión de información	8
5.3 Novedades de la edición de 2005	9
5.4 Descriptores	10
5.5 Material de muestreo	12
5.6 Red de estaciones de muestreo	12
5.7 Diseño de muestreo y mediciones	14
5.8 Formación de los voluntarios	16
5.9 Control de la calidad de los datos	17
5.10 Control de la participación	18
5.11 Control de <i>Caulerpa racemosa</i> en el litoral murciano	18
6. RESULTADOS	19
6.1 Estaciones de muestreo	19
6.2 Descriptores	19
6.3 Error de la medición de la cobertura por los voluntarios	34
6.4 Participación y perfil de los buceadores voluntarios	35
7. DISCUSIÓN	37
7.1 Descriptores	37
7.1.1 Estaciones con uno o dos años de muestreo	
7.1.2 Estaciones con tres años de muestreo	
7.2 Calidad de los datos de la red de seguimiento	59
7.3 Participación	60
8. CONCLUSIONES	61
9. OBJETIVOS PARA LA EDICIÓN DE 2007	62
10. ANEXOS	64
I. INSTRUCCIONES DE PARTICIPACIÓN	66
II. ESTACIONES DE MUESTREO DE LA RED DE POSIDONIA	69
III. PROTOCOLO DE MUESTREO	85
IV. CALENDARIO DE SALIDAS 2006	89
V. ANEXO FOTOGRÁFICO	93
VI. LISTA DE BUCEADORES VOLUNTARIOS PARTICIPANTES	104
VII. Informe sobre la presencia del alga <i>Caulerpa racemosa</i> en el litoral murciano en 2006.	105





## 1. PRESENTACIÓN

Esta iniciativa es la respuesta a la creciente preocupación de colectivos científicos, ciudadanos y gestores ante el progresivo deterioro de los hábitats y recursos marinos a consecuencia de la actividad del hombre en el ecosistema marino costero del Mediterráneo. Especialmente preocupante es la regresión de las praderas de *P. oceanica*, hábitat de reconocida y especial relevancia ecológica y económica, cuya conservación es actualmente una prioridad no solamente para la preservación de la biodiversidad marina sino también para el futuro de los recursos pesqueros. Por esta razón, el Servicio de Pesca y Acuicultura de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia inició en 2004 un programa a largo plazo para el establecimiento y seguimiento de una *red de vigilancia de las praderas de Posidonia oceanica en la Región de Murcia*. De acuerdo con su carácter continuado en el tiempo, el mencionado departamento suscribió en 2006 un nuevo convenio con el Instituto Español de Oceanografía y la Federación de Actividades Subacuáticas de la Región de Murcia (FASRM). En la presente memoria se presentan los resultados obtenidos durante 2006, el tercer año de proyecto, y se realiza una primera evaluación de la evolución temporal de las praderas muestreadas entre 2004 y 2006.

## 2. ANTECEDENTES

Esta iniciativa es pionera en el litoral de la Región de Murcia, aunque no en el litoral Mediterráneo. La primera vez que se pone en funcionamiento un proyecto de estas características en España es en el litoral catalán, en 1998, por el Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona. El proyecto se inspira en la experiencia desarrollada durante la década de los 80 por investigadores franceses del *GIS Posinonie*,<sup>1</sup> cuya primera iniciativa fue, precisamente, la creación en 1984 de una red de 33 estaciones para el seguimiento biológico de *Posidonia oceanica* a lo largo del litoral Mediterráneo francés. El equipo catalán pone en marcha el proyecto con un doble objetivo: integrar “acción y educación ambiental en un proyecto común” a la vez que obtener datos científicos sobre la evolución a largo plazo de estos valiosos e insustituibles ecosistemas de nuestras costas. Para ello se introduce un elemento altamente novedoso: la participación de buceadores deportivos en tareas de seguimiento científico. El éxito de esta fórmula convence a científicos y gestores de otras Comunidades Autónomas del litoral mediterráneo dando lugar posteriormente a proyectos idénticos en la Generalitat Valenciana y en las Islas Baleares, siendo Murcia, por tanto, la última región del Mediterráneo español que se adhiere a este proyecto en el año 2004.

## 3. OBJETIVOS

### Objetivos **generales**

- a) **Científico:** obtención de datos científicos para conocer la evolución a largo plazo de las praderas de *P. oceanica*.

---

<sup>1</sup> GIS Posidonie: Groupement d'intérêt scientifique pour l'étude de l'environnement marin (<http://www.com.univ-mrs.fr/gisposi/>)

- b) **Social:** mediante la participación de buceadores voluntarios en las tareas de seguimiento científico se pretende un acercamiento de los ciudadanos a temas científicos de interés y contribuir a incrementar el nivel de concienciación medioambiental de la sociedad.
- c) **Político:** mediante el desarrollo de una herramienta de apoyo a la gestión y conservación del medio marino de la Región de Murcia.

**Objetivos específicos:**

- a) Puesta en marcha de una red de seguimiento que determine el estado de salud de las praderas submarinas de la Región de Murcia, mediante la medición de descriptores biológicos adecuados.
- b) Seguimiento de la dispersión del alga tropical invasora *Caulerpa racemosa* en el litoral murciano y sus efectos sobre los hábitats autóctonos, especialmente las praderas de fanerógamas marinas.
- c) Implantar y coordinar una red de voluntariado que participe en el desarrollo del programa.
- d) Desarrollar acciones formativas para los voluntarios de la red de seguimiento.
- e) Creación de una base de datos con la información obtenida que sea de utilidad para la gestión de los hábitats marinos.
- f) Coordinación e intercambio de información y experiencia con otras redes en funcionamiento.

## 4. INTRODUCCIÓN

*Posidonia oceanica* es una fanerógama marina endémica del Mediterráneo, es decir una planta superior con hojas, flores y frutos, semejante a las plantas terrestres que todos conocemos, pero que vive permanentemente sumergida entre la superficie y los 30 metros de profundidad, donde todavía hay luz suficiente que le permita desarrollar la fotosíntesis. En aquellos lugares en los que la transparencia de las aguas es mayor, como el archipiélago balear o el Mediterráneo Oriental, esta especie puede alcanzar hasta 40 metros de profundidad.

Su origen evolutivo son ciertos grupos de fanerógamas terrestres que se adaptaron a la vida acuática hace aproximadamente unos 140 millones de años. Actualmente existen unas 60 especies distribuidas en todas las zonas costeras del mundo excepto en el Ártico. La mayor concentración de especies se encuentra en las zonas tropicales y

subtropicales del Pacífico, Índico y en el continente Australiano. En las zonas templadas el número de especies es considerablemente menor, como en el Mediterráneo donde encontramos, además de *P. oceanica*, otras cuatro especies más: *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii*, *Z. marina* y *Halophila stipulacea*, esta última introducida en el Mediterráneo Oriental desde el Mar Rojo a través del Canal de Suez.

Debido a su abundancia, su extensión y su papel en el ecosistema marino, las praderas de Posidonia representan uno de los hábitats más importantes del Mar Mediterráneo, equivalente a los bosques dentro de los ecosistemas terrestres. En el litoral de la Región de Murcia estas formaciones biológicas reciben el nombre popular de “algares” o “argueles”, ocupando una superficie de los fondos infralitorales de más de 10.000 hectáreas, siendo los lugares donde existen fácilmente identificables debido a los acúmulos de tallos y hojas muertas que aparecen en otoño e invierno en las playas, los arribazones.



***Zostera noltii***. Es la más pequeña de todas las especies de fanerógamas marinas Mediterráneas y su presencia es muy rara en el litoral de la Región de Murcia. Sus rizomas se encuentran poco lignificados y los nudos tienen una forma en arco característica. Fotos: JM Ruiz.



***C. nodosa*** (primer plano) y ***P. oceanica*** (segundo plano).

La amplia extensión que ocupan estas praderas y su elevada producción primaria genera una serie de servicios al ecosistema marino de nuestras costas que las hace imprescindibles para el funcionamiento del ecosistema y su conservación:

- Es el ecosistema más productivo del Mar Mediterráneo, siendo su principal fuente de entrada de materia orgánica (carbono) y oxigenación.
- En aguas someras las praderas de Posidonia forman arrecifes-barrera que mantienen el equilibrio sedimentario del litoral, sus largas hojas frenan el oleaje protegiendo el litoral de la erosión, y con los arribazones atenúan el impacto del oleaje en las playas. Las praderas de Posidonia estructuran el fondo proporcionando hábitat a más de 400 especies de flora y 1000 especies de fauna. En ellas multitud de especies encuentran cobijo, alimento y lugar de reproducción y cría, incluso para numerosas especies de interés comercial.



*Posidonia oceanica*. Paisajes característicos de las praderas en el límite superior (izda.) y en el límite inferior (dcha.).

De amplia distribución por todo el litoral mediterráneo español, en la actualidad *P. oceanica* se encuentra en regresión debido principalmente a las diferentes actividades humanas que se concentran en nuestras costas:

- La pesca ilegal de arrastre a menos de 50 metros de profundidad, es una de las causas de mayor degradación de las praderas de *P. oceanica* por el fuerte impacto físico que supone. Los dragados para la alimentación de playas artificiales producen efectos similares.



Pesca de arrastre ilegal



Dragado para extracción de arenas

- La contaminación marina produce efectos tóxicos sobre los organismos marinos y altera la calidad de las aguas, incrementando la turbidez de las aguas y, por tanto, impidiendo la realización de la fotosíntesis.
- Las obras de infraestructura del litoral (puertos deportivos, espigones, regeneración de playas) modifican la dinámica litoral y por tanto las condiciones sedimentarias necesarias para el desarrollo de las praderas.
- El fondeo de embarcaciones en lugares muy concretos de la costa causa también importantes deterioros de las praderas submarinas.
- Los restos orgánicos procedentes de la acuicultura se depositan en el fondo alterando de forma notable el medio.
- Modificaciones en la cadena trófica del ecosistema causadas por la sobrepesca o por la excesiva entrada de nutrientes (p.e. acuicultura), puede llegar a inducir el aumento desproporcionado de determinadas especies debido a la falta de depredadores naturales o a cambios en la abundancia y calidad de los recursos tróficos. Hay evidencias, por ejemplo, de que un aumento poblacional del erizo común (*Paracentrotus lividus*) inducido por estos cambios puede llegar a causar la degradación de la pradera ya que, al ser herbívoros que se alimentan de sus hojas llegan a reducir la biomasa fotosintética de la planta hasta niveles insostenibles para su crecimiento.
- Se sabe que pequeños incrementos de la salinidad media del agua pueden causar también la degradación de la pradera por lo que los vertidos de las plantas desaladoras ahora en construcción pueden representar una importante amenaza para este ecosistema si no se gestionan dichos vertidos de una forma adecuada

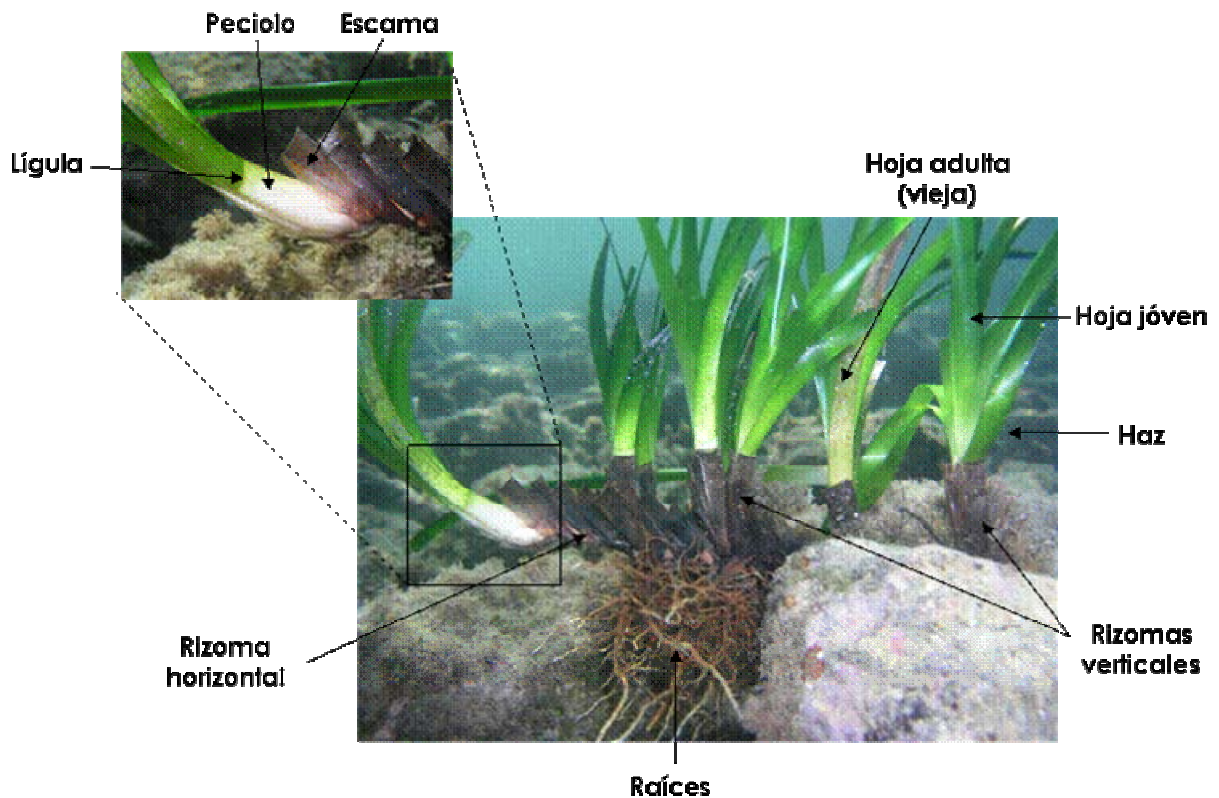
- Se desconoce cual será el efecto neto del cambio climático sobre las fanerógamas marinas. Unos efectos son “positivos”, como el posible incremento de la fotosíntesis debido al previsible aumento de la disponibilidad de carbono inorgánico, y otros serán negativos, como el incremento de la respiración celular causado por el aumento esperado de la temperatura del agua o la reducción de la disponibilidad de luz en las partes más profundas a consecuencia del incremento del nivel del mar. En cualquier caso puede haber un efecto neto, positivo o negativo, que alterará la estructura y el funcionamiento del ecosistema marino costero y, sin duda, las praderas submarinas serán un compartimento clave para comprender el efecto neto del cambio climático sobre el balance de carbono global del ecosistema marino mediterráneo.
- Expansión en el Mediterráneo Occidental de ciertas especies invasoras como las algas *Caulerpa taxifolia* y *Caulerpa racemosa*, potenciales competidoras por el espacio y los recursos de las comunidades autóctonas de fanerógamas marinas y las macroalgas, cuya expansión hasta hace poco se limitaba a las costas del Mediterráneo Oriental. El potencial invasor de estas especies puede verse intensificado por los efectos del cambio climático global en el ecosistema marino.



Vertidos orgánicos de las granjas marinas

Los casos de regresión de praderas de *Posidonia oceanica* y de otras especies de fanerógamas marinas debidos a alguna o varias de estas causas o factores antrópicos son cada vez más frecuentes. Las fanerógamas marinas (y en especial, *Posidonia oceanica*) tienen una serie de propiedades biológicas que las hacen especialmente vulnerables al impacto de la actividad humana: i) son organismos bentónicos, por lo que no pueden desplazarse frente a condiciones adversas, ii) desarrollan biomásas muy elevadas, por lo que tienen unos requerimientos ecológicos muy elevados y iii) su crecimiento es muy lento y son muy longevas, por lo que su capacidad de respuesta y recuperación ante perturbaciones del medio es bastante limitada.

Es evidente, por tanto, la necesidad de conocer la evolución a largo plazo de las praderas de fanerógamas marinas. Necesitamos herramientas de control que nos permitan diagnosticar en cada momento el estado de nuestros ecosistemas marinos costeros en relación al creciente impacto de la actividad antrópica. Esto es posible gracias al particular comportamiento de las praderas submarinas frente el impacto de la actividad humana comentado anteriormente. Esta propiedad, junto con su capacidad de integrar los cambios ambientales a los que están expuestas, les convierte de hecho en uno de los mejores y más eficaces indicadores biológicos del estado de salud y conservación de nuestros ecosistemas marinos.



**Para conocer más sobre las generalidades de la biología y ecología de las praderas de *Posidonia oceanica* y de las características metodológicas de este proyecto, consultar la publicación "*Las praderas de Posidonia en Murcia. Red de seguimiento y voluntariado ambiental*", disponible en la página web de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia ([www.carm.es](http://www.carm.es)).**

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Planteamientos generales

La red de seguimiento de *Posidonia oceanica* consiste en una red de puntos o estaciones de muestreo distribuidas a lo largo de la costa en las que científicos y buceadores voluntarios realizan cada año una serie de muestreos o mediciones. Para que un programa de estas características sea viable desde el punto de vista científico se deben cumplir una serie de requisitos básicos:

1. Abarcar escalas temporales lo suficientemente amplias como para contemplar los cambios y evaluar con cierta base científica su significación y dirección (mínimo 10 años para el caso de *Posidonia oceanica*, cuya dinámica natural es muy lenta).
2. Contemplar una amplia red de puntos que incluya diferentes condiciones ambientales (profundidad, exposición al oleaje, proximidad de ramblas, etc.), así como tipos de impactos (puertos, arrastre, desaladoras, granjas marinas, etc.). De esta forma podremos discernir entre los cambios originados por la actividad humana de los que son originados por factores naturales (p.e. climáticos).
3. Los datos deben ser obtenidos mediante muestreos y metodologías robustas y eficaces, que sean estandarizadas y fácilmente reproducibles y que permitan con escaso error la comparación de resultados obtenidos por diferentes muestreadores o en diferentes áreas geográficas.
4. Los muestreos consistirán en la obtención de una serie de parámetros o **descriptores** de fácil medición que nos permitan hacer un diagnóstico general del estado ecológico de las praderas: densidad de plantas (haces) por metro cuadrado, porcentaje de cobertura vegetal que coloniza el fondo marino, dinámica del sedimento o abundancia de especies clave de fauna (erizos, holoturias o nacras).
5. Fiabilidad de los datos para su utilización con fines científicos y de gestión en los procesos de decisión política que afectan a la ordenación de la actividad humana en el litoral. Para ello será necesario cuidar el grado de formación de los buceadores voluntarios participantes y controlar la rigurosidad con que éstos aplican los métodos de medición empleados (mediante, por ejemplo, el establecimiento de controles de medición).

### 5.2 Fase inicial de preparación y difusión de información

En la edición de 2006, el proyecto se puso en marcha en el mes de marzo mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

- Establecimiento del calendario de charlas formativas y salidas al mar con indicación de los clubes o centros de buceo responsables de la actividad en cada sitio.
- Reunión de coordinación en el Centro Oceanográfico de Murcia con los representantes de los centros y clubes de buceo participantes en el proyecto para



la aprobación del calendario definitivo (ver ANEXO) y para concretar aspectos de organización y coordinación.

- Difusión del proyecto y calendario de actividades:
  - Tríptico explicativo del proyecto
  - Carta de invitación de participación, con calendario de actividades e instrucciones de participación (ver ANEXO) enviada por la Federación de Actividades Subacuáticas de la Región de Murcia (FASRM) a todos los clubes y centros de buceo de la Región de Murcia.
  - Página web de la Dirección General de Ganadería y Pesca ([www.carm.es](http://www.carm.es)) de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y de la FASRM
  - Página web de los centros de buceo participantes
  - Página web de conocidos portales de buceo de internet: buceo XXI y Casco Antiguo
  - Distribución de la información del proyecto en Universidad de Murcia, centros públicos de investigación y tiendas de material de buceo.
  - Prensa local
- A partir de mayo, el equipo del Centro Oceanográfico de Murcia inicia las salidas preparatorias para revisar las estaciones de muestreo colocadas en 2005, restaurar posibles desperfectos causados por temporales y realizar una serie de mediciones previas.
- Entre Julio y Octubre se realizaron las actividades con los buceadores voluntarios siguiendo el calendario previsto, excepto en algunos casos debido al mal estado de la mar.

### 5.3 Novedades de la edición de 2006

En la edición de 2006 del proyecto se han realizado una serie de cambios basados en la experiencia obtenida en 2004 y 2005 y a las necesidades del proyecto que todavía quedan por cubrir. Dichos cambios se encuentran dirigidos a dos aspectos clave, la seguridad de los buceadores y la precisión de las mediciones, y han sido los siguientes:

- Se ha reducido el número de buceadores participantes por estación de muestreo de 8 a 6. Este ajuste se debe a que, como se ha comprobado, con tres parejas de voluntarios el equipo técnico pueden realizar todas las mediciones programadas, ejerciendo una mayor labor de control de las mediciones realizadas por los voluntarios por parte de los miembros del equipo técnico, lo que se traduce en un mayor grado de fiabilidad de las medidas y en un incremento en la seguridad de la inmersión debido a una reducción del tiempo total en el fondo.
- Como consecuencia del punto anterior, el número de puntos de medición dentro de cada estación se ha reducido de 8 a 6. Esta reducción, como se ha podido comprobar con los datos de este año, apenas ha afectado a la precisión de la media de los descriptores medidos (ver sección 7.2 de este informe).
- De las tareas de los voluntarios se ha eliminado la medición de la densidad de haces, que ha pasado al control absoluto del equipo técnico. Con ello se reduce presión de trabajo sobre el buceador voluntario ganando en seguridad y en fiabilidad del resto de descriptores medidos (se presta más atención a la

medición). Además, al permitir realizar las tareas en el periodo de tiempo en el fondo sin descompresión, se gana también en seguridad del buceador.

- Se ha añadido una estación nueva de Posidonia a la Red: Cala Reona (Cabo Palos). En realidad viene a reemplazar a la estación que fue instalada en Calblanque en 2004, pero que por razones climáticas no se ha podido muestrear nunca.
- Se han añadido 3 estaciones nuevas para el seguimiento de los efectos de la invasión de *Caulerpa racemosa* en *Posidonia oceanica*. Estas estaciones se encuentran en fase de desarrollo y no se presentan todavía datos en este informe.
- Otro cambio relevante ha sido el delegar la organización y coordinación de los grupos de buceadores voluntarios a los clubes y centros responsables de cada estación de muestreo. Este cambio ha facilitado bastante la coordinación de la actividad y ha permitido que haya un mayor control sobre el nivel de experiencia de buceo de los participantes. De esta forma se consigue además una mayor implicación de los clubes y centros de buceo en el proyecto de forma que no queden relegados a un simple instrumento de organización logística.
- Documento pdf de la publicación "Las praderas de Posidonia en Murcia. Red de seguimiento y voluntariado ambiental" disponible en la página web de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

## 5.4 Descriptores

Los **descriptores** son el conjunto de observaciones o mediciones que nos permitirán realizar un diagnóstico del **estado o calidad biológica** de las praderas de fanerógamas marinas. En cada una de las estaciones que conforman la red de seguimiento los descriptores son medidos una vez al año por un grupo de buceadores voluntarios y las mediciones se repetirán cada año en las mismas estaciones. Mediante este **seguimiento anual** de las estaciones de muestreo será posible conocer la **evolución** en el tiempo del estado de la pradera y determinar si éste se encuentra en alguna de las siguientes posibles situaciones:

- a) **Estable**: no hay cambios de un año a otro.
- b) **Progresiva**: hay cambios entre años indicando que la abundancia de la pradera aumenta.
- c) **Regresiva**: los cambios indican una disminución de la abundancia y la extensión de la pradera.

Existen numerosos y variados descriptores de *Posidonia oceanica*, cada uno de los cuales aporta información sobre el estado de la pradera a muy diferentes niveles: ecosistema, población, individuo, fisiológico, celular o genético. Sobre todo por razones prácticas, los descriptores que se utilizarán en la red de seguimiento de *Posidonia oceanica* son fundamentalmente aquellos que nos indican el estado de la pradera a nivel poblacional, siendo los siguientes los más comúnmente utilizados:

## A. Estructura de la pradera:

**A.1. Densidad de haces.** Es el número total de plantas (haces) vivas de *Posidonia oceanica* por unidad de superficie y es una estima cuantitativa de la abundancia de la población de plantas a nivel de las manchas vivas de pradera. Su estimación se realiza mediante el recuento del número total de haces dentro de un cuadrado más pequeño de superficie conocida ( $s = 20 \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$ ) y el resultado obtenido ( $d$ ) se expresa en número de haces /  $\text{m}^2$ .

**A.2. Porcentaje de cobertura.** Es la proporción (en porcentaje) del fondo marino colonizado por las manchas de haces vivos de *Posidonia oceanica*. La estimación de la cobertura es semicuantitativa y se realiza sobre un cuadrado de  $40 \times 40 \text{ cm}$  subdividido en 4 subcuadrados de  $20 \times 20 \text{ cm}$ . En cada subcuadrado se realiza una estimación visual del sustrato ocupado por los haces vivos de *Posidonia* anotando un valor entre 0 y 100%. La cobertura de pradera en el punto en el que se ubica el cuadrado es el valor medio de los cuatro valores obtenidos en cada uno de los subcuadrados.

## B. Condiciones ambientales:

**B.1. Profundidad.** Es una de las variables ambientales físicas más importantes ya que explica las variaciones espaciales de la estructura de la pradera debido principalmente a la incidencia diferencial de factores ambientales como la exposición hidrodinámica (límite superior de distribución) y la disponibilidad de luz (límite inferior)

**B.2. Enterramiento de los haces.** El enterramiento de los haces es la distancia vertical (en centímetros) entre el nivel del sedimento y la lígula (cicatriz en forma de media luna situada en la base de la hoja) de la hoja más externa del haz de *Posidonia oceanica* (FIG). Esta medición se realiza con una regla de plástico graduada con una precisión de  $\pm 1 \text{ mm}$ . Esta distancia es positiva cuando el nivel del sedimento está por debajo de la lígula y es negativa si se sitúa por encima de la lígula. Es una variable ambiental muy relacionada con procesos hidrodinámicos y sedimentarios característicos de ambientes costeros: erosión, aportes de materiales terrígenos, transporte sedimentario, etc. Así, valores muy positivos pueden indicar el predominio de fenómenos erosivos sobre la pradera y valores muy negativos un enterramiento de las plantas debido a un exceso de sedimentación. Ambas situaciones extremas pueden ser perjudiciales para la planta y causar su mortalidad y consiguiente deterioro de la pradera.

## C. Fauna asociada:

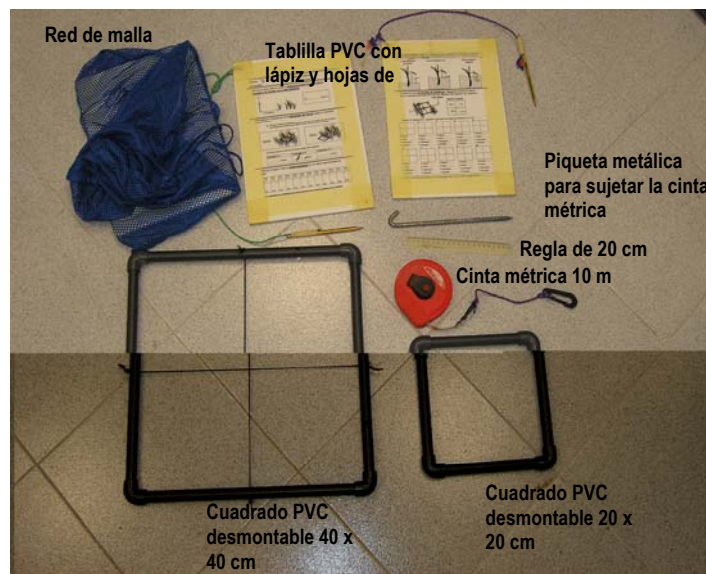
La pradera de *Posidonia oceanica* es el hábitat de una de las más diversas biocenosis del Mediterráneo. Como se ha descrito anteriormente, esta biocenosis es muy característica de este hábitat, es decir, que muchas de las especies sólo aparecen en las praderas y su presencia y abundancia (número de individuos en  $1 \text{ m}^2$ ) puede ser también un indicador del estado de las praderas y de la calidad del medio en que se desarrollan. Las especies más significativas son el molusco gigante mediterráneo *Pinna nobilis* (nacra), los erizos *Paracentrotus lividus* y *Sphaerequinus granulatus*, las holoturias o "pepinos de mar", los gusanos tubícolas (p.e. *Spirographis spallanzanii*), la estrella de mar roja (*Echinaster sepositus*) y los peces herbívoros *Sarpa salpa*, éste último descartado en los muestreos por su gran movilidad espacial y temporal.

## 5.5 Material de muestreo

El material de muestreo necesario para la medición de los descriptores es el siguiente:

- 1 Bolsa de red
- 2 Tablillas de metacrilato
- 1 Cuadrado plegable de PVC de 20 x 20 cm
- 1 Cuadrado plegable de PVC de 40 x 40 cm
- 1 regla de plástico de 20 cm
- 2 lápices
- 1 piqueta metálica
- 1 cinta métrica de 10 m

Este lote de material es repartido a todos los buceadores voluntarios participantes en cada inmersión (ver figura).

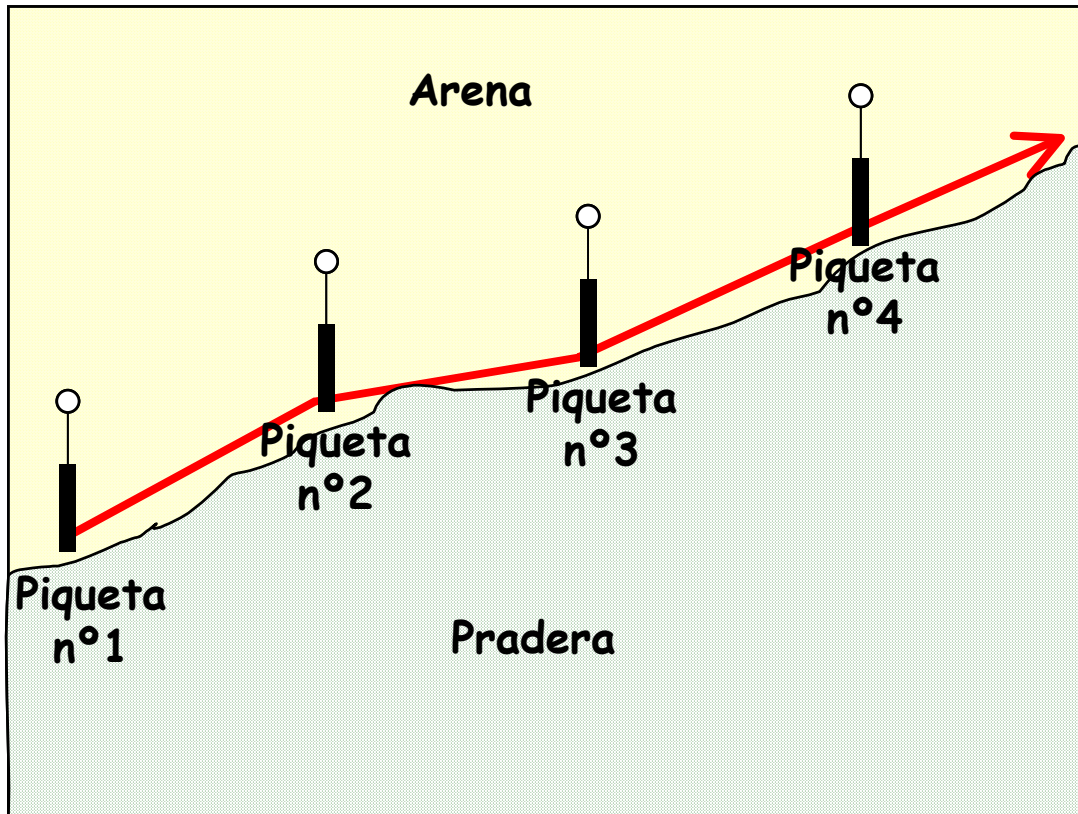


## 5.6 Red de Estaciones de muestreo

En esta tercera edición, se ha mantenido la red de estaciones de Posidonia que en 2005 y se ha añadido una nueva: Cala Reona. A esta lista hay que añadir 3 nuevas estaciones para el seguimiento de *Caulerpa racemosa*. Las estaciones de muestreo elegidas son las siguientes (entre paréntesis se indica la profundidad de la estación):

1. Playa de El Mojón, San Pedro del Pinatar (4m)
2. Cala Túnez, Cabo de Palos, Cartagena (7 m)
3. Cala de la Escalera (somera), Cabo de Palos, Cartagena (7 m)
4. Cala Cerrada (somera), Cabo Tiñoso, Cartagena (12 m)
5. Cala Cerrada (profunda), Cabo Tiñoso, Cartagena (22 m)
6. La Azohía, Cartagena (17 m)
7. Playa de Isla Plana, Cartagena (6 m)
8. Calabardina, Cabo de Cope, Águilas (14 m)
9. Isla del Fraile, Águilas (14 m)

10. Isla Plana-poniente, Cartagena ( 2 m)
11. Isla Grosa, San Pedro del Pinatar (4 m)
12. Cala de la Escalera (profunda), Cabo de Palos, Cartagena (7 m)
13. Puerto Tomás Maestre, Cabo de Palos, Cartagena (4 m)
14. Isla de las Palomas, Cartagena (17 m)
15. Cala Reona, Cabo de Palos, Cartagena (6 m)



**Figura 1.** Disposición de las piquetas (puntos de muestreo) en las estaciones de la red de seguimiento (grafico superior). Detalle de los boyarines indicando la posición de las piquetas en la pradera.

En el ANEXO de la presente memoria se muestra una ficha técnica de cada estación de muestreo con información de su localización exacta, coordenadas geográficas, profundidad, número de voluntarios, los centros o clubes de buceo participantes, fechas de instalación, revisión y muestreos de las estaciones en los tres años que lleva funcionando la red de seguimiento.

La selección de las estaciones de muestreo fue establecida en función de las características de las praderas (profundidad, exposición hidrodinámica o grado de amenaza), aunque en su distribución final se han incluido también otro tipo de criterios no científicos como la localización de los centros de buceo que apoyan las salidas de muestreo, su accesibilidad y aspectos relacionados con la seguridad de los buceadores.

En total se realizaron en 2006 unas 34 salidas al mar, 20 de ellas realizadas exclusivamente por tres miembros del equipo técnico del Centro Oceanográfico de Murcia (en adelante COMU) y personal de los centros de buceo para la instalación y preparación de la estación previamente a la salida con los buceadores voluntarios. Las otras 14 salidas fueron realizadas por un total de 12 buceadores: entre 3 y 4 miembros del equipo técnico, el personal de los centros de buceo participantes y los buceadores voluntarios.

### 5.7 Diseño de muestreo y mediciones

Las estaciones de muestreo se han clasificado en dos grupos: someras y profundas. consideramos profundas aquellas con una profundidad superior a 15 m y someras a las de menor profundidad. En esta edición los descriptores se han medido en seis puntos de la pradera dentro de cada estación. Los puntos de muestreo se indican mediante una piqueta metálica de 1,5 metros de longitud clavada en fondo aproximadamente 2/3 de su longitud total y localizada mediante una pequeña boya. Cada piqueta se encuentra separada entre 5 y 10 metros entre sí siguiendo el límite (superior o inferior) de la pradera en cada sitio (Figura 1). En las estaciones en las que no había límite, sino que se trataba de una parte intermedia de la pradera, la disposición de las piquetas se estableció en dos filas paralelas entre sí.

La instalación de las piquetas se realizó durante el primer año del proyecto (2004) y se revisan y reponen cada año. En 2006 se ha revisado el estado de las piquetas en cada estación de muestreo durante las salidas previas realizadas por el equipo del COMU en colaboración con los centros de buceo participantes. Se eliminaron las piquetas sobrantes de acuerdo con la reducción del número de puntos de muestreo aplicado en el presente año (de 8 a 6 en las estaciones someras).

Con el fin de localizar e identificar los puntos de muestreo, cada piqueta se encuentra numerada con bridas de plástico y señalizada con una pequeña boya (Figura 1). La distancia entre piquetas y su dirección son también medidas de forma que se dispone un croquis a escala muy preciso de la estación de muestreo que, si la estación es dañada o las piquetas desaparecen por cualquier razón, hace posible una fiel reconstrucción de los puntos de muestreo (piquetas) en visitas sucesivas.

En cada estación, los buceadores voluntarios realizarán las mediciones en 3 o 4 de estas piquetas y el resto de piquetas son medidas por el equipo técnico del COMU durante las salidas previas y durante las salidas de muestreo con los voluntarios. En 2006, para la medida de la densidad de haces, los puntos de muestreo se han reducido a 3 piquetas y las medidas se realizan exclusivamente por el equipo técnico de manera que se minimiza el error inherente a la inexperiencia del muestreador voluntario.

En cada punto de muestreo (es decir, en cada piqueta) se realizan las siguientes mediciones:

1. 2 medidas de la **densidad de haces** (en cuadrados de 20 x 20 cm). En esta edición como novedad se han dejado fijos los cuadrados de muestreo de manera que, a partir de este año, los datos de densidad corresponderán al mismo cuadrado de muestreo permitiendo un seguimiento más exhaustivo de la pradera. En cada estación de muestreo hay, por tanto, un total de 6 cuadrados permanentes de 400 cm<sup>2</sup>.
2. Medidas de **cobertura** en 10 cuadrados de 40 x 40 cm separados 1 m de distancia una de otra a lo largo de un transecto de 10 m, trazado desde la base de la piqueta de cada punto de muestreo. La dirección de estos transectos es anotada para que en el caso de que la estación se vea dañada permitir su reconstrucción posterior. En cada estación de muestreo se realizan mediciones de cobertura en un total de 60 puntos de la pradera, que supone un total de 240 estimas de cobertura (4 por cuadrado).
3. 12 medidas del **grado de enterramiento** de los haces. Estas mediciones se realizan sobre 12 haces individuales seleccionados al azar en cada punto de muestreo, lo que da un total de 72 mediciones en cada estación de muestreo.
4. En los mismos cuadrados utilizados para la medición de la cobertura se realiza el recuento del número de individuos de las especies de **macrofauna**: holoturias, erizos, espirógrafos y estrellas. En este caso la medición de abundancia de cada especie de fauna se realiza en relación a la superficie total del cuadrado de 40x40 cm.
5. A lo largo de los transectos de 10 m utilizados para la estimación de la cobertura, se cuenta el número de **Nacras**. Estos recuentos se realizan barriendo la pradera a lo largo de 2 bandas de 2 metros de ancho a cada lado del transecto, lo que implica una superficie efectiva de la unidad muestral de 40 m<sup>2</sup>. Se dispone, por tanto de un total de 6 estimas de la densidad de individuos de Nacra por cada estación de muestreo.

Los datos son anotados por los buceadores participantes en las hojas de datos impresas en hojas A4 de poliéster y fijadas a las tablillas de PVC con cinta adhesiva. El muestreo

realizado implica que, en total, para cada estación de muestreo, que comprende una superficie de pradera de aproximadamente 800m<sup>2</sup>, se han realizado:

- ❑ 6 mediciones (réplicas) de la densidad de haces (2 réplicas/punto de muestreo),
- ❑ 240 réplicas de la cobertura vegetal (4 subcuadrados/cuadrado x 10 cuadrados/transecto x 6 puntos de muestreo/estación),
- ❑ 72 réplicas del enterramiento de los haces (12 réplicas/punto de muestreo),
- ❑ 60 medidas de abundancia de macrofauna (excepto nacra) (10 cuadrados/transecto/punto de muestreo)
- ❑ 6 réplicas de abundancia de nacra (es decir, el 40% de la superficie total de la estación de seguimiento)

Basándonos en la experiencia propia y en los datos disponibles en la bibliografía, este grado de replicación puede ser considerado más que suficiente y representativo de la variabilidad espacial a escala local de los descriptores seleccionados y que, por tanto, el muestreo realizado será capaz de detectar y diferenciar cambios de los descriptores relacionados con fuentes externas de variabilidad como un evento climático anormal o un impacto generado por la actividad humana. Para que la detección de dichos cambios sea efectiva debe realizarse un riguroso control del error de medición de los buceadores participantes en el muestreo, para lo cual en este proyecto se ha intentado ser lo más cuidadoso posible (ver siguientes apartados).

## 5.8 Formación de los Voluntarios

Previamente a la salida de muestreo, a los buceadores participantes se les imparte una clase de formación mediante la cual recibían los conocimientos teórico-prácticos necesarios para la realización de las mediciones en las estaciones de muestreo. Esta clase se impartía justo el día antes de la salida de muestreo para que los conocimientos recibidos tengan el efecto deseado en el rigor de las mediciones y, por tanto, en la fiabilidad de los datos obtenidos. En total se emplearon 15 días en las tareas de formación del voluntariado.

La charla de formación se impartía con medios audiovisuales y está estructurada de la siguiente forma:

1ª Parte: aspectos teóricos sobre la ecología de las praderas de fanerógamas marinas, su importancia ecológica y las principales amenazas que causan su regresión en el Mediterráneo, incluyendo la invasión del alga tropical *Caulerpa racemosa*.

2ª Parte: entrega de un ejemplar del manual de la red de Posidonia. Explicación del diseño de muestreo en la estación de seguimiento y de los descriptores y su medición. Reparto de material de muestreo y familiarización con el mismo. Toma y anotación de los datos de campo.

3ª Parte: clase práctica de la medición de los descriptores y simulación del protocolo de muestreo.



Para hacer efectivas las explicaciones y la clase práctica, éstas se complementaban de diferentes formas:

- i. Utilización de fotos y esquemas muy detallados (presentación en power-point)
- ii. Utilización de una maqueta de una pradera de Posidonia que permitía simular las diferentes situaciones y problemas con que el buceador-muestreador puede encontrarse a la hora de realizar las mediciones en una situación real (ver Anexo Fotográfico al final del documento).

La duración de la charla es de 2 horas, tras la cual los buceadores voluntarios obtenían una amplia dosis de conocimientos generales de la biología y la ecología de las praderas de fanerógamas marinas y quedaban con una idea bastante clara de las tareas a realizar, tal y como se demostraba posteriormente en las salidas al mar.

### 5.9 Control de la calidad de los datos

Teniendo en cuenta que los buceadores voluntarios participantes son en su mayoría ciudadanos completamente profanos a las disciplinas de biología y ecología marina, es obvio que el efecto de una única charla de formación no asegura la aplicación correcta de las explicaciones recibidas para la medición de los descriptores en el mar. Por lo tanto otras medidas son necesarias para asegurar la correcta aplicación de la metodología y la fiabilidad científica de los datos obtenidos. Estas medidas adicionales se aplicaron durante la inmersión con los buceadores voluntarios y fueron básicamente las siguientes:

- a) **Demostración y supervisión *in situ*** : una vez que los buceadores voluntarios se encuentran en su punto de muestreo (es decir, en la piqueta con su número correspondiente) un miembro del equipo técnico les hace, previamente a las mediciones, una demostración del método de medición de cada descriptor. Una vez realizada la demostración los buceadores voluntarios se quedaban solos realizando las mediciones, aunque posteriormente recibían visitas sucesivas del monitor para comprobar que continuaban aplicando los métodos de forma correcta.
- b) **Calibración del error del muestreador**: la mejor forma de calibrar y conocer de forma cuantitativa el error del muestreador es comparando las medidas realizadas por el especialista y el buceador voluntario en un mismo punto. La diferencia entre ambos relativizada al valor obtenido por el especialista es el error muestral cometido por la falta de formación y experiencia del buceador voluntario.

La pasada edición se calibró el error que cometía el muestreador voluntario en la medición de la densidad de haces, la confusión que generaba su medida entre el voluntariado y otras razones de seguridad determinó que este año fuese el equipo técnico el encargado de medir este descriptor. En esta edición 2006 se ha calibrado el

error cometido en la medición del porcentaje de cobertura. Para ello se han realizado mediciones simultáneas por voluntarios y monitores del porcentaje de cobertura en algunos cuadrados del transecto. Para el caso del enterramiento no había mayor problema pues es una medida cuantitativa, tomada con una regla graduada y, tras las explicaciones prácticas y la demostración *in situ*, el buceador voluntario no mostraba confusión alguna al respecto.

Por supuesto, los monitores especializados que supervisaron las mediciones habían realizado previamente un ejercicio de calibración para unificar criterios y reducir al máximo el error entre ellos, que resultó ser prácticamente despreciable.

### 5.10 Control de la participación

En cada salida de muestreo se repartió un formulario a los buceadores participantes en el que se tomaban sus datos personales, así como información relativa a su edad, profesión o experiencia de buceo. De esta forma es posible obtener un perfil de los participantes y de su interés de participación.

### 5.11 Control de *Caulerpa racemosa* en el litoral murciano

Todos los aspectos y resultados relacionados con esta tarea se comentan y detallan en el ANEXO del presente informe.



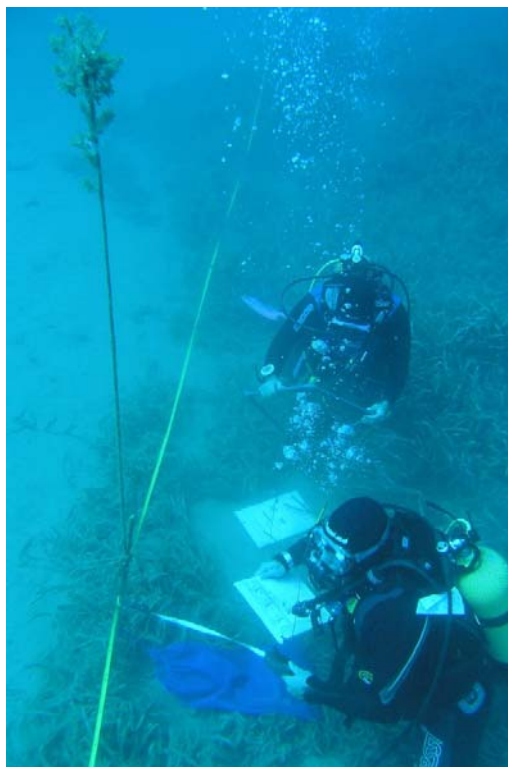
## 6. RESULTADOS

### 6.1. Estaciones de muestreo

Con respecto al año anterior este año se ha añadido una nueva estación: estación nº16 Cala Reona (Cabo de Palos, Cartagena). El número de piquetas en todas las estaciones se ha reducido a 6. La densidad de haces fue medida en tres puntos de cada estación en el caso de las estaciones 2, 9, 12 y 13 el muestreo se realizó en las piquetas 1,3 y 6. En las estaciones 3 ,5 ,6 ,7 ,10 ,14 ,15 y 16 se tomaron medidas en las piquetas 1,4 y 6. En la estación 11 sólo se midió la densidad en las piquetas 4 y 6. En la estación nº 8 no se pudieron colocar los cuadrados de densidad debido al mal tiempo, la salida fue anulada y las medidas están pendientes de ser tomadas. Todas las estaciones de muestreo fueron visitadas por los buceadores voluntarios en las fechas previstas, excepto para el caso de las estaciones de Isla Grosa y Tomas Maestre debido al mal estado de la mar. El muestreo de estas estaciones fue realizado en agosto.

### 6.2 Descriptores

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en cada una de las estaciones de muestreo de la red de seguimiento. Por cuestiones prácticas y en aras de la claridad de esta memoria, no se aportan los datos brutos, es decir, todas las réplicas, sino que tan solo se muestran los valores medios de los descriptores y su error estándar. Es importante aclarar que los datos de porcentaje de cobertura aportados en este apartado han sido sometidos a un primer filtrado para eliminar errores de magnitud importante del buceador voluntario. Consideramos que el error del muestreador en el resto de descriptores es mínimo, excepto para el caso de la macrofauna como se comentará más adelante.



**ESTACIÓN 2: Cabo de Palos – Cala Túnez (7m)**

La máxima y mínima densidad de haces encontrada en la estación fue de 1225 y 750 haces/m<sup>2</sup> respectivamente. La densidad media de haces para toda la estación fue de 912,50 ± 81,97 haces/m<sup>2</sup>. El porcentaje medio de cobertura fue del 34,33 ± 3,87%. En esta estación se han encontrado valores de enterramiento positivos de hasta 11 cm. Valores negativos de enterramiento también han sido registrados con plantas enterradas hasta 4 cm. por encima de la lígula. El enterramiento medio para la estación fue de 5,07 ± 0,69 cm. En el muestreo visual de los cuadrados de cobertura se han localizado 4 holoturias, un erizo y un espirógrafo. En el recorrido de los transectos seleccionados se han visualizado 3 ejemplares de *Pinna nobilis*.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	812,50	62,50	34,01	8,58	6,33	0,94
2			52,13	12,30	3,10	1,07
3	850,00	25,00	27,86	9,28	3,38	0,99
4			33,75	7,51	7,54	0,66
5			33,38	9,72	4,96	0,91
6	1075,00	150,00	24,83	5,87	5,08	0,68
media total	912,50	81,97	34,33	3,87	5,07	0,69

Tabla1. datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 2.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1
4	0,1	0	0	0,1	0
5	0,2	0,1	0	0	1
6	0,1	0	0	0	1
media total	0,07	0,02	0,00	0,02	0,50
SEM	0,03	0,02	0,00	0,02	0,22

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 2. número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 2.

**ESTACIÓN 3: Cabo de Palos – Cala de La Escalera (7m)**

La máxima densidad de haces encontrada en la estación fue de 975 haces/m<sup>2</sup> y la mínima de 475 haces/m<sup>2</sup>. La densidad media de haces para toda la estación fue de 716,67 ± 119,10 haces/m<sup>2</sup>. El porcentaje medio de cobertura fue del 40,58 ± 6,11%. En esta estación se han encontrado valores de enterramiento positivos con haces desenterrados de hasta 16 cm. No se han encontrado valores negativos de enterramiento. El enterramiento medio para la estación fue de 4,88 ± 0,39 cm. Los individuos con un mayor grado de representación han sido los espirógrafos con 34 ejemplares visualizados. También se encontraron 10 holoturias dentro de los cuadrados de cobertura.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	925,00	50,00	41,81	9,82	3,67	1,09
2			33,90	12,29	4,63	1,01
3			22,78	5,42	4,21	1,18
4	712,50	187,50	44,54	7,31	5,56	0,74
5			33,58	9,91	6,38	1,33
6	512,50	37,50	66,90	5,87	4,86	0,67
media total	716,67	119,10	40,58	6,11	4,88	0,40

Tabla 3. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 3.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0,2	0	0	0,7	0
2	0,1	0	0	0,1	0
3	0,2	0	0	2,6	0
4	0,3	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0,2	0	0	0	0
media total	0,17	0,00	0,00	0,57	0,00
SEM	0,04	0,00	0,00	0,42	0,00

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 4. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 3.

**ESTACIÓN 5: Cabo Tiñoso - Cala Cerrada (somera) (12m)**

La densidad de haces máxima y mínima encontrada en esta estación fue de 625 y 225 haces/m<sup>2</sup> respectivamente, con valores de densidad media de 416,67 ± 87,30 haces/m<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del 18,87 ± 3,34%. Los valores de enterramiento medidos en la estación oscilaron entre los 10,5 y los -3,4 cm. con un valor medio de 3,01 ± 1,14 cm. En el muestreo visual de fauna dentro de los cuadrados de cobertura se encontraron 11 holoturias, un erizo, una estrella y cuatro espirógrafos.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	362,50	137,50	12,55	3,00	1,08	0,57
2			12,45	3,40	4,58	0,64
3			12,45	4,37	2,79	0,89
4	300,00	25,00	17,63	4,50	7,75	0,45
5			28,00	3,40	1,78	0,55
6	587,50	37,50	30,13	3,05	0,09	0,41
media total	416,67	87,30	18,87	3,34	3,01	1,14

Tabla 5. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 5.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0,6	0	0,1	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0,1	0	0,4	0
4	0,2	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0,3	0	0	0	0
media total	0,18	0,02	0,02	0,07	0
SEM	0,10	0,02	0,02	0,07	0

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transepto)

Tabla 6. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 5.

**ESTACIÓN 6: Cabo Tiñoso – Cala Cerrada (profunda) (22m)**

En esta estación la densidad media de haces encontrada ha sido de  $404,17 \pm 48,05$  haces/m<sup>2</sup> con valores máximos y mínimos de 600 y 300 haces/m<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del  $11,74 \pm 1,72\%$ . Los valores de enterramiento medidos en la estación oscilaron entre los 18 y los -3 cm. con un valor medio de  $5,72 \pm 0,72$  cm. En el muestreo visual de fauna dentro de los cuadrados de cobertura se encontraron únicamente 7 holoturias.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	350,00	50,00	16,50	2,99	7,25	0,66
2			11,70	2,71	6,79	0,56
3			13,33	2,37	4,42	0,60
4	362,50	12,50	13,10	1,89	3,25	0,56
5			11,92	2,49	4,96	1,59
6	500,00	100,00	3,91	1,30	7,63	0,69
media total	404,17	48,05	11,74	1,72	5,72	0,72

Tabla 7. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 6.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0,4	0	0	0	0
4	0,1	0	0	0	0
5	0,2	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
media total	0,12	0	0	0	0
SEM	0,07	0	0	0	0

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 8. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 6.

**ESTACIÓN 7: La Azohía (17m)**

La estación muestreada en La Azohía presenta una densidad media de haces de  $629,17 \pm 76,49$  haces/m<sup>2</sup> con valores comprendidos entre 475 y 825 haces/m<sup>2</sup>. El grado de cobertura medio de la pradera es de  $23,28 \pm 2,60\%$ . En esta estación se han medido valores de enterramiento que oscilan entre los 20 y 1,8 cm. con un enterramiento medio de  $10,41 \pm 0,45$  cm. No se visualizó ningún ejemplar de la fauna objetivo en los cuadrados de cobertura y transeptos elegidos.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	487,50	12,50	27,99	5,95	12,31	1,18
2			31,65	6,44	9,64	1,22
3			24,29	6,69	9,08	1,12
4	650,00	75,00	23,94	3,80	10,43	1,48
5			16,03	6,80	10,73	0,76
6	750,00	75,00	15,78	4,34	10,25	1,38
media total	629,17	76,49	23,28	2,60	10,41	0,45

Tabla 9. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 7.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
media total	0	0	0	0	0
SEM	0	0	0	0	0

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 10. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 7.



**ESTACIÓN 8: Playa de Isla Plana (6m)**

La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del  $31,75 \pm 3,24$  %. Los valores de enterramiento medidos en la estación oscilaron entre los 14 y 0 cm. El enterramiento medio para la estación fue de  $6,76 \pm 0,48$  cm. En el muestreo visual de fauna dentro de los cuadrados de cobertura no se encontró ningún ejemplar de las especies objetivo. En el muestreo visual de *Pinna nobilis* a lo largo de los seis transeptos de cobertura se contabilizaron un total de 9 individuos.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1			23,75	5,37	7,92	0,92
2			21,88	7,29	5,13	0,52
3			34,58	4,02	5,83	0,63
4			30,44	3,55	6,29	0,93
5			42,08	8,17	7,50	0,82
6			37,80	5,62	7,88	1,00
media total			31,75	3,24	6,76	0,48

Tabla 11. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 8.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0	0	5
2	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0
media total	0	0	0	0	1,50
SEM	0	0	0	0	0,76

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 12. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 8.

**ESTACIÓN 9: Cabo Cope – Calabardina (14m)**

La estación situada en Cabo Cope, junto a la entrada de la cueva de la Virgen, presenta valores de densidad de haces que oscilan entre los 675 y los 425 haces/m<sup>2</sup>. La densidad media de haces para toda la estación fue de 525 ± 38,19 haces/m<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del 18,16 ± 1,63 %. Los valores de enterramiento oscilan entre los 3 y los 15,5 cm, encontrándose únicamente enterramientos positivos. El enterramiento medio para la estación fue de 7,56 ± 0,5 cm. En el muestreo de fauna se encontraron 3 holoturias y dos estrellas.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	500,00	0,00	20,98	4,07	7,48	0,69
2			19,20	2,88	9,58	1,04
3	475,00	50,00	21,91	6,93	7,67	0,84
4			18,70	7,91	5,86	0,56
5			10,70	2,19	7,88	1,46
6	600,00	75,00	17,48	1,97	6,92	0,96
media total	525,00	38,19	18,16	1,63	7,56	0,50

Tabla 13. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 9.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0,1	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0,3	0	0	0	0
6	0	0	0,1	0	0
media total	0,05	0	0,03	0	0
SEM	0,05	0	0,02	0	0

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 14. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 9.

**ESTACIÓN 10: Águilas – Isla del Fraile (14m)**

La estación presenta valores de densidad de haces que oscilan entre los 925 y los 300 haces/m<sup>2</sup>. La densidad media es de 679,17 ± 102,66 haces/m<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del 16,30 ± 2,81 %. En esta estación se han medido valores de enterramiento que oscilan entre los 13 y -1,5 cm., indicando la presencia tanto de haces muy desenterrados como de haces que se encuentran ligeramente enterrados por el sedimento. El enterramiento medio para la estación es de 4,93 ± 0,67 cm. En el muestreo visual de fauna dentro de los cuadrados de cobertura se observaron 4 estrellas y 3 espirógrafos. Se visualizó un solo ejemplar de *Pinna nobilis* a lo largo de los transeptos de cobertura.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	762,50	12,50	13,33	2,90	2,72	0,59
2			28,21	2,88	5,67	0,76
3			15,24	4,07	5,13	0,91
4	800,00	125,00	20,19	2,09	7,38	1,13
5			11,25	2,65	3,58	1,23
6	475,00	125,00	9,60	2,52	5,08	1,37
media total	679,17	102,66	16,30	2,81	4,93	0,67

Tabla 15. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 10.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0,4	0	0
2	0	0	0	0,3	0
3	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
media total	0	0	0,07	0,05	0,17
SEM	0	0	0,07	0,05	0,17

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transepto)

Tabla 16. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 10.

**ESTACIÓN 11: Isla Plana – Poniente (2m)**

La estación presenta valores de densidad comprendidos entre los 850 y los 1325 haces/m<sup>2</sup>, con una densidad media para toda la estación de 1137,5 ± 75 haces/m<sup>2</sup>. El porcentaje medio de cobertura de la pradera muestreada es del 44,46 ± 4,6 %. Un haz de los muestreados presentó un valor de enterramiento de -12.5 cm., distribuyéndose el resto de medidas entre -2 y 13 cm. con un valor medio para la estación de 6,33 ± 0,94 cm. En esta estación sólo se han encontrado 3 ejemplares de holoturias.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1			44,09	9,02	7,00	0,62
2			47,49	5,38	3,38	0,72
3			54,36	7,84	6,79	0,59
4	1212,50	112,50	22,88	5,56	6,42	0,83
5			45,78	5,84	10,00	0,89
6	1062,50	212,50	52,20	6,88	4,38	2,07
media total	1137,50	75,00	44,46	4,60	6,33	0,94

Tabla 17. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 11.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0,1	0	0	0	0
2	0,2	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
media total	0,05	0	0	0	0
SEM	0,03	0	0	0	0

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 18. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 11.

**ESTACIÓN 12: San Pedro del Pinatar - Isla Grosa (4m)**

La densidad máxima de haces encontrada fue de 1875 haces/m<sup>2</sup> y la mínima de 725 haces/m<sup>2</sup>. El valor medio para toda la estación fue de 1083,33 ± 130,17 haces/m<sup>2</sup>. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del 34,73 ± 4,13%. Las medidas de enterramiento tomadas oscilan entre los 15,5 y 0 cm. El enterramiento medio para la estación fue de 8,29 ± 0,53 cm. En los cuadrados de cobertura muestreados sólo se ha encontrado un ejemplar de holoturia, sin embargo, el muestreo a lo largo de los transeptos para la visualización de *Pinna nobilis* ha mostrado el mayor número de ejemplares encontrado en toda la red de estaciones: 35 ejemplares.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	1300,00	575,00	29,93	4,52	7,17	1,04
2			36,09	6,36	7,21	1,35
3	850,00	50,00	34,64	5,61	7,25	0,76
4			23,00	9,17	10,17	1,09
5			53,13	8,03	8,46	0,90
6	1100,00	75,00	31,63	6,63	9,50	1,11
media total	1083,33	130,17	34,73	4,13	8,29	0,53

Tabla 19. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 12.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	9
4	0	0	0	0	5
5	0	0	0	0	7
6	0,1	0	0	0	14
media total	0,02	0	0	0	5,83
SEM	0,02	0	0	0	2,21

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transepto)

Tabla 20. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 12.

**ESTACIÓN 13: Cabo de Palos - Cala de la Escalera (profunda) (7m)**

La densidad media de haces encontrada fue de  $650 \pm 106,31$  haces/m<sup>2</sup> con valores máximo y mínimo de 875 y 475 haces/m<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del  $18,20 \pm 1,45$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilan entre los 12,5 y 0 cm., con un valor medio de  $4,89 \pm 0,77$  cm. En el muestreo visual de fauna sobre los cuadrados de cobertura se han contabilizado 37 espirógrafos. No se ha visualizado ningún ejemplar de *Pinna nobilis* a lo largo de los transeptos muestreados.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	550,00	50,00	21,90	7,86	5,67	0,68
2			19,98	5,17	3,25	0,48
3	537,50	62,50	22,13	6,04	2,08	0,69
4			14,13	4,56	5,63	0,90
5			15,78	5,11	7,29	0,83
6	862,50	12,50	15,28	5,11	5,42	0,61
media total	650,00	106,31	18,20	1,45	4,89	0,77

Tabla 21. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 13.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0	0,6	0
2	0	0	0	1,2	0
3	0	0	0	1,9	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
media total	0	0	0	0,62	0
SEM	0	0	0	0,32	0

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transepto)

Tabla 22. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 13.

**ESTACIÓN 14: Cabo de Palos - Puerto de Tomas Maestre (4m)**

La densidad media de haces encontrada fue de  $979,17 \pm 98,25$  haces/m<sup>2</sup> con valores máximo y mínimo de 1350 y 675 haces/m<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del  $29,79 \pm 2,68$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilan entre los 15 y 0 cm., con un valor medio de  $5,52 \pm 0,36$  cm. En el muestreo visual de fauna se ha encontrado una holoturia y 2 ejemplares de *Pinna nobilis*.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	787,50	112,50	26,63	5,51	5,04	0,85
2			26,63	4,62	4,38	0,93
3			34,61	4,34	6,71	1,09
4	1112,50	237,50	35,08	6,27	5,96	0,41
5			36,18	5,28	4,92	0,77
6	1037,50	212,50	19,63	4,17	6,13	0,89
media total	979,17	98,25	29,79	2,68	5,52	0,36

Tabla 23. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 14.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0	0	0	1
2	0,1	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
media total	0,02	0	0	0	0,33
SEM	0,02	0	0	0	0,21

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

Tabla 24. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 14.

**ESTACIÓN 15: Cartagena - Isla de las Palomas (17m)**

La densidad media de haces encontrada fue de  $445,83 \pm 53,20$  haces/m<sup>2</sup> con valores máximo y mínimo de 725 y 275 haces/m<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del  $18,54 \pm 3,39$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilan entre los -2,1 y los 9 cm., con un valor medio de  $4,44 \pm 0,52$  cm. En el muestreo visual de fauna sobre los cuadrados de cobertura se han contabilizado 15 holoturias. Se ha visualizado un solo ejemplar de *Pinna nobilis* a lo largo de los transeptos muestreados.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	550,00	175,00	19,26	5,18	5,96	0,61
2			7,14	3,34	4,54	0,43
3			26,59	4,45	5,75	0,39
4	412,50	12,50	26,10	4,10	2,60	0,65
5			9,75	4,11	3,58	0,52
6	375,00	100,00	22,43	4,62	4,21	0,44
media total	445,83	53,20	18,54	3,39	4,44	0,52

Tabla 25. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 15.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0,1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1
3	0,7	0	0	0	0
4	0,1	0	0	0	0
5	0,3	0	0	0	0
6	0,3	0	0	0	0
media total	0,25	0	0	0	0,17
SEM	0,10	0	0	0	0,17

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transepto)

Tabla 26. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 15.



**ESTACIÓN 16: Cabo de Palos – Cala Reona (6m)**

La densidad media de haces encontrada fue de  $995,83 \pm 69,35$  haces/m<sup>2</sup> con valores máximo y mínimo de 1200 y 625 haces/m<sup>2</sup> respectivamente. La estación presenta un porcentaje medio de cobertura del  $30,50 \pm 2,46$  %. Los valores de enterramiento medidos oscilan entre los -6 y los 19,5 cm., con un valor medio de  $5,78 \pm 0,81$  cm. En el muestreo visual de fauna sobre los cuadrados de cobertura se han contabilizado 2 holoturias y 10 erizos. No se ha visualizado ningún ejemplar de *Pinna nobilis* a lo largo de los transeptos muestreados.

Puntos de muestreo	Densidad de haces		Cobertura		Enterramiento	
	Haces/m <sup>2</sup>		Porcentaje (%)		Cm	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
1	975,00	25,00	30,99	5,75	2,63	1,55
2			32,59	6,05	4,53	1,82
3			34,03	6,05	6,00	0,90
4	1125,00	75,00	21,98	6,92	6,04	0,47
5			25,05	5,78	8,00	0,78
6	887,50	262,50	38,39	7,42	7,51	2,12
media total	995,83	69,35	30,50	2,46	5,78	0,81

Tabla 27. Datos de densidad de haces, cobertura y enterramiento de la estación 16.

Puntos de muestreo	Número medio(*) de individuos/ 1.600cm <sup>2</sup>				Nº Individuos/ 20 m <sup>2</sup>
	Holoturias	Erizos	Estrellas	Espirógrafos	<i>Pinna nobilis</i>
1	0	0,9	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0,2	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0,1	0	0	0
6	0	0	0	0	0
media total	0,03	0,17	0	0	0
SEM	0,03	0,15	0	0	0

(\*) Media de 10 réplicas (10 cuadrados 40 x 40 cm por transecto)

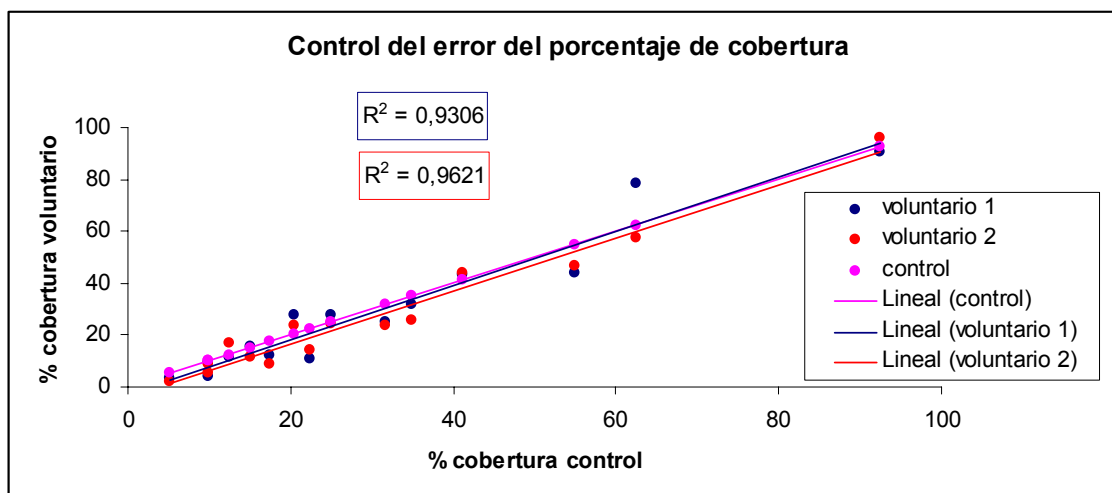
Tabla 28. Número medio de individuos en los puntos de muestreo de la estación 16.

### 6.3 Fiabilidad de las mediciones del porcentaje de cobertura realizadas por los buceadores voluntarios

En la tabla 25 se muestran los resultados del control del porcentaje de cobertura cuyo objetivo es conocer el error cometido por los voluntarios sobre la precisión de este descriptor. En la Figura 2 se compara la medida de cada voluntario con la del control. En ambos casos (voluntario 1 y voluntario 2) la recta de regresión obtenida nos indica que las mediciones realizadas por los buceadores voluntarios son muy parecidas (a veces casi idénticas) a las del control. Esto significa que el error del muestreador es bastante aceptable y la mayor parte de la variabilidad observada corresponde a la heterogeneidad espacial del descriptor. Ambas rectas de regresión tampoco muestran diferencias con la correspondiente a la situación hipotética en que el error del voluntario fuera exactamente igual al del control (recta color rosa en la gráfica).

estación número	localidad	Transecto	Posición	media control	media muestreador 1	media muestreador 2
5	Cala Cerrada somera	piqueta 1	metro 3	25	28	24,6
			metro 10	17,5	12,1	8,82
		piqueta 2	metro 3	15	15,4	11,68
			metro 6	5,25	3,65	1,93
14	Puerto Tomás Maestre	piqueta 3	metro 6	12,5	11,5	16,7
			metro 8	10	9,6	8,52
		piqueta 4	metro 3	41,25	43,25	43,65
			metro 5	55	44	46,8
2	Cala Túnez	piqueta 1	metro 8	22,5	11,1	14,22
			metro 5	35	32	26
		piqueta 2	metro 8	31,75	24,75	23,35
			metro 1	20,5	27,5	23,9
			metro 10	62,5	78,5	57,7
			metro 2	92,5	90,5	96,1
			metro 4	10	4	5,2

**Tabla 29.** Datos comparados del porcentaje de cobertura medio obtenido por un miembro del equipo técnico (control) y por dos buceadores voluntarios en distintos puntos de la red de muestreo.



**Figura 2.** Líneas de regresión de los valores obtenidos por los buceadores especializados (control) y por los buceadores voluntarios (voluntario 1 y 2)

Estos resultados reflejan la bondad de los métodos empleados e indican que el grado de fiabilidad de los datos obtenidos es bastante alto y acorde con los objetivos científicos del proyecto. A pesar de ello, para este informe se ha realizado un “filtrado” de los datos de cobertura obtenidos en los tres años de proyecto con el fin de eliminar la mayor cantidad posible de ruido estadístico. Para ello se han eliminado todas aquellas medidas de cobertura en las que las diferencias entre pares de estimas obtenidas simultáneamente por la pareja de voluntarios superaban determinado criterio. Este criterio es cuando la razón entre ambas medidas (max/min) era superior a 1,5 veces.

#### 6.4 Participación y perfil de los buceadores voluntarios

La oferta de participación inicial fue de 54 plazas. El calendario de muestreos se planificó de la siguiente manera: el viernes se impartía la charla formativa a los seis buceadores voluntarios (tres de un club y tres de otro) que realizarían los muestreos en dos estaciones durante el fin de semana. De esta manera se agruparon las distintas actividades en el mínimo espacio de tiempo. Si bien la demanda de plazas ha sido muy superior al 100% (casi el doble), el número de buceadores voluntarios que participó finalmente en las salidas de muestreo fue menor. Efectivamente, la participación fue finalmente de 45 buceadores voluntarios. Esta diferencia entre la participación demandada y la real se debe por lo general a imprevistos de última hora, por lo que no quedaba tiempo para suplir las vacantes creadas de esta forma.

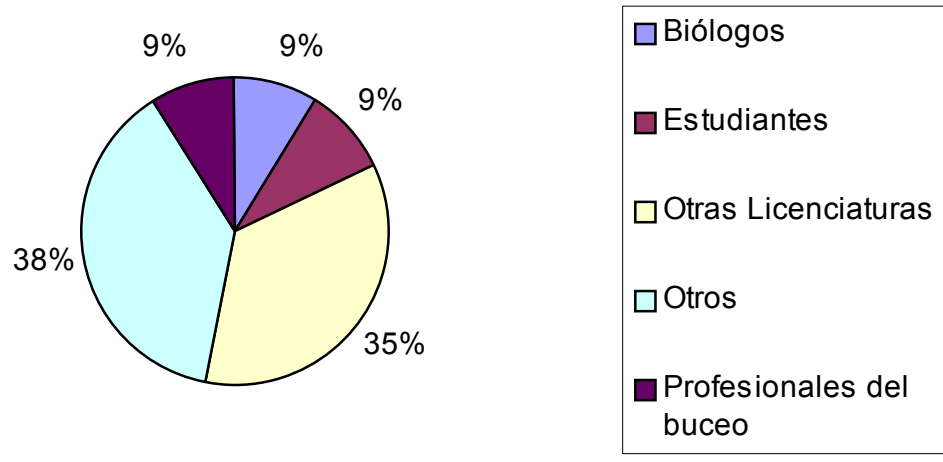
Respecto a las características de los buceadores participantes, el 55% fueron hombres y el 45% mujeres. La edad media del buceador voluntario es de 35 años, aunque el rango de edades fue muy amplio siendo el participante más joven de 14 años de edad y 62 años el de mayor edad.

Se observó que el nivel de buceo (titulaciones) de la mayoría de los voluntarios participantes pertenecía al nivel 3 tal y como se muestra en la siguiente tabla:

TITULACIÓN	%
Nivel 1 (B1, OWD)	22
Nivel 2 (B2, ADVANCED)	34
Nivel 3 (B3, INSTRUCTOR, DIVE MASTER)	44

La formación profesional de la población de buceadores voluntarios participantes es muy heterogénea (Fig. 3). De esta población, el 9% está compuesta por estudiantes y el 44% licenciados, es decir, por personas cuya actividad profesional proviene de algún tipo de formación académica. La composición de este sector es bastante variada (ingenieros, enseñanza, ciencias sociales y de la salud, periodismo, marketing, informática, abogados, economistas), un 9% son licenciados en biología. Sólo un 9% de los participantes desarrollan profesiones relacionadas con el buceo profesional y un 38% corresponde a un colectivo formado por los más diversos tipos de profesiones no académicas (categoría “otros” en la gráfica), tales como , administrativos, empleados de banca, empresarios, comerciales, cocineros, cerrajeros, etc).

### Formación profesional del voluntariado



## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Descriptores

#### 7.1.1. Estaciones con uno o dos años de muestreo.

Como ya se ha mencionado en otras ocasiones, por razones obvias, en las estaciones con solo dos años de muestreo no es posible decir mucho sobre el estado de salud de la pradera ni de su tendencia temporal. Si bien se analiza la significación estadística de las variaciones de la densidad de haces y de la cobertura entre ambos años (t-test para pares de muestras independientes; Tablas 31 y 32), no se emplean para realizar un diagnóstico de la evolución de la pradera como en el caso de las estaciones con tres años de seguimiento (Tabla 33). Los valores de los descriptores obtenidos en estas estaciones son coherentes con la profundidad y no presentan diferencias significativas entre 2005 y 2006 (t-test,  $p < 0,05$ ), excepto en el caso de la estación nº 14, localizada frente al Puerto de Tomás Maestre, donde el porcentaje de cobertura muestra una reducción significativa del 49,5% en 2005 al 29,7% en 2006. Tras analizar minuciosamente los datos de los muestreos realizados en ambas ocasiones no encontramos razones para pensar que este cambio sea debido a errores de muestreo o variaciones espaciales en la colocación del transecto. La posibilidad de una tendencia regresiva de esta pradera vendría avalada por la influencia del agua de salida del Mar Menor, cuyo nivel de eutrofización parece que tiende a incrementar en los últimos años (Ruzafa et al. 2001; Barberá et al., datos no publicados, Centro Oceanográfico de Murcia). Sin embargo, dadas las circunstancias (solo disponemos de 2 años de muestreo) no podemos confirmar todavía que se trate de una tendencia real causada por factores externos. Los muestreos de 2007 permitirán ya realizar una primera evaluación de la tendencia de la evolución de esta pradera.

#### 7.1.2. Estaciones con tres años de muestreo.

Tres años tampoco es un número aceptable de años como para hablar de tendencias temporales, especialmente en aquellos casos en los que, por cualquier razón, la variabilidad es alta. Sin embargo, una serie temporal formada por tres puntos ya nos permite aplicar algún tipo de análisis estadístico y realizar una primera, y solo tentativa, evaluación de la significación y signo de la evolución de la pradera en cada estación de muestreo. Para ello se ha aplicado simultáneamente un análisis de la varianza de 1 factor (años) y un análisis de regresión lineal sobre los valores medios de cada punto de muestreo (piquetas) obtenidos dentro de cada estación de seguimiento. La obtención de un valor significativo de pendiente (B) del modelo de regresión lineal significa que existe una tendencia temporal significativa, que puede ser regresiva (negativa) o progresiva (positiva). Un valor de la pendiente no significativo implica una tendencia estable, aunque las variaciones interanuales puedan ser significativas (ANOVA,  $p < 0,05$ ). Los resultados de estos análisis se muestran en las tablas 31 y 32. En función de estos resultados se ha realizado un diagnóstico preliminar de la evolución de la pradera

de *Posidonia oceanica* en cada estación de seguimiento (Tabla 33), asignando a cada una de ellas una de las siguientes categorías:

- a) **ESTABLE:** no hay variaciones interanuales significativas y la pendiente del modelo de regresión lineal no es significativa. Hay variaciones interanuales significativas, pero la pendiente de la recta de regresión no es significativa.
- b) **INESTABLE:** no hay significación estadística de las variaciones interanuales o del análisis de regresión, pero se observan síntomas de cambios temporales de la estructura espacial de la pradera posiblemente relacionados con factores externos. Por ejemplo, praderas próximas a un foco de perturbación antrópica donde se detectan incrementos de la variabilidad de los valores con el tiempo, cambios pequeños no detectables por la resolución del propio análisis, etc.
- c) **PROGRESIVO:** la pendiente del modelo de regresión lineal ajustado es significativa y positiva. Las variaciones interanuales pueden o no ser significativas.
- d) **REGRESIVO:** la pendiente del modelo de regresión lineal ajustado es significativa y negativa. Las variaciones interanuales pueden o no ser significativas.

Aplicando este análisis hemos podido comprobar que todas las praderas muestreadas son, por el momento, **estables**, a excepción de la pradera de la localidad de Cala Cerrada (Cabo Tiñoso, Cartagena), que es claramente **regresiva**, tanto en su parte somera (estación nº 5; Fig. 8) como en su parte profunda (estación nº 6; Fig. 9).

En la pradera somera de Cala Cerrada es donde se observa un mayor deterioro de la estructura espacial de la pradera de *Posidonia oceanica* con respecto a la situación inicial medida en 2004. Las variaciones interanuales de la densidad de haces no son significativas (ANOVA,  $p > 0,05$ ), pero la tendencia de la media es claramente negativa y significativa tal y como indica la significación de la pendiente del modelo de regresión lineal. Según dicha pendiente, la densidad de haces de esta pradera se reduce a una tasa de  $91,6 \pm 36,1$  haces $\cdot$ m<sup>-2</sup> cada año dentro del periodo estudiado. En efecto, el valor medio de la densidad de haces de esta pradera en 2006 es de unos 400 haces m<sup>-2</sup>, es decir, un 40% menor que los valores medidos inicialmente en 2004 (aprox. 600 haces m<sup>-2</sup>). La elevada variabilidad observada entre años se debe a que esta reducción no se produce por igual en todos los puntos de muestreo dentro de esta pradera, lo que a su vez impide la detección de diferencias significativas por el ANOVA (a pesar de obtener varianzas homogéneas). En cuanto a la cobertura de pradera, se observa también una tendencia a la reducción de su valor medio entre 2004 y 2006, pero ni el análisis de la varianza ni la regresión lineal revelan que ésta sea significativa. A pesar de no detectar un efecto significativo, la reducción del valor medio anual de cobertura es de aproximadamente del 40% respecto al valor inicial de 2004.

En la estación profunda de Cala Cerrada, no existen cambios en la densidad de haces, que se mantiene claramente estable, pero si se observa una tendencia significativa de

reducción del valor medio de la cobertura de pradera del 20% en 2004 a cerca del 10%. Esta diferencia no es detectada por el análisis de la varianza, pero sí por la pendiente del modelo de regresión lineal. Según dicho análisis, la cobertura disminuye a una tasa de  $4,5 \pm 1,1$  % anual, pero este bajo valor es debido a que la reducción se produce entre 2005 y 2006 y apenas cambia entre 2004 y 2005.

De cualquier forma, hay síntomas de regresión también en la parte profunda de esta pradera, pero en menor grado que la parte somera. Esto es debido a la naturaleza del posible agente causante de la regresión observada, que se encuentra relacionado con los efectos del fondeo no controlado. El principal impacto sobre la pradera somera ha sido originado por el fondeo de muertos de hormigón que causó en su momento (antes del inicio del seguimiento) un claro de arena en medio de lo que originalmente era una pradera homogénea o, en todo caso, una mancha de arena mucho más pequeña. Por otra parte, en las épocas del año con máximo tráfico marítimo, la concentración masiva de embarcaciones de todo tipo es frecuente dentro de cala cerrada y, a consecuencia precisamente de la presencia de solo dos puntos de amarre en superficie, un gran número de embarcaciones anclan directamente sobre la pradera erosionándola y causando la eliminación mecánica de cobertura vegetal. La pérdida de cobertura vegetal causada por la acción erosiva de fondeos, cadenas y anclas da lugar además a una reducción del control de la estabilidad del sedimento por la pradera que, con el tiempo, se traduce en un incremento del grado de enterramiento de los haces. Precisamente, la estación de muestreo de Cala Cerrada somera es la que presenta los valores mínimos de este parámetro de todas las praderas muestreadas (Figura 5). *Posidonia oceanica* tiene una capacidad muy limitada de sobrevivir al enterramiento por el sedimento (Ruiz 2000), por lo que es muy probable que parte de la regresión observada sea causada también por este mecanismo indirecto.

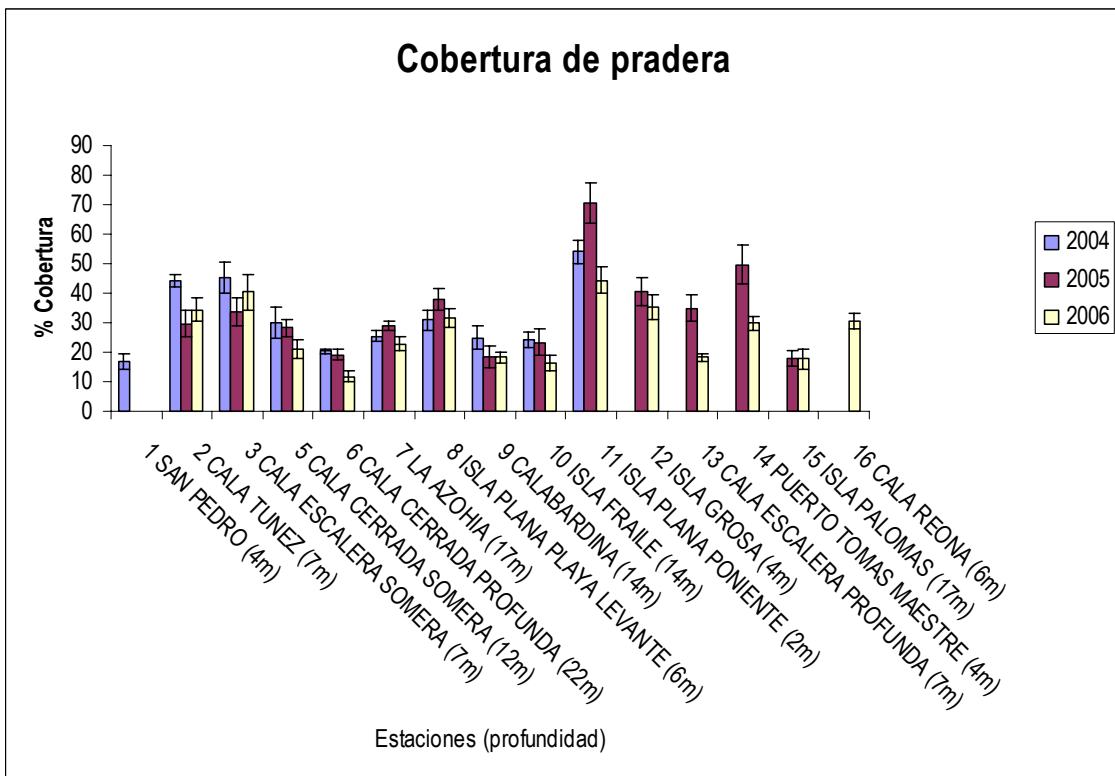
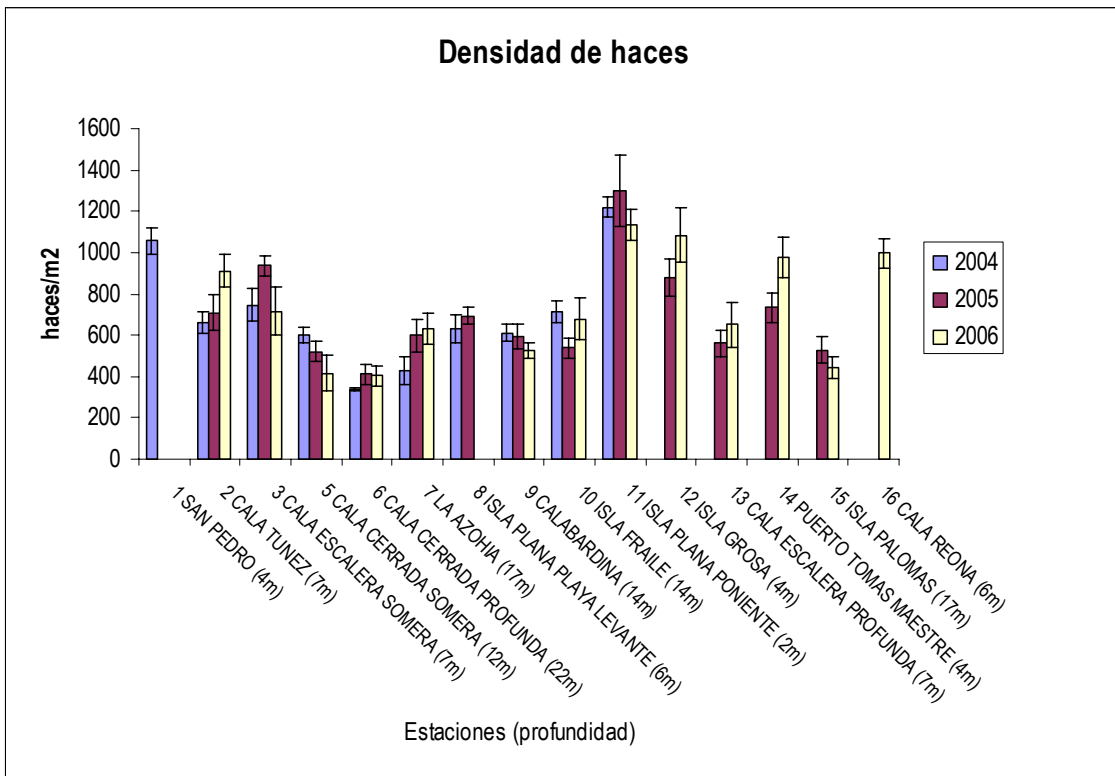
Estos resultados indican, por tanto, que a pesar del reducido número de años de la serie temporal, la pradera de *P. oceanica* de Cala Cerrada se encuentra en clara regresión. Deben ser aplicadas medidas de gestión inmediatas y específicas para controlar y eliminar el impacto de la frecuentación de embarcaciones en esta localidad, de especial interés de conservación e importancia para la pesca artesanal.

En el caso de la pradera de la Isla del Fraile (Estación nº10; Fig. 13) los resultados no son tan llamativos, pero se observan ciertos síntomas de alteración de la estructura. Ninguno de los análisis estadísticos empleados detecta cambios o tendencias significativas en esta pradera, pero las variaciones de los descriptores sugieren que puedan estar ocurriendo algunos cambios. Así, por ejemplo, en el caso de la densidad de haces, su valor medio anual no cambia significativamente entre 2004 y 2006, pero hay un incremento de la variabilidad de los valores medios obtenidos y el valor mínimo del rango (sin contar los *outliers* i.e. “non-outlier range” en la gráfica), que indica que en algunos puntos de muestreo dentro de esta pradera hay una reducción de la densidad de haces. La cobertura de la pradera (tanto los valores medios como los mínimos del rango) muestran cierta tendencia regresiva, aunque no es significativa. Según la información disponible, estas observaciones podrían ser simplemente variaciones aleatorias de la estructura espacial de la pradera, pero debido a la proximidad de una

granja marina no debería descartarse la posibilidad de que se trate de síntomas iniciales de una degradación de la pradera causada por la influencia de vertidos orgánicos de las instalaciones acuícolas. Datos disponibles del contenido de nitrógeno total e isotópico medidos en los tejidos de los epífitos de las hojas de *Posidonia oceanica* revelan, precisamente, una influencia significativa del vertido orgánico de la granja marina sobre esta pradera (datos no publicados, Ruiz et al.). La instalación de cuadrados fijos para la medición exacta de la variación interanual del número de haces (cambio poblacional neto) permitirá inferir con mayor claridad la tendencia actual de esta pradera.







**Figura 3.** Valores medios y error estándar de la densidad de haces de *Posidonia oceanica* medidos en las estaciones de la red de seguimiento en 2004, 2005 y 2006. **Figura 4.** Valores medios y error estándar de la cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* medidos en las estaciones de la red de seguimiento en 2004, 2005 y 2006

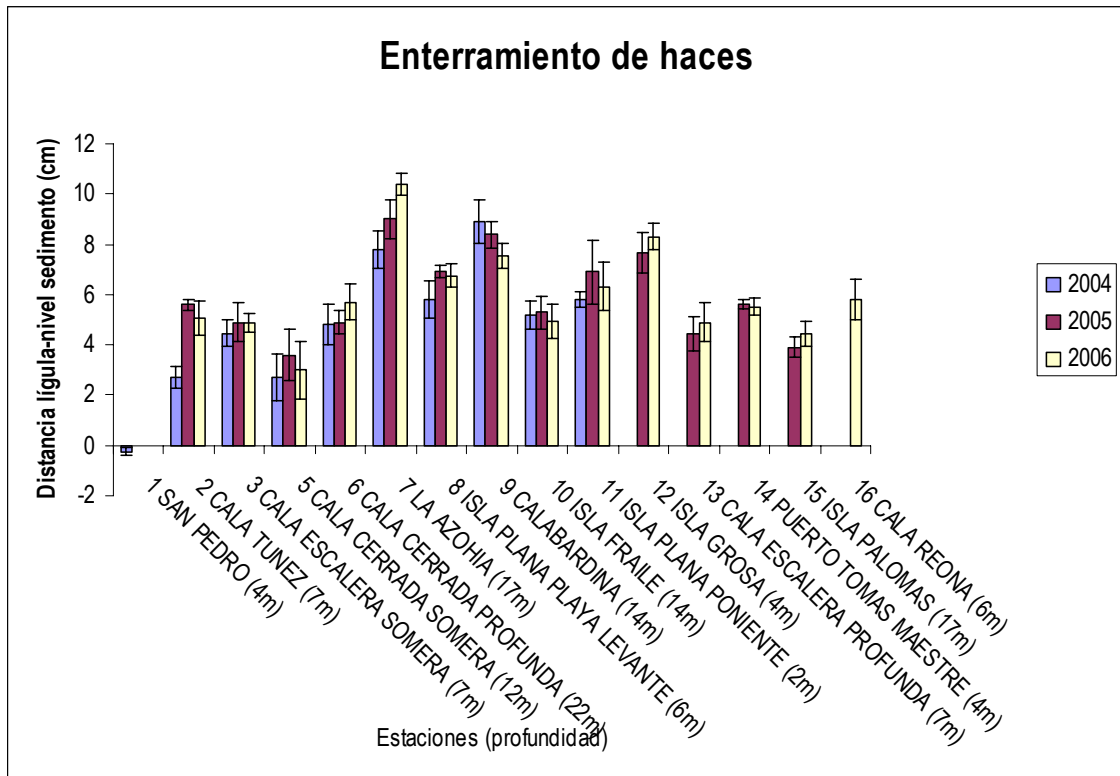


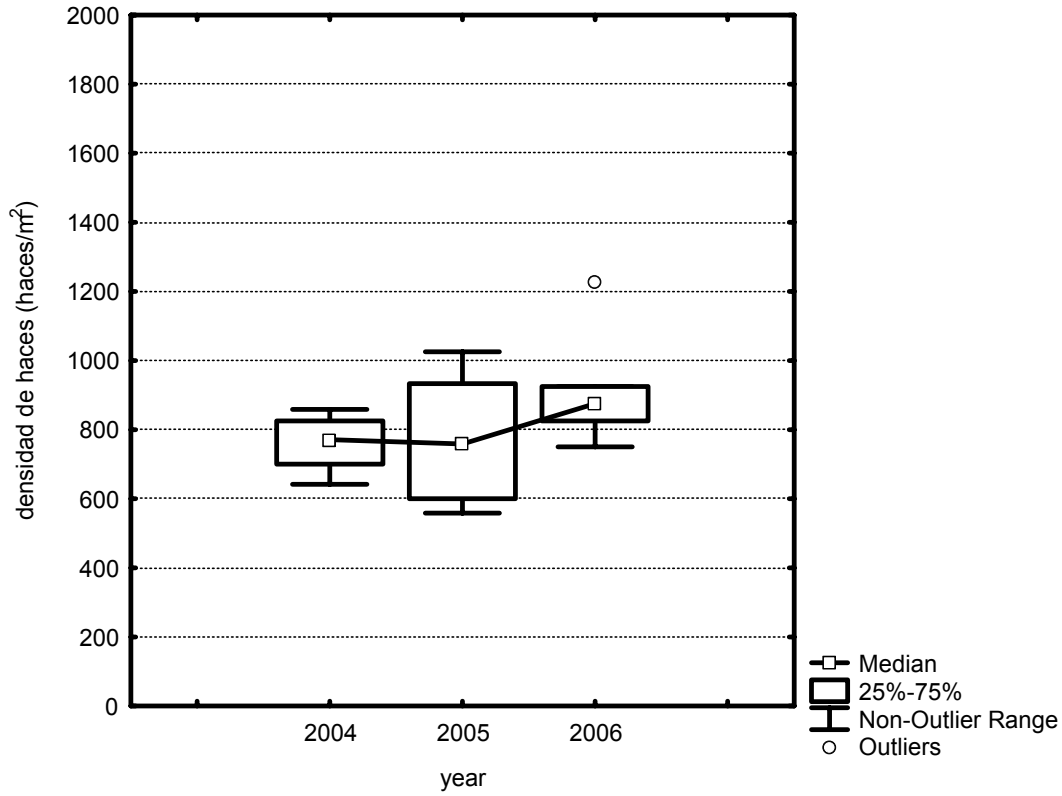
Figura 5. Valores medios y error estándar del grado de enterramiento de los haces de *Posidonia oceanica* medidos en las estaciones de la red de seguimiento en 2004, 2005 y 2006

ESTACION - PROFUNDIDAD	Número medio de individuos / m <sup>2</sup>												Nº individuos / 20 m <sup>2</sup>		
	HOLOTURIAS			ERIZOS			ESTRELLAS			ESPIROGRAFOS			PINNA NOBILIS		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
1 SAN PEDRO (4m)	0,03			0			0			0,03			0		
2 CALA TUNEZ (7m)	0,07	0,09	0,07	0,01	0	0,02	0,02	0,02	0	0,01	0	0,02	0,1	0,22	0,5
3 CALA ESCALERA SOMERA (7m)	0,08	0,075	0,17	0,01	0	0	0,01	0	0	0,02	0	0,57	0	0	0
5 CALA CERRADA SOMERA (12m)	0,12	0,2	0,18	0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0	0,07	0	0	0
6 CALA CERRADA PROFUNDA (22m)	0,14	0,22	0,12	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0
7 LA AZOHIA (17m)	0,09	0,04	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,37	0
8 ISLA PLANA PLAYA LEVANTE (6m)	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0	1,4	0,87	1,5
9 CALABARDINA (14m)	0,02	0	0,05	0	0	0	0	0,01	0,03	0,02	0	0	0,3	0	0
10 ISLA FRAILE (14m)	0,01	0,05	0	0	0	0	0,09	0,1	0,07	0	0,02	0,05	0,63	0,2	0,17
11 ISLA PLANA PONIENTE (2m)	0,06	0,01	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 ISLA GROSA (4m)		0,01	0,02		0	0		0,01	0		0	0		4,87	5,83
13 CALA ESCALERA PROFUNDA (7m)		0,12	0		0	0		0,01	0		0,09	0,62		0	0
14 PUERTO TOMAS MAESTRE (4m)		0,05	0,02		0	0		0,01	0		0,01	0		0,12	0,33
15 ISLA PALOMAS (17m)		0,08	0,25		0	0		0	0		0	0		0,67	0,17
16 CALA REONA (6m)			0,03			0,17			0			0			0

Tabla 30 Resultados del muestreo de fauna efectuado en las estaciones de la red de seguimiento en los años 2004, 2005 y 2006

DISCUSION

Estación 2. CALA TÚNEZ (CABO PALOS)



Estación 2.CALA TÚNEZ (CABO DE PALOS)

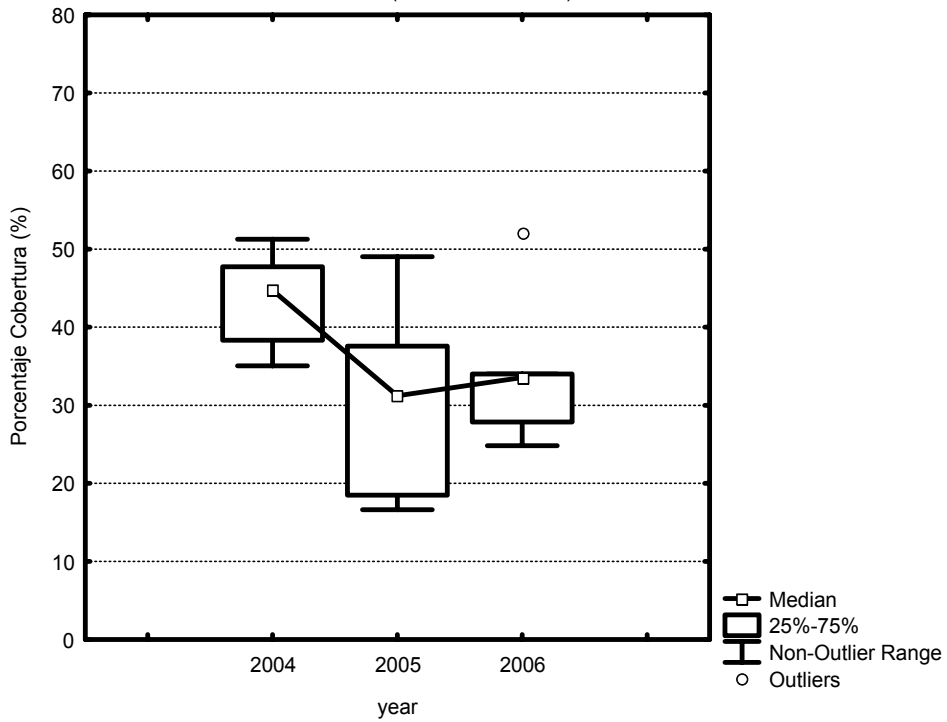


Figura 6 Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 2

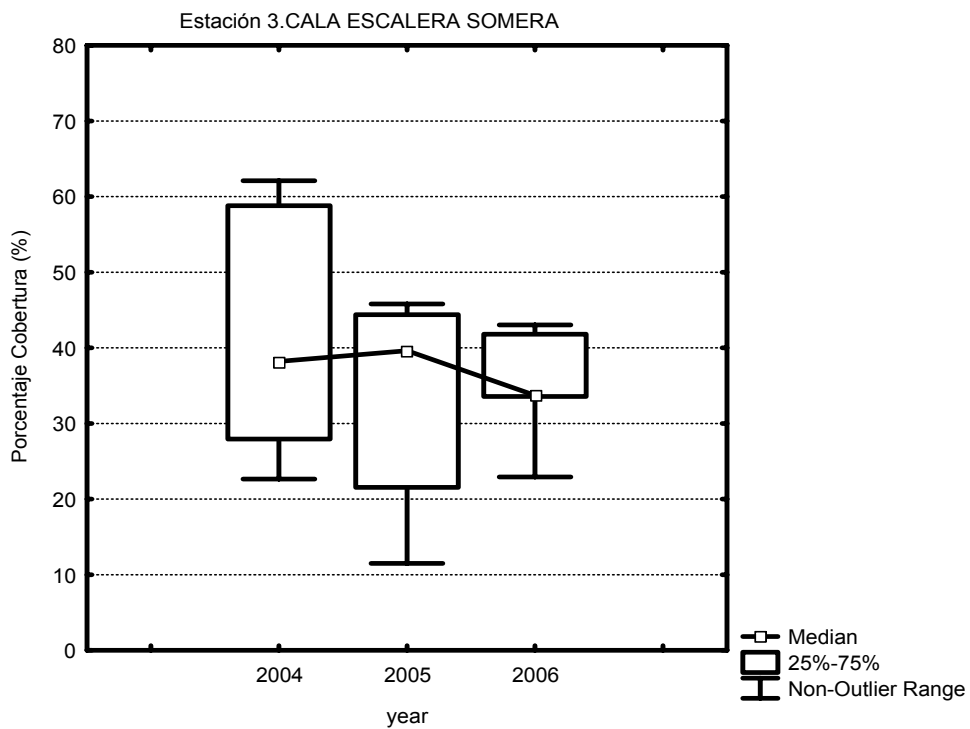
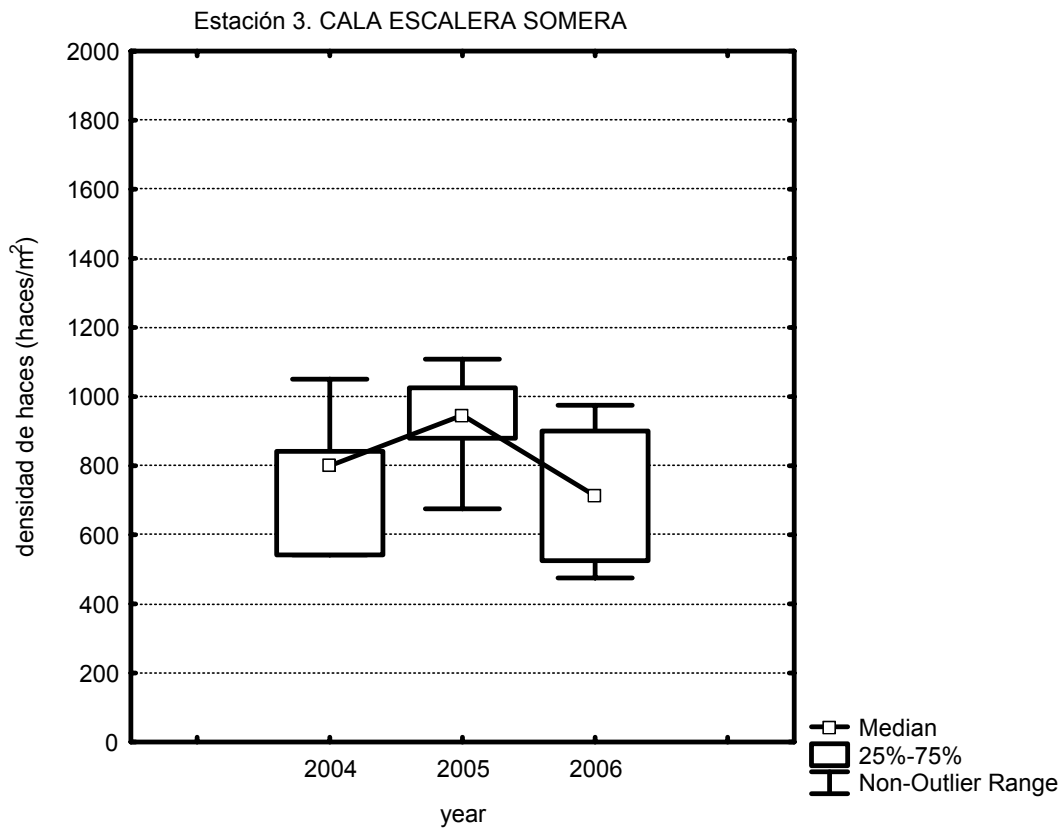


Figura 7. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 3

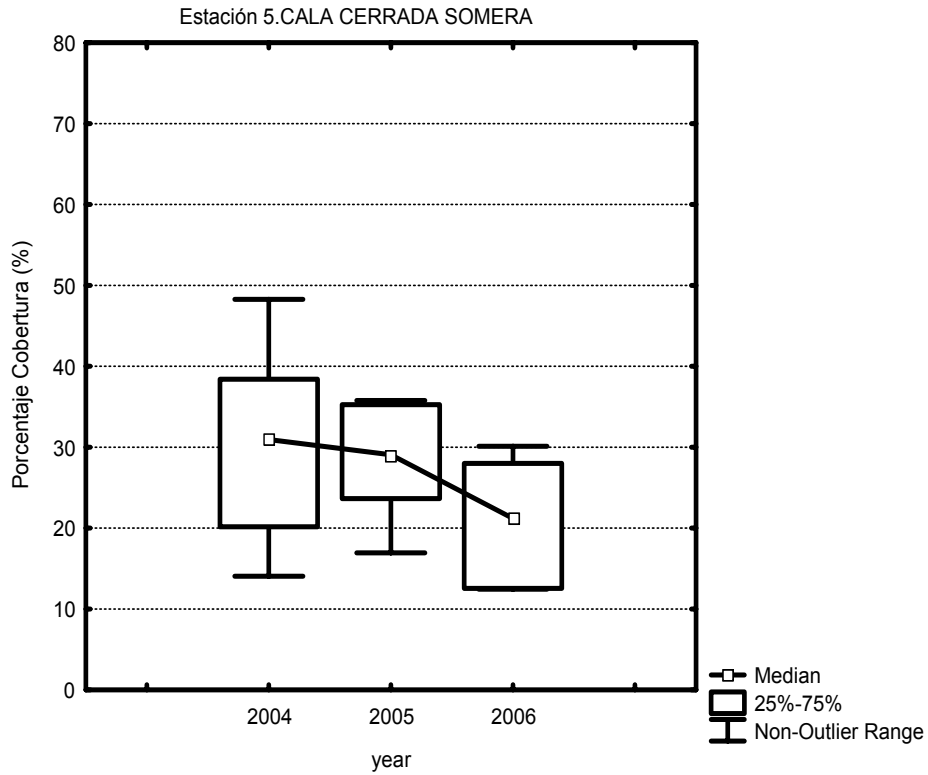
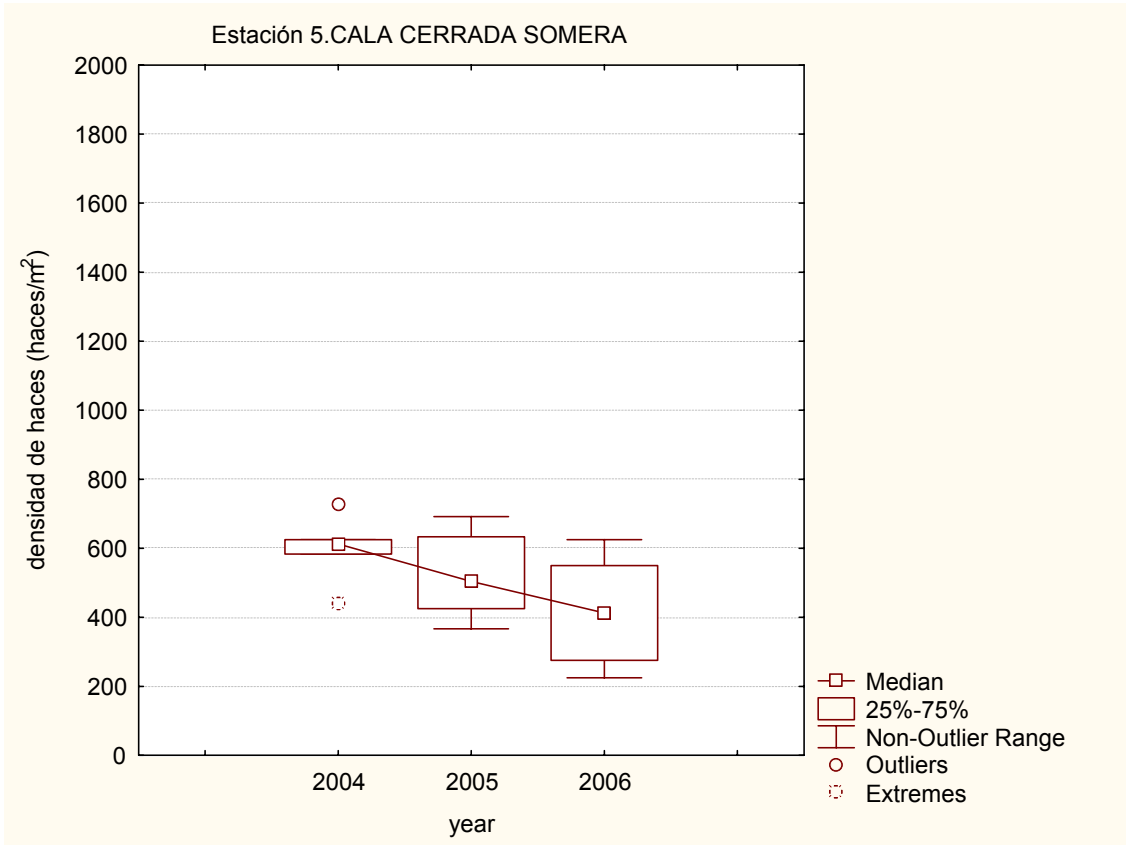


Figura 8. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 5

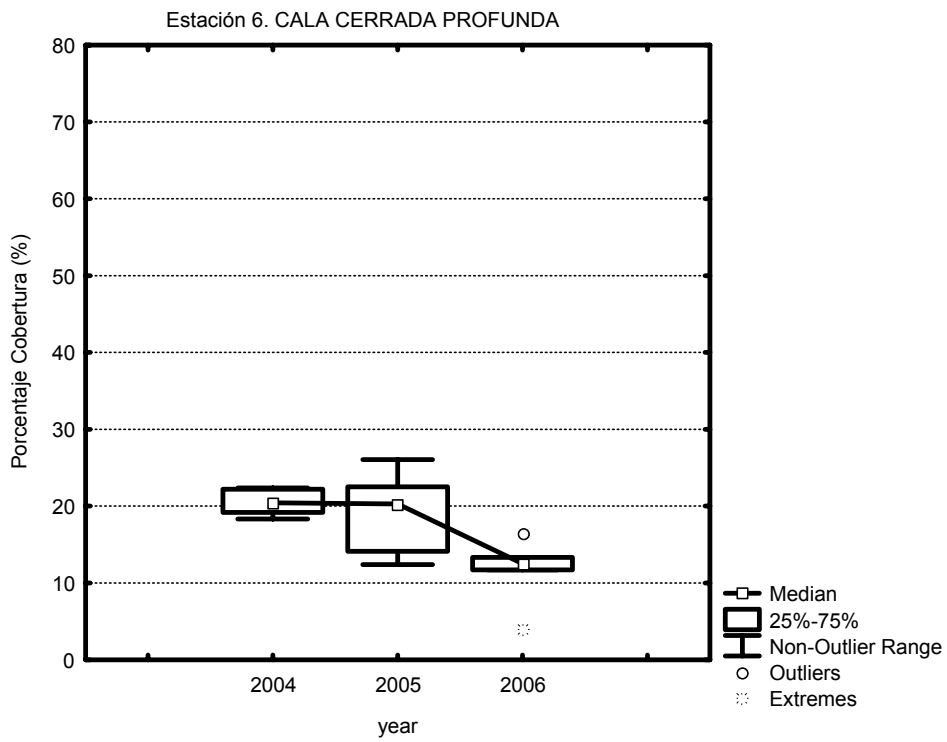
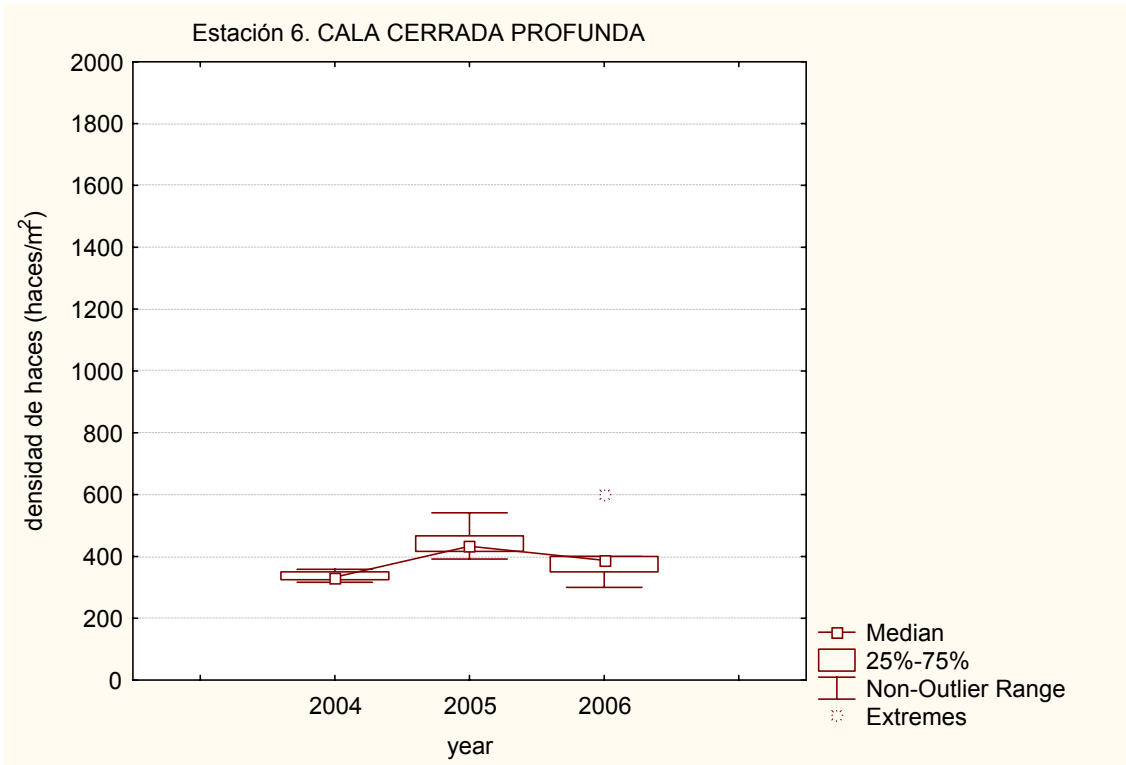


Figura 9. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 6

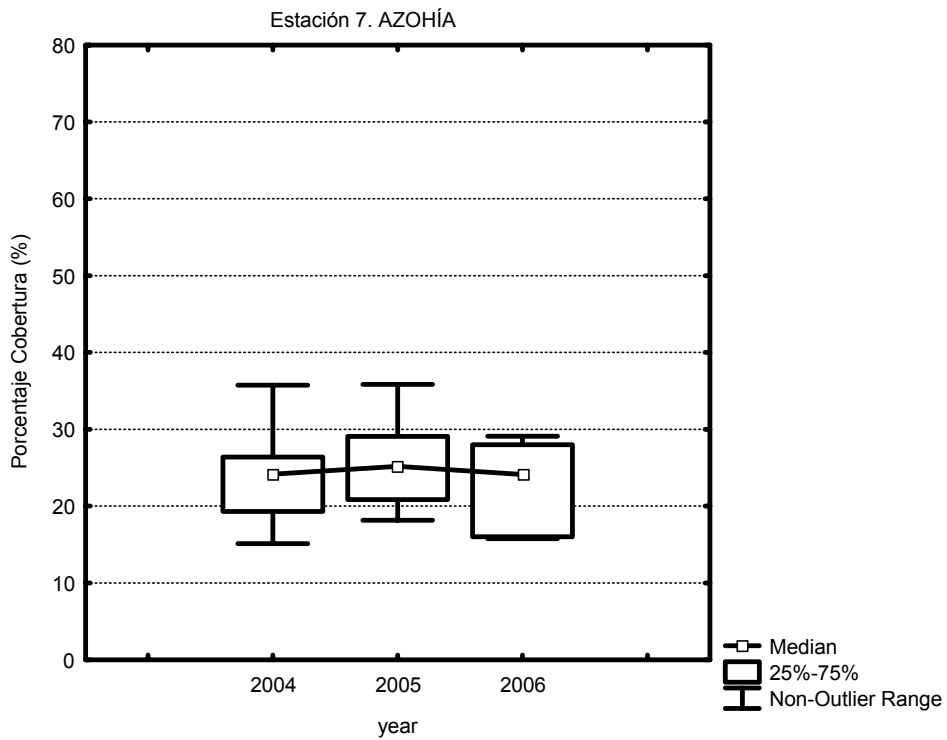
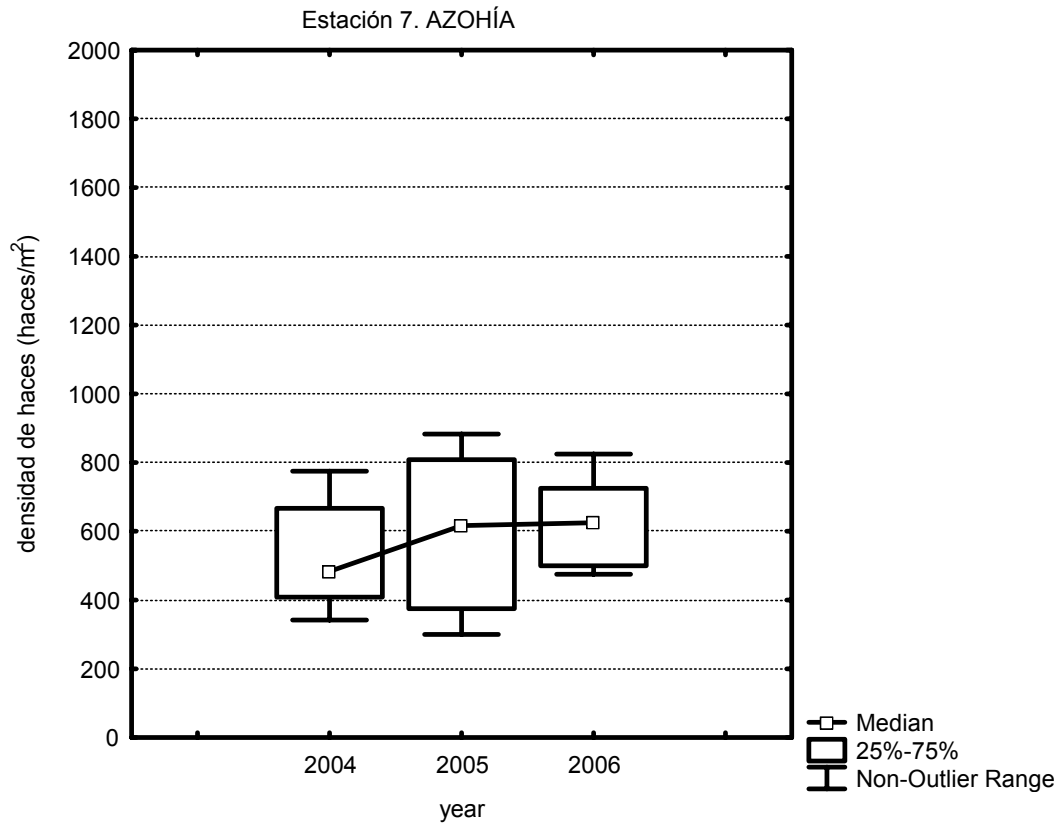


Figura 10 Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 7

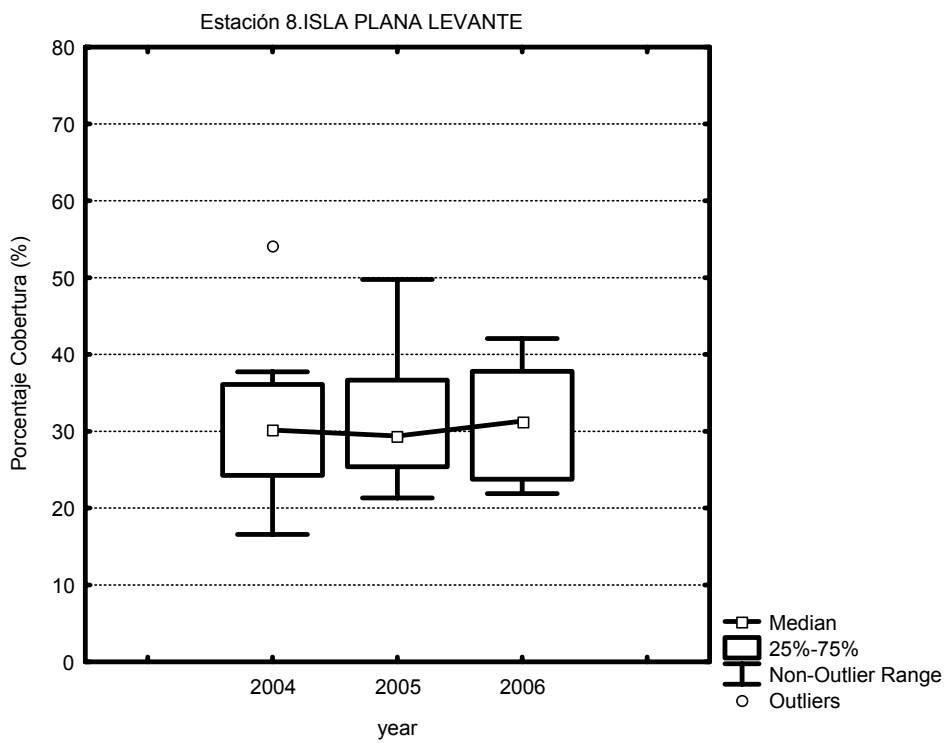
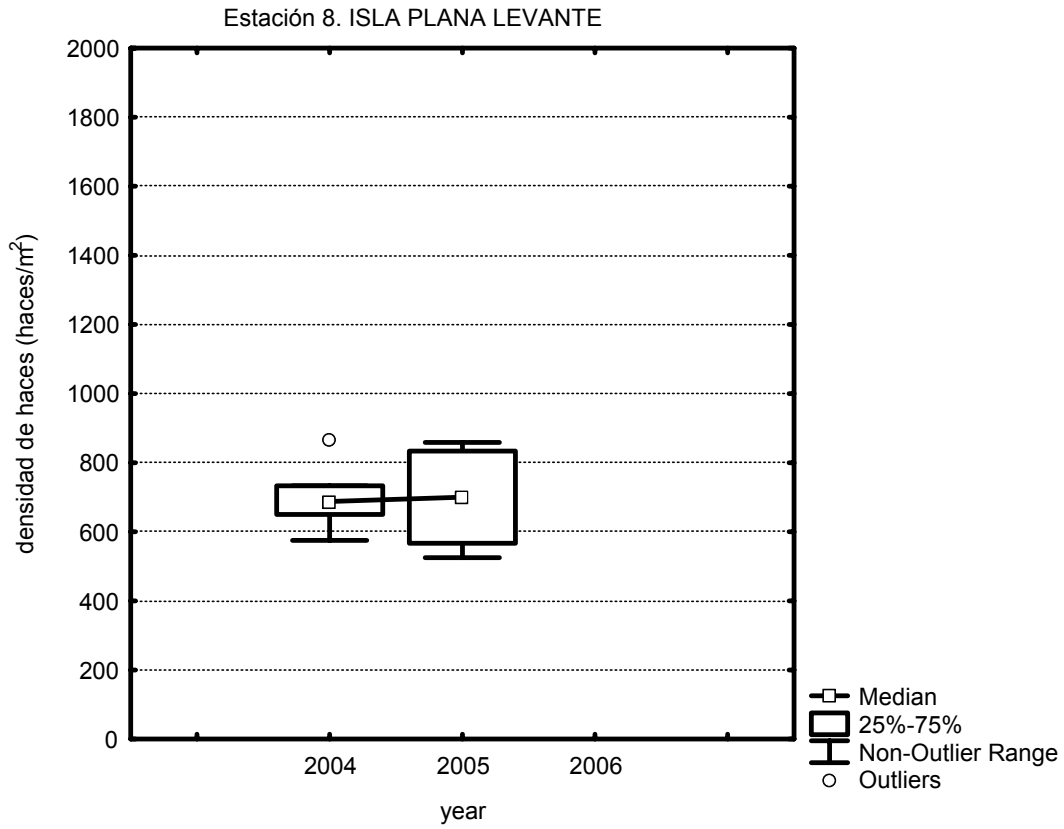


Figura 11. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 8



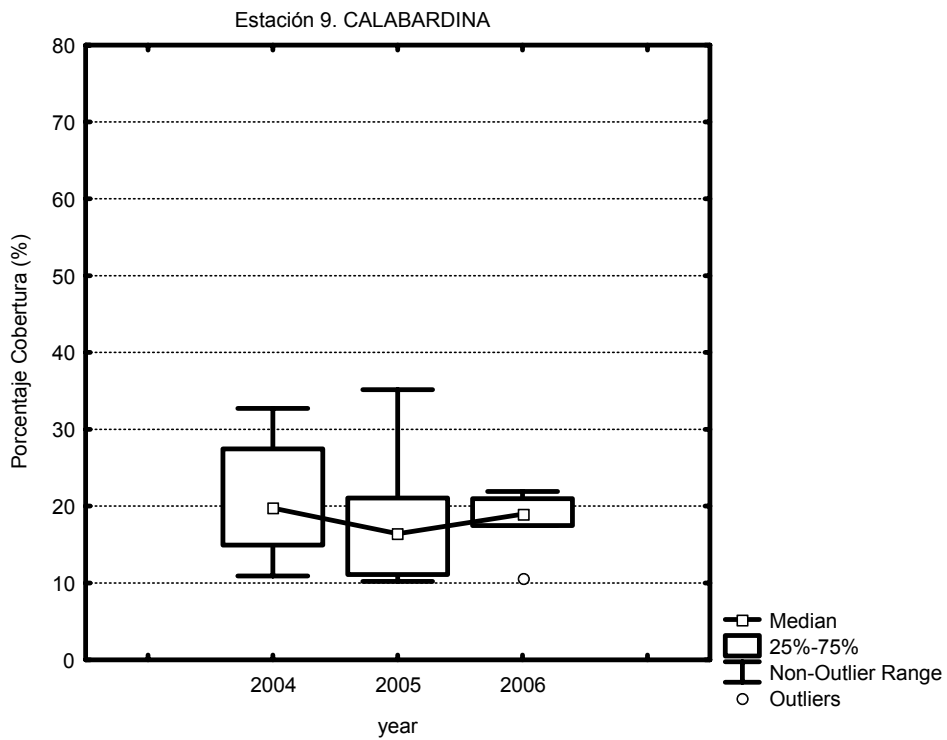
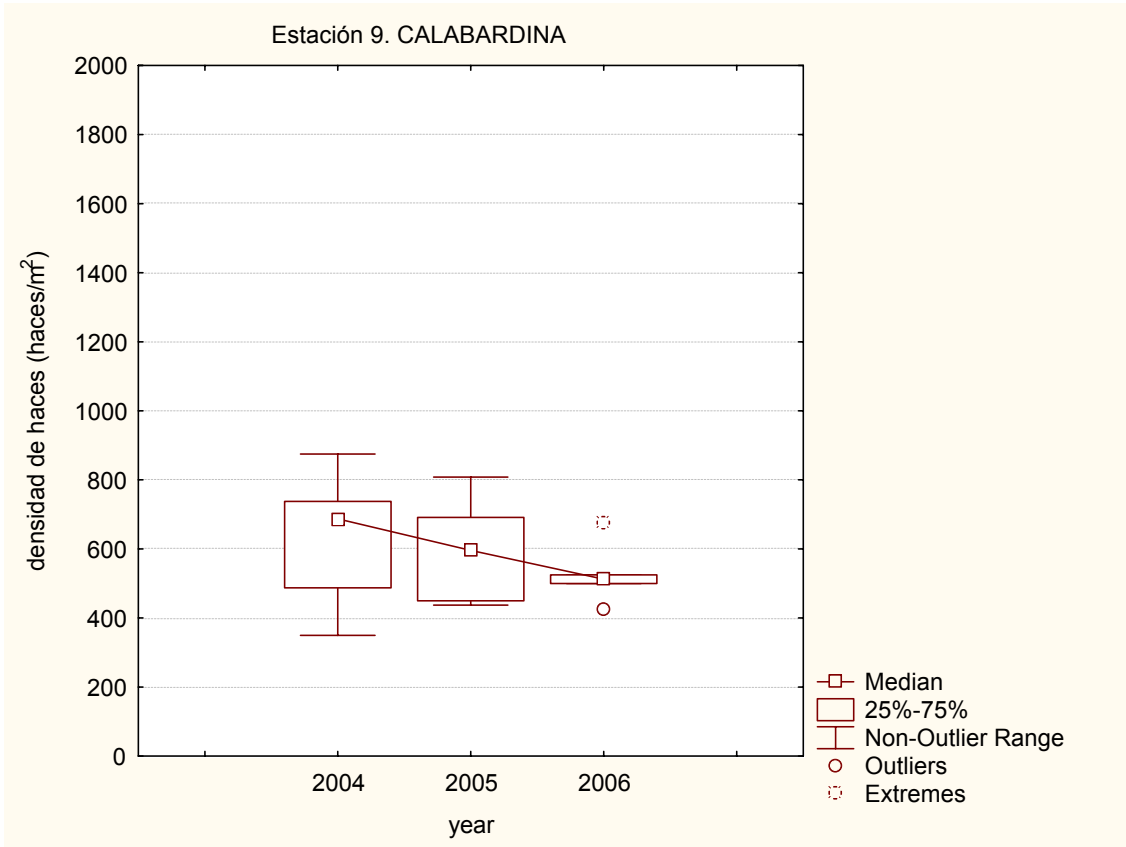


Figura 12. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 9

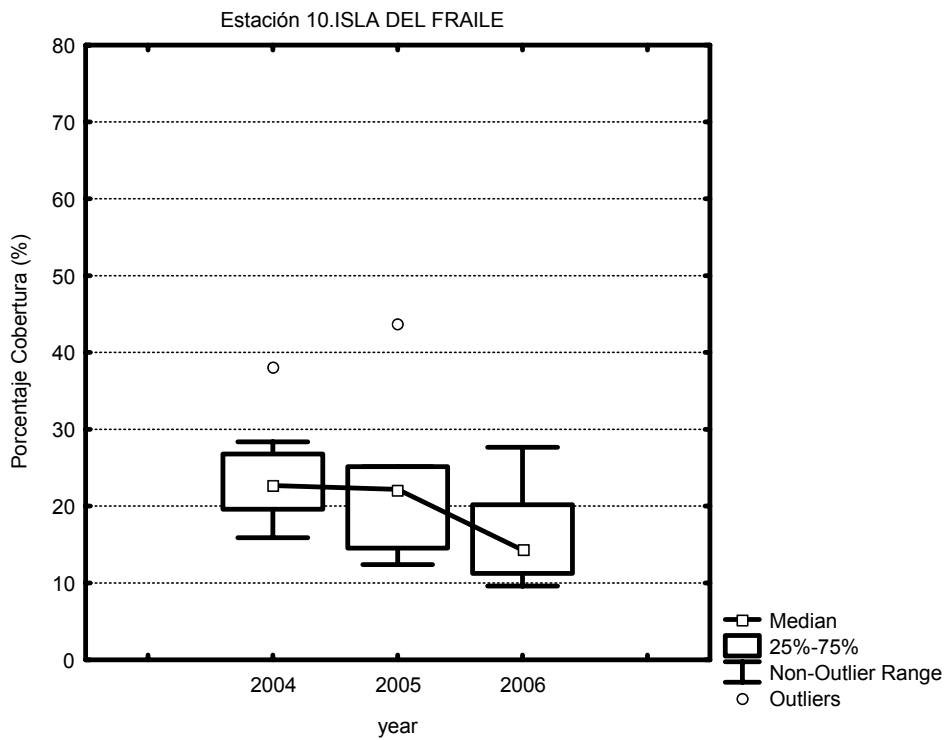
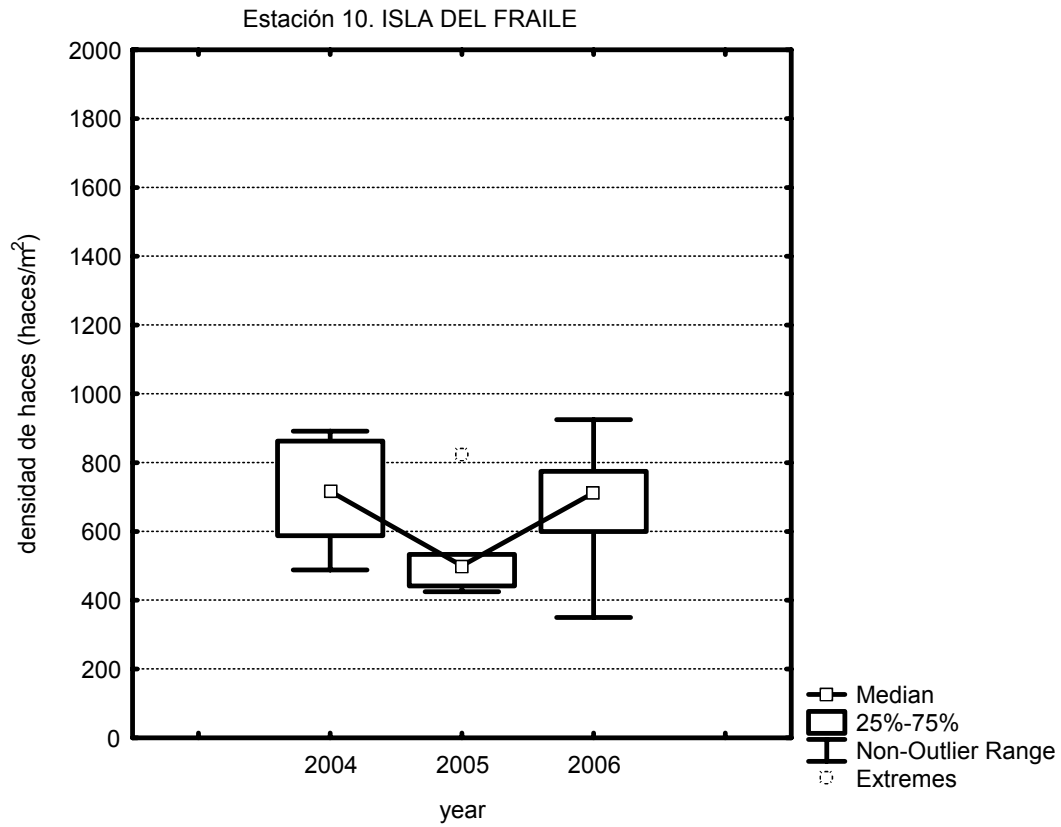


Figura 13. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 10

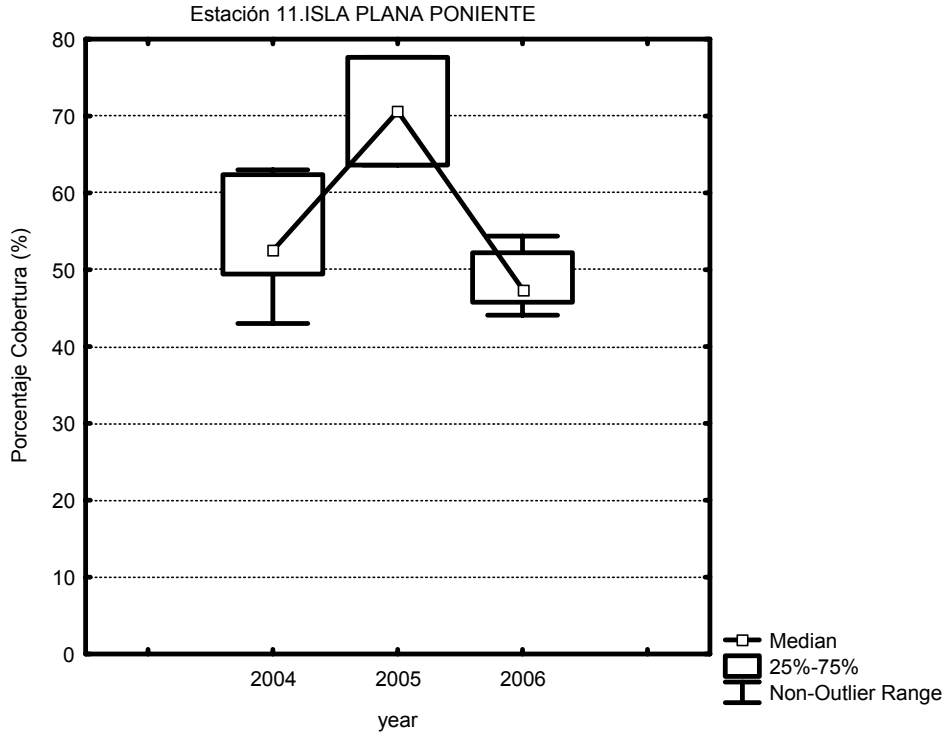
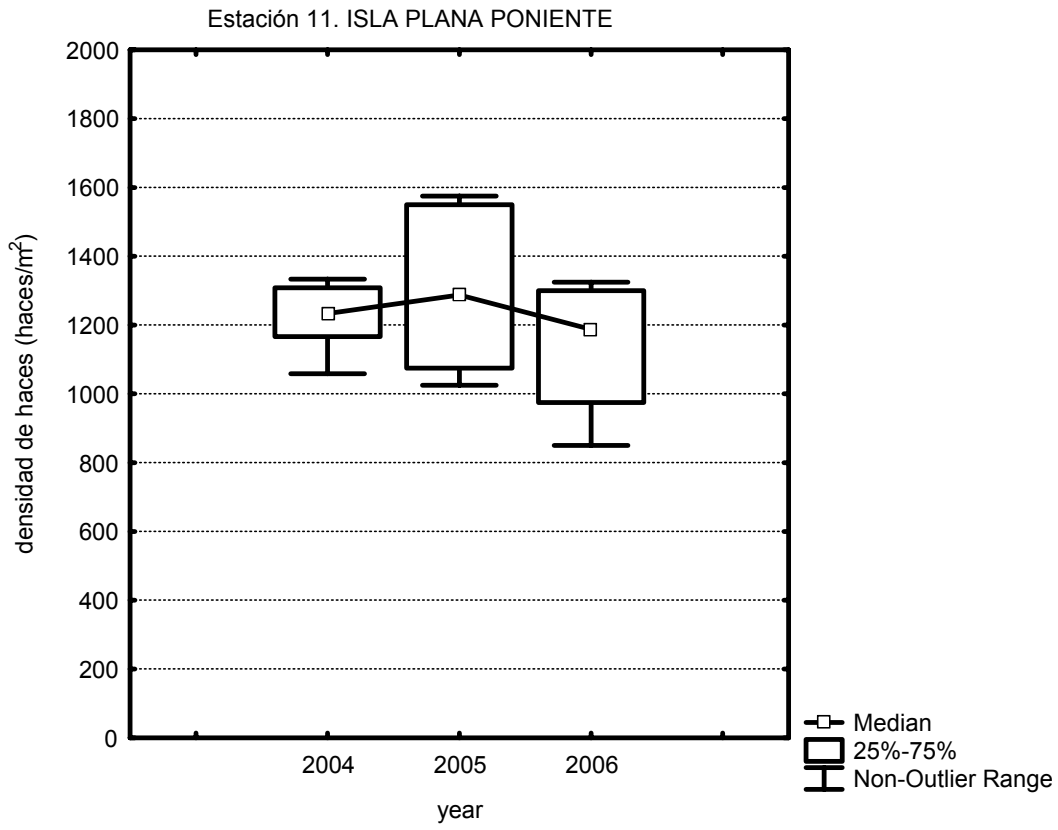


Figura 14. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 11

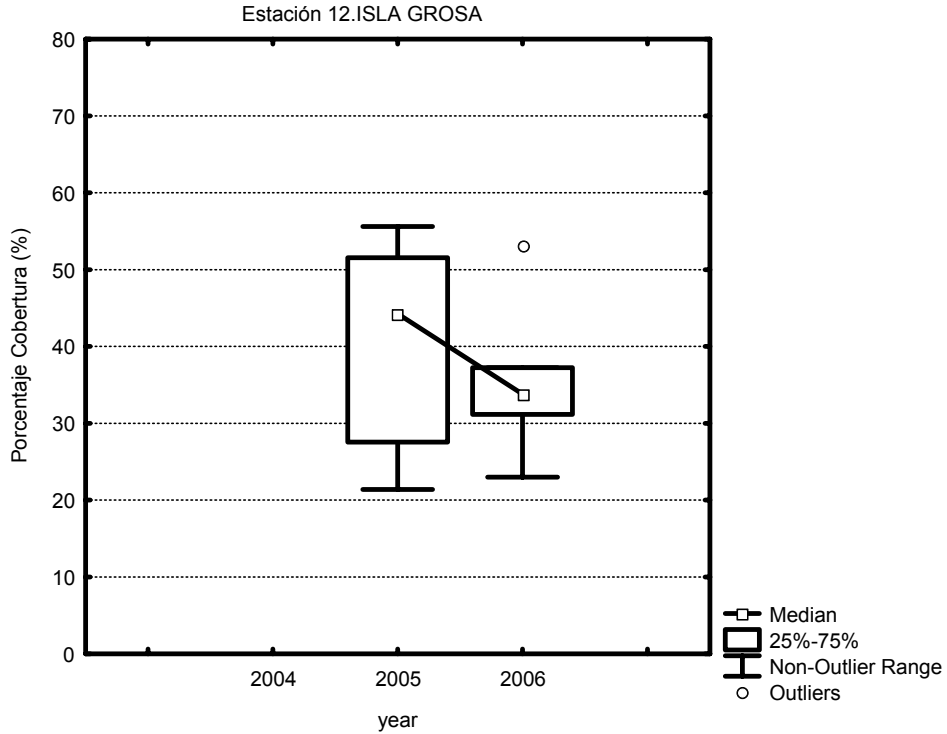
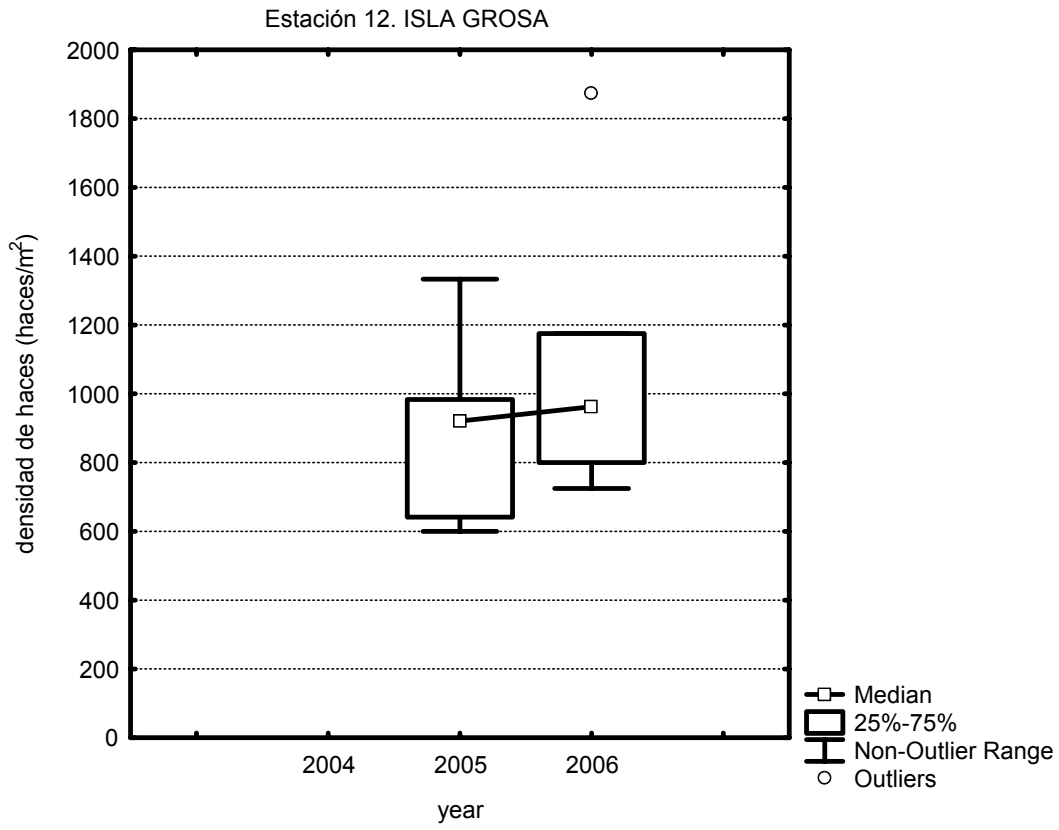


Figura 15 Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 12

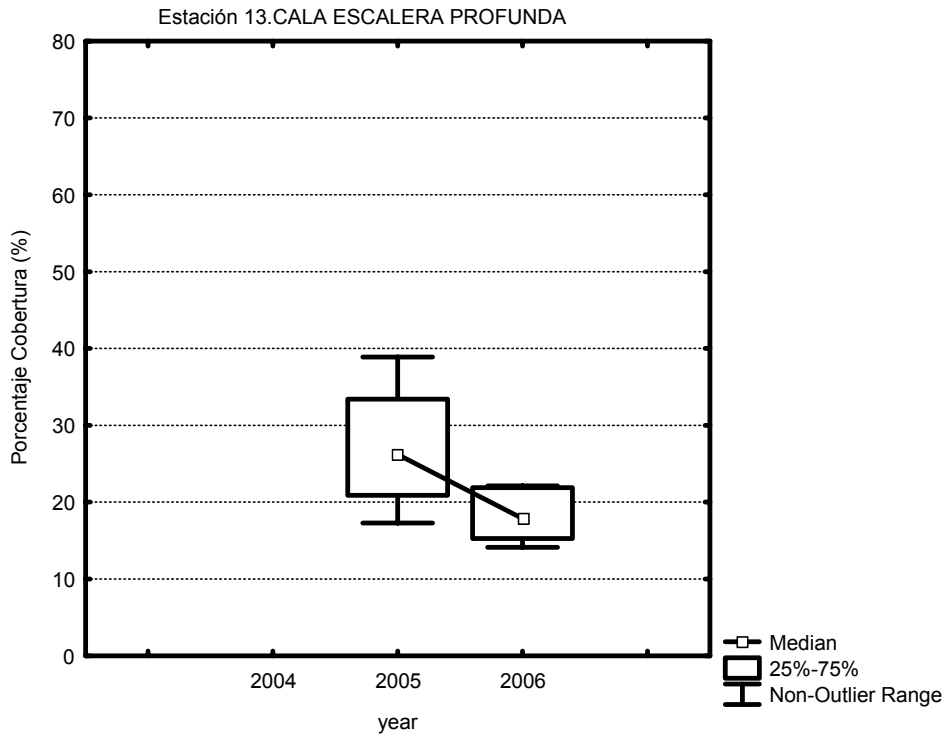
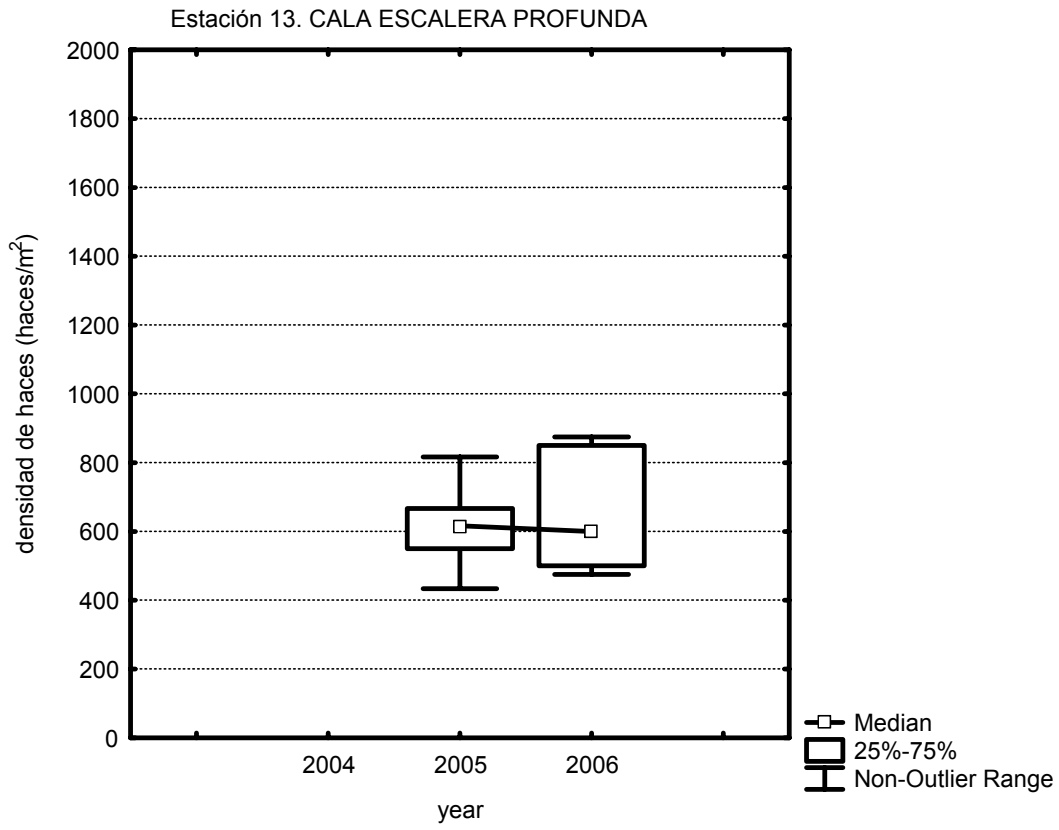


Figura 16. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 13

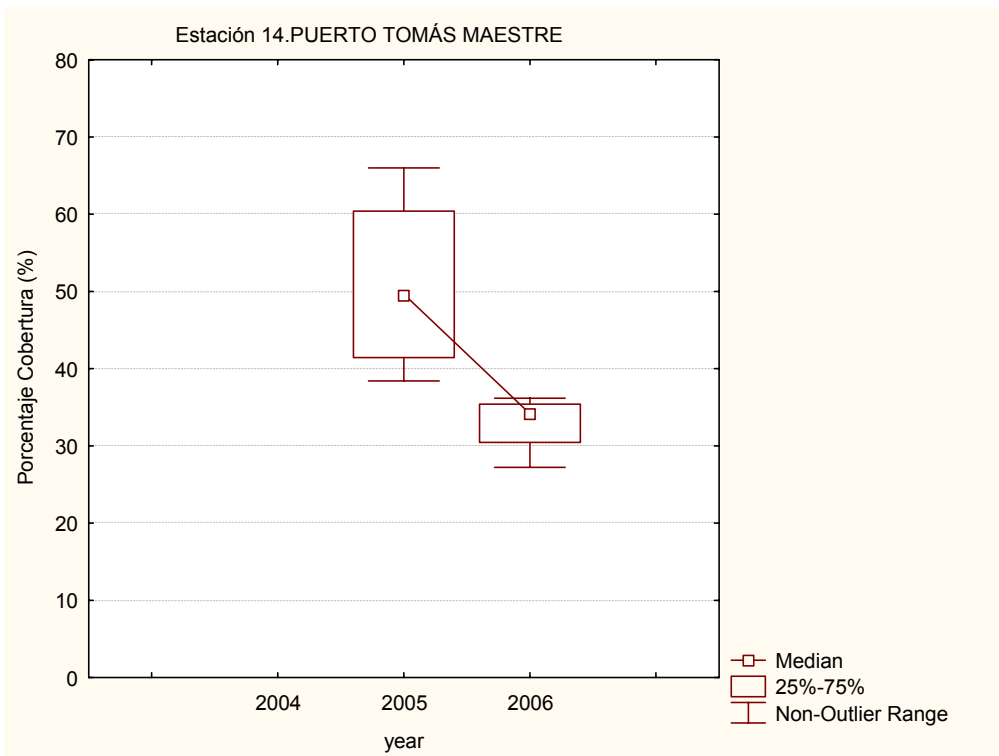
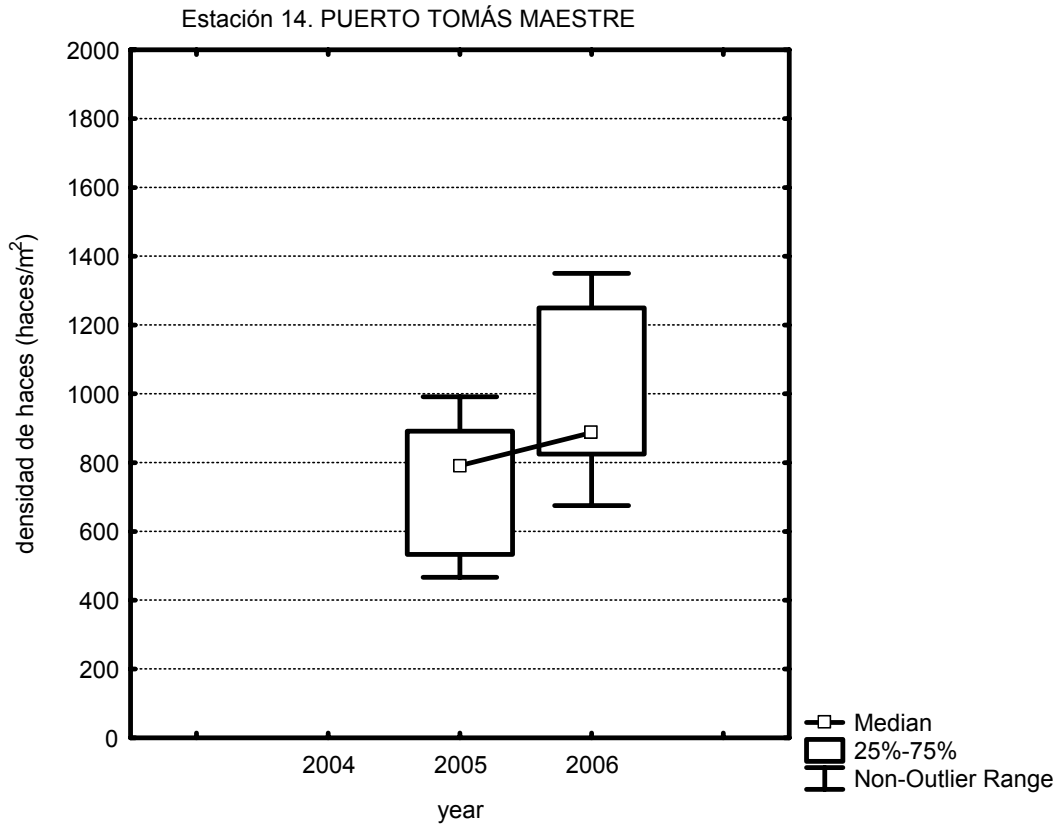


Figura 17. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 14

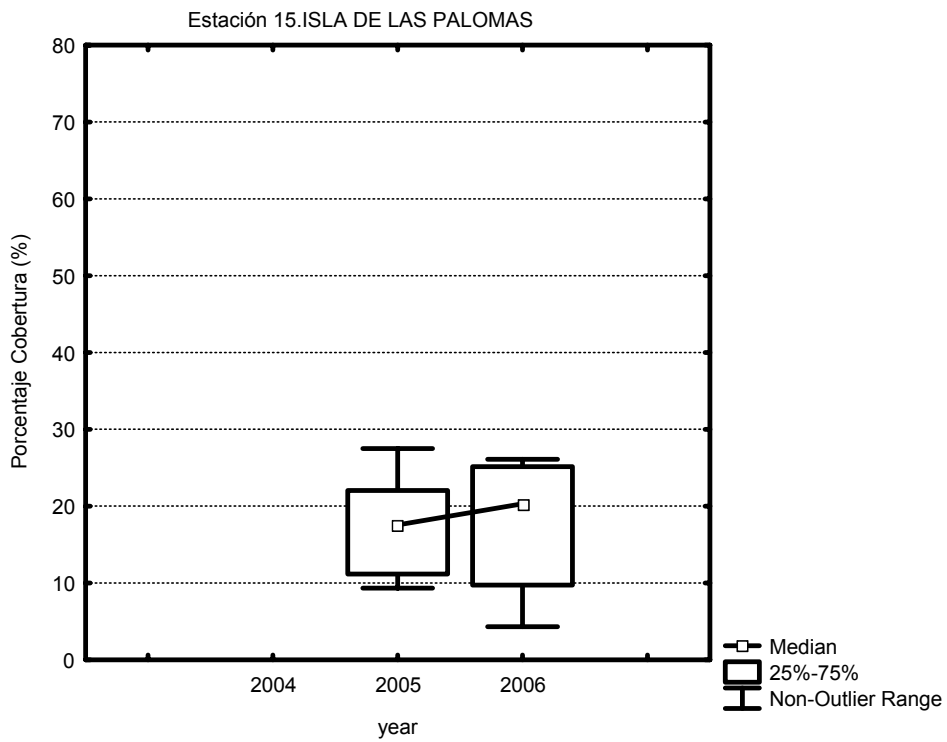
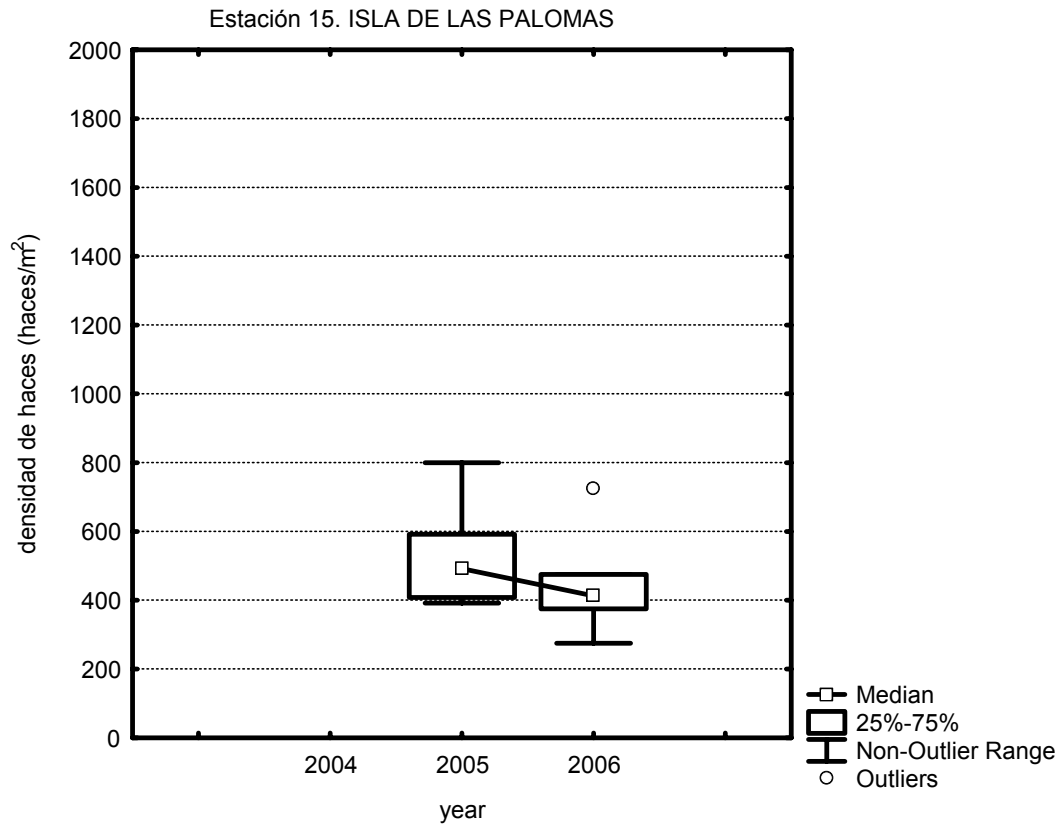


Figura 18. Evolución de los descriptores estudiados en la estación nº 15

ESTACIONES 3 AÑOS		ANOVA 1 factor			REGRESIÓN LINEAL			
localidad	nº	Homog.Var. <sup>1</sup>	F	p	R <sup>2</sup>	β	B (nº haces/año)	p
C. Tunez	E2	si	0,055569	ns	0,163	0,403±0,22	75,6±42,8	ns
C. Escalera somera	E3	si	0,502588	ns	0,004	0,059±0,22	-14,3±55,5	ns
C. Cerrada somera	E5	si	0,163035	ns	0,286	0,535±0,21	-91,6±36,1	0,022
C. Cerrada profunda	E6	ln(x)	0,002478	ns	0,108	0,328±0,25	31,4±24,1	ns
La Azohía	E7	si	0,025852	ns	0,062	0,248±0,22	50,8±46,8	ns
Calabardina	E9	ln(x)	0,185958	ns	0,063	0,250±0,22	-0,07± 0,06	ns
Isla del Fraile	E10	si	0,467979	ns	0,014	0,119±0,23	-24,3±47,9	ns
Is. Plana (poniente)	E11	si	0,312497	ns	0,022	0,148±0,27	-35,8±65,9	ns

ESTACIONES 2 AÑOS		t-test para grupos independientes		
localidad	nº	Homog.Var. <sup>2</sup>	t	p
Is. Plana (Levante)	E8	si	-0,056515	ns
Isla Grosa	E12	si	-1,14966	ns
C. Escalera (prof.)	E13	si	-0,441192	ns
Pto. Tomas M.	E14	si	-1,94572	ns
Is. de las Palomas	E15	si	-0,949016	ns

ns = diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ); diferencias significativas indicadas con sombreado gris.

Homog.Var. = Test de Homogeneidad de varianzas entre grupos (1 = Tukey; 2 = Levene)

**Tabla 31.** Resultados de los análisis estadísticos realizados para evaluar las variaciones interanuales de la densidad de haces de *Posidonia oceanica* observadas en cada estación de muestreo durante un periodo de 3 años (tabla superior) y de 2 años (tabla inferior).



ESTACIONES 3 AÑOS		ANOVA 1 factor			REGRESIÓN LINEAL			
localidad	nº	Homog.Var. <sup>1</sup>	F	p	R <sup>2</sup>	β	B (nº haces/año)	p
C. Tunez	E2	si	0,717299	ns	0,163	-0,404 ± 0,21	-4,9 ± 2,6	ns
C. Escalera somera	E3	si	0,348719	ns	0,053	-0,230 ± 0,21	-3,7 ± 3,5	ns
C. Cerrada somera	E5	si	0,171226	ns	0,164	-0,405 ± 0,22	-4,7 ± 2,6	ns
C. Cerrada profunda	E6	si	0,388913	ns	0,455	-0,674 ± 0,18	-4,3 ± 1,1	0,002
La Azohía	E7	si	0,174424	ns	0,003	-0,056 ± 0,229	-0,3 ± 1,6	ns
Is. Plana (Levante)	E8	si	0,179766	ns	1,5E-05	-0,00396±0,22	-0,04 ± 2,60	ns
Calabardina	E9	si	0,33982	ns	0,029	-0,173 ± 0,23	-1,4 ± 1'9	ns
Isla del Fraile	E10	si	0,579211	ns	0,136	-0,370 ± 0,21	-3,7 ± 2,2	ns
Is. Plana (poniente)	E11	si	0,450241	ns	0,06	-0,245 ± 0,30	-2,6 ± 3,2	ns

ESTACIONES 2 AÑOS		t-test para grupos independientes		
localidad	nº	Homog.Var. <sup>2</sup>	t	p
Is. Grosa	E12	si	0,781627	ns
C. Escalera (prof.)	E13	si	2,243037	ns
Pto. Tomas M.	E14	si	2,821774	0,0302
Is. de las Palomas	E15	si	-0,027002	ns

ns = diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ); diferencias significativas indicadas con sombreado gris.

Homog.Var. = Test de Homogeneidad de varianzas entre grupos (1 = Tukey; 2 = Levene)

**Tabla 32.** Resultados de los análisis estadísticos realizados para evaluar las variaciones interanuales del porcentaje de cobertura de *Posidonia oceanica* observadas en cada estación de muestreo durante un periodo de 3 años (tabla superior) y de 2 años (tabla inferior)



Estado de la pradera de <i>Posidonia oceanica</i> en las estaciones de muestreo de la red de seguimiento			
LOCALIDAD	Nº	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
C. Tunez	E2	ESTABLE	
C. Escalera somera	E3	ESTABLE	
C. Cerrada somera	E5	<b>REGRESIVA</b>	Posible efecto del Impacto mecánico del fondeo de embarcaciones
C. Cerrada profunda	E6	<b>REGRESIVA</b>	Posible efecto del Impacto mecánico del fondeo de embarcaciones
La Azohía	E7	ESTABLE	
Is. Plana (Levante)	E8	ESTABLE	
Calabardina	E9	ESTABLE	
Isla del Fraile	E10	INESTABLE	Incremento de la varianza de la densidad de haces y reducción de su valor mínimo. Reducción no significativa de la cobertura de 2005 a 2006. Posible influencia de vertidos de la acuicultura.
Is. Plana (poniente)	E11	ESTABLE	

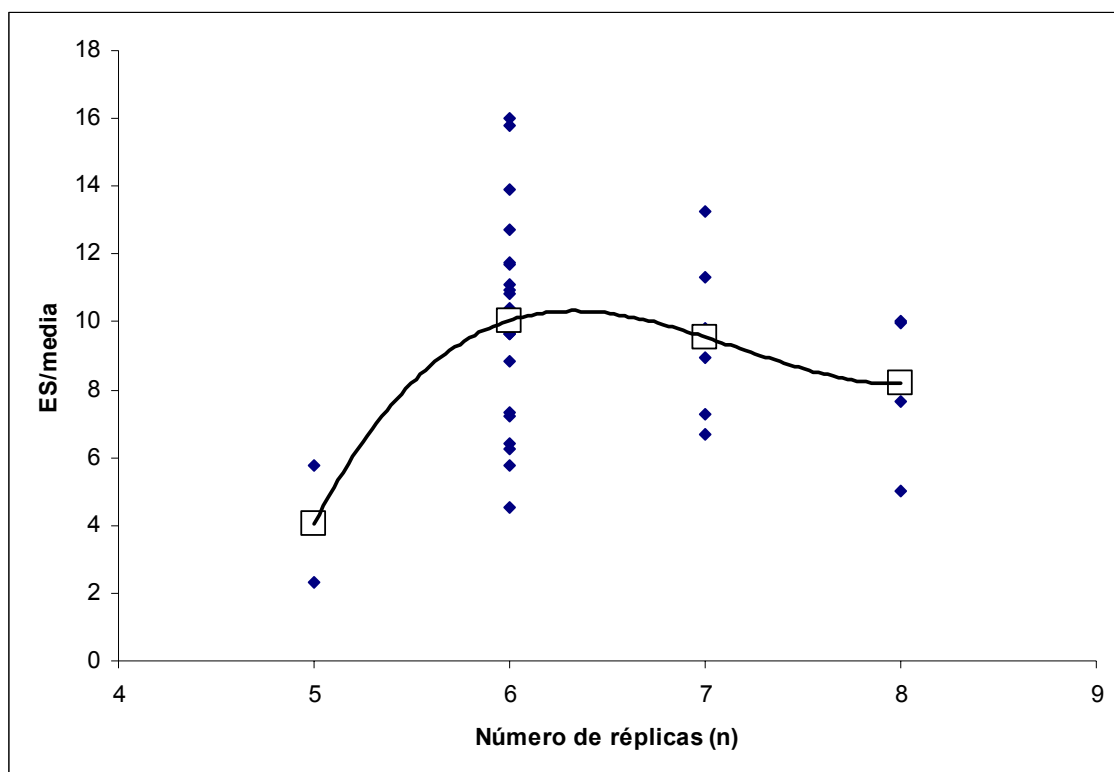
**Tabla 33.** Diagnóstico del estado de la evolución temporal de las praderas de *Posidonia oceanica* en las estaciones de la red de seguimiento de la Región de Murcia con 3 años de muestreo (2004-2006).

## 7.2 Calidad de los datos de la red de seguimiento

### a) Densidad de haces

Ya se vio en los años 2004 y 2005 que la medición de la densidad de haces muestra un error de medición medio bastante bajo, sin embargo cierto porcentaje no controlable de mediciones presenta errores importantes y puede estar influyendo en la variabilidad total. Por esta razón y por la importancia de este descriptor se ha decidido dejar la medición de este descriptor bajo el control total de los miembros del equipo científico. Los recuentos se han hecho además sobre **cuadrados fijos** (400 cm<sup>2</sup>) instalados a lo largo de 2006, lo cual permitirá realizar estimas precisas de la variación poblacional neta anual.

En la gráfica siguiente se representa la variación de la precisión del valor medio de la densidad de haces obtenido en cada estación de muestreo (como proporción de la media) en función del número de réplicas (cuadrados 20x20 cm) realizadas en cada estación. Como era de esperar, la precisión de la media muestra cierto incremento al reducir el número de piquetas de 8 a 6, aunque este incremento es muy pequeño y el máximo valor alcanzado no supera el 16%, lo cual significa que la precisión de las medias anuales de este descriptor obtenidas en este proyecto son bastante aceptables y fiables.



## b) Porcentaje de cobertura

En 2006 se ha hecho hincapié en la medición del error del porcentaje de cobertura cometido por los voluntarios. Es un concepto difícil de entender y llevar a la práctica pero hemos comprobado que tras las clases teórico prácticas y tras la demostración in situ, el nivel de entendimiento es muy elevado. Una vez obtenidos, los datos brutos pasan por un primer filtro grosero para identificar aquellas medidas realizadas por parejas de voluntarios en las que uno o dos de los miembros está claro que no han entendido la medida. En un segundo filtro se comparan los pares de medida y se calcula el tamaño de la diferencia entre ellas, deshechando aquellas que superen la razón máx/min 1,5 veces. Tras este ejercicio se ha podido comprobar con sorpresa que la proporción de datos no aprovechables o fiables no supera el 5% del volumen total de datos obtenidos, que es muy alto.

La reducción del número de tareas ha sido un factor importante para aumentar la fiabilidad de la medición del porcentaje de cobertura ya que se le dedica más atención y tiempo durante la inmersión. Los valores obtenidos de este descriptor en el proyecto son, por tanto altamente fiables para caracterizar la variabilidad espacial inherente de la pradera o identificar cambios reales causados por agentes externos.

## 7.3 Participación

Por diferentes tipos de razones prácticas y de seguridad, en 2006 se ha vuelto a reducir el número de participantes por salida de muestreo, quedando 6 buceadores voluntarios por grupo o salida. Esto aumenta el desequilibrio entre las plazas ofertadas y la elevada demanda de participación, que cada año es curiosamente mayor. Esta elevada demanda se puede interpretar como un buen indicador del buen estado de salud del proyecto. Los centros y clubes de buceo colaboradores son los encargados de coordinar los grupos de voluntarios y poco tiempo después de hacer pública la oferta de participación éstos tenían ya colapsadas las listas de participantes con largas listas de espera. De hecho tanto los participantes como los clubes y centros participantes demandan un mayor nivel de participación y de implicación en el proyecto.

Respecto a 2005 se mantiene una mayor proporción de participantes con titulaciones de mayor nivel, lo cual (aunque no es directamente proporcional) refleja el elevado nivel de buceo exigido para la realización de la actividad. Los centros y clubes, que son los encargados de seleccionar el grupo, ofrecen la actividad normalmente a los clientes de mayor nivel de buceo y mayor interés por el tema de la actividad. De hecho, en 2006, la calidad de los grupos ha sido realmente excepcional y esto también se ha notado en la forma de trabajar y en la calidad de los datos obtenidos. Por supuesto, esta circunstancia también recaba en una mejora considerable de la seguridad de las inmersiones en las que no se ha llegado a registrar ningún tipo de incidente.

## 8. CONCLUSIONES

### a) Logística y funcionamiento

1. La reducción del número de buceadores voluntarios por salida de muestreo ha mejorado considerablemente el desarrollo de la parte organizativa y logística del proyecto. Aunque esta medida ha reducido el número total de participantes (respecto a los años anteriores) indudablemente se ha ganado en seguridad y en un mejor control del trabajo realizado por los buceadores voluntarios.
2. La calidad técnica de los buceadores participantes ha aumentado, pero también ha aumentado su interés por la actividad. Estos dos factores han garantizado el éxito de las tareas a realizar (casi del 100% del total previsto).
3. El interés social del proyecto sigue siendo muy alto dada la elevada relación entre la demanda de participación y la oferta real de plazas.
4. Debería reforzarse la parte divulgativa del proyecto. Aunque este año se han vuelto a editar las camisetas (de gran aceptación por el público) y se han repartido los manuales, se sigue demandando una mayor cantidad de material divulgativo como folletos, póster, etc., más presencia en los medios.

### i. Datos obtenidos

5. La calidad de los datos obtenidos es, en general, alta y, por tanto, útil para todos los objetivos del proyecto. Esto se atribuye a multitud de factores como los comentados en los puntos 1 y 2, pero también a la efectividad de la formación teórico-práctica impartida y a las medidas de control *in situ* de la medición de los descriptores. Los cambios metodológicos adoptados en 2006 han reducido considerablemente el error muestral del buceador voluntario llevando la calidad de los datos a un punto óptimo y bastante aceptable desde el punto de vista científico.
6. Un análisis preliminar de los datos obtenidos entre 2004 y 2006 indica que la evolución de las praderas de *Posidonia oceanica* en el litoral murciano es predominantemente estable.
7. Tan solo una localidad (Cala Cerrada, Cabo Tiñoso) muestra claramente una tendencia regresiva a consecuencia de una mala gestión del fondeo de embarcaciones en esta y otras zonas del litoral murciano. Se sugiere la puesta en marcha de un plan de medidas de gestión del fondeo para eliminar el impacto sobre hábitats marinos sensibles y de elevado interés pesquero.
8. La estación de la Isla del Fraile presenta una dinámica inestable con ciertos indicios de tendencia regresiva no significativos desde el punto de vista estadístico, pero que bien podrían indicar cierta influencia de los vertidos orgánicos de la acuicultura.

## 9. OBJETIVOS PARA LA EDICIÓN DE 2007

El proyecto de la red de seguimiento de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia pretende tener un carácter abierto y dinámico de forma que, dentro de las posibilidades humanas y materiales, se irán incorporando mejoras y ampliando actividades. Según esta filosofía, y a partir de la experiencia del proyecto en 2006, se proponen los siguientes objetivos para 2007:

- a. Mantenimiento de la red de estaciones de muestreo de 2006.
- b. Completar la instalación de los cuadrados fijos para la medición de la densidad de haces.
- c. Muestreo de las estaciones de seguimiento incorporando todas las mejoras introducidas en 2006.
- d. Muestreo de las nuevas estaciones para el seguimiento del alga invasora *Caulerpa racemosa*.
- e. Nueva edición de la camiseta de la red de posidonia.

## 10. ANEXOS

- I. Instrucciones de participación
- II. Estaciones de muestreo de la red de Posidonia
- III. Protocolo del muestreo
- IV. Calendario de salidas 2006
- V. Anexo Fotográfico
- VI. Lista de buceadores voluntarios participantes
- VII. Informe sobre *Caulerpa racemosa* en la Región de Murcia





## ANEXO I

### Obligaciones y compromisos de los buceadores voluntarios para participar en la Red de Posidonia

La inscripción de los buceadores voluntarios se realizará a través de los clubes y centros de buceo participantes en el proyecto.

La fecha límite de inscripción será el 30 de mayo.

Los buceadores voluntarios deberán poseer la **titulación** de 2 estrellas de FEDAS o equivalente o 1 estrella de FEDAS (o equivalente) con un mínimo de 25 inmersiones acreditadas. Igualmente será obligatoria la posesión de la licencia federativa o de seguro equivalente.

En las inmersiones más profundas (15-20 m) los clubes y centros participantes podrán (deberían) exigir un nivel de experiencia más elevado.

No se requieren conocimientos previos sobre biología marina por parte de los voluntarios, tan solo ganas de aprender y participar. Los conocimientos biológicos necesarios para el desarrollo de la actividad serán impartidos en una **charla de formación** por los miembros del equipo técnico del proyecto (I.E.O. y Universidad de Murcia), y que tendrá lugar justo el día anterior a la salida al mar. **La asistencia a esta charla de formación es, obviamente, OBLIGATORIA para todos los buceadores voluntarios participantes.** No se permitirá la realización de la inmersión a aquellas personas que no hayan asistido a la charla de formación el día anterior.

### Compromisos de los clubes y centros participantes

- Realización de una salida al mar con 2 o 3 miembros del equipo técnico, previa a la salida con los voluntarios para la revisión o instalación de la estación de muestreo de Posidonia.
- Organizar un grupo de 6 buceadores antes del 30 de mayo.
- El centro deberá informar a los buceadores inscritos en la actividad de la fecha, hora y lugar tanto de la **charla de formación** como de la **salida al mar**.
- Debido a la elevada demanda de participación en el proyecto, los buceadores inscritos deberán mostrar un **compromiso real** de acudir a la actividad en las fechas previstas y se le deberá advertir la **obligatoriedad de asistir a la charla de formación el día antes de la inmersión.**
- La actividad tiene una duración de 3 días durante los fines de semana:
  - o **Viernes:** charla de formación. Hora: 17:00 – 16:30 h. Lugar: a determinar por cada club o centro

- **Sábado:** salida al mar. Hora: 9:00 h. Lugar: punto de embarque de cada centro.
- **Domingo:** salida al mar. Hora: 9:00 h. Lugar: punto de embarque de cada centro

En algunas localidades la duración de la actividad es de dos días con la charla de formación el sábado por la tarde y la salida de muestreo el domingo por la mañana.

- **Salida al mar:** La inmersión tiene una duración de, aproximadamente 1 h y 15 min, aunque los buceadores del equipo técnico pueden llegar a estar hasta 2 horas en el agua. Esto implica que la duración total de la salida es de unas 3 horas, lo cual deberá ser tenido en cuenta por el club o centro organizador de la salida a la hora de concertar salidas propias posteriores. Es decir, si la hora de salida de la embarcación con el grupo de la red de Posidonia es a las 9:00 h, la hora de llegada a puerto será a las 12:00 h.
- En la embarcación irán los 6 buceadores voluntarios, más 2 o 3 buceadores del equipo técnico y el patrón de la embarcación, es decir, un total de 9 - 11 personas.
- **Características de la inmersión:** independientemente de la profundidad, debido a las características peculiares de la actividad a realizar y al tiempo en el fondo (75 min. Aprox.), se deberán utilizar siempre botellas de 15 l.
  - **Inmersiones someras (< 15 m):** es fundamental que los buceadores vayan convenientemente lastrados. Hay que tener en cuenta que hay que estar tumbado en el fondo haciendo recuentos y mediciones, por lo que una flotabilidad positiva lo dificultaría enormemente y lo haría especialmente incómodo.
  - **Inmersiones profundas (15-20 m):** se entrará necesariamente en descompresión por lo que se deberán colgar botellas de seguridad a 5 m como medida de precaución. Para asegurar el éxito de estas inmersiones se deberá asegurar que los buceadores participantes tengan una experiencia elevada. En estas inmersiones, los miembros del equipo técnico llevarán dos botellas cada uno y realizarán un cambio de botella al cabo de 1 hora de iniciar la inmersión.
- Una vez terminada la inmersión, el club o centro organizador dará un aperitivo a los buceadores voluntarios participantes.
- **Aspectos económicos:**
  - Cualquier equipo extra (plomos, reguladores, etc) que necesite el buceador participante para realizar la inmersión no está incluido en la cantidad anterior, por lo que deberá ser alquilado por el buceador al centro según las tarifas del mismo.

- **Imprevistos:** días antes de la fecha de realización de la actividad, tanto el equipo técnico del proyecto como el club o centro organizador, deberán estar pendientes de la previsión meteorológica y anular la salida si el parte no es bueno. Tener en cuenta que solo con una mar de fondo algo fuerte la actividad no puede ser llevada a cabo. En este caso se trasladará la actividad a una fecha posterior, entre los meses de octubre y noviembre.



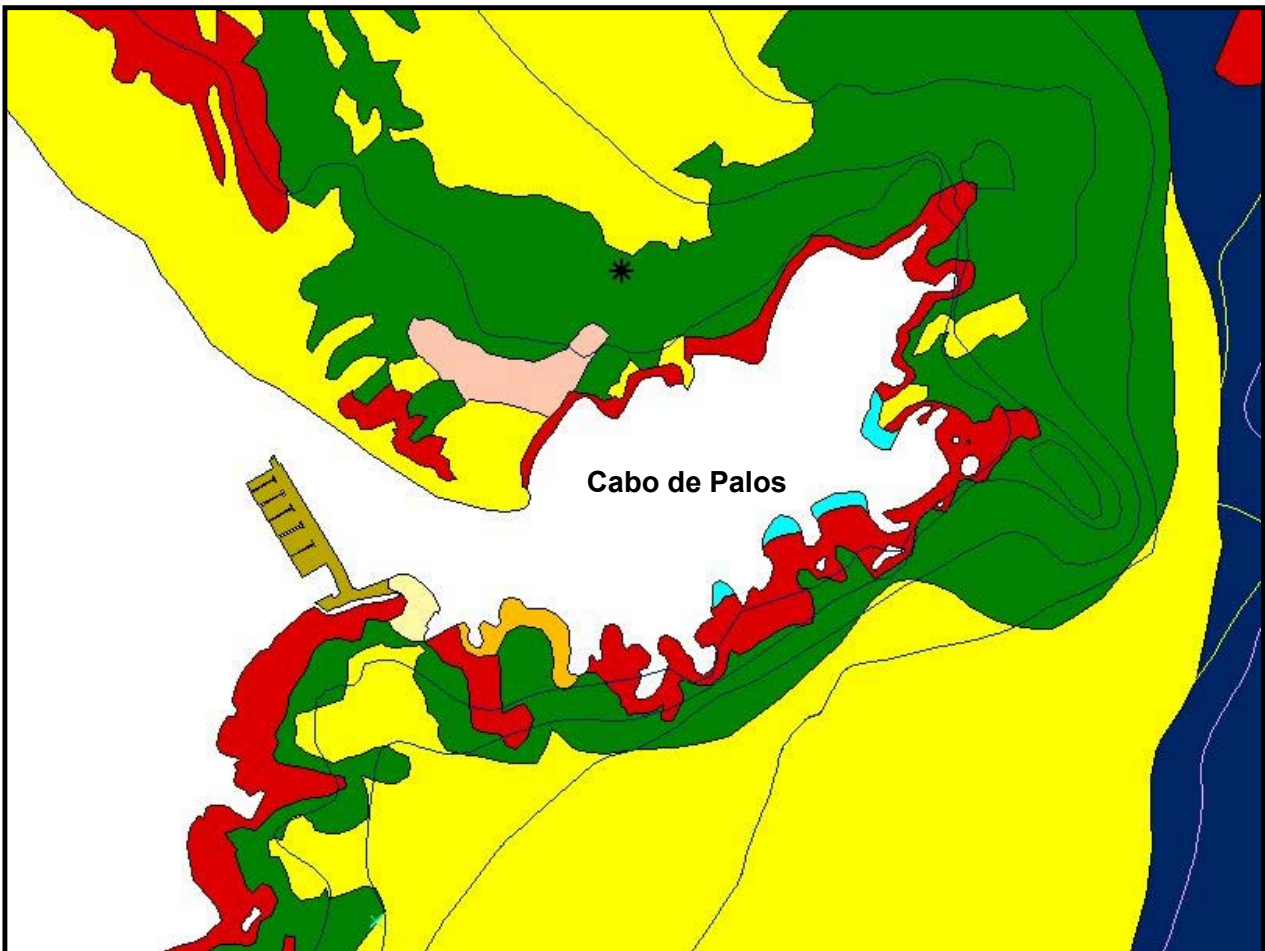
## **ANEXO II. ESTACIONES DE MUESTREO**



## ESTACIÓN 2: Cabo de Palos – Cala Túnez (S)

Estación: Cala Túnez (6 m)  
Fecha de instalación: 7/05/2004  
Fecha de muestreo: 9/05/2004  
Primera revisión: 20/04/2005  
Segundo muestreo: 19/06/2005  
Segunda revisión: 18/05/2006  
Tercer muestreo: 29/06/2006

Localización    latitud: 703517  
                  longitud: 4168157  
Clubs o Centros de buceo participantes: Planeta Azul  
Nº de voluntarios: 6



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

**ESTACIÓN 3: Cabo de Palos - Cala de la Escalera (S)**

Estación: Cala de La Escalera (7-8 m)

Fecha de instalación: 13/05/2004

Fecha de muestreo: 09/05/2004

Primera revisión: 13/04/2005

Segundo muestreo: 12/06/2005

Segunda revisión: 10/05/2006

Tercer muestreo: 25/06/2006

**Localización** latitud: 703936  
longitud: 4167618

Clubs o Centros de buceo participantes: C.B. Islas Hormigas

Nº de voluntarios: 6



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma



### ESTACIÓN 5: La Azohía - Cala Cerrada (S)

Estación: Cala Cerrada (12-13 m)

Fecha de instalación: 4/06/2004

Fecha de muestreo: 27/06/2004

Primera revisión: 24/05/2005

Segundo muestreo: 31/07/2005

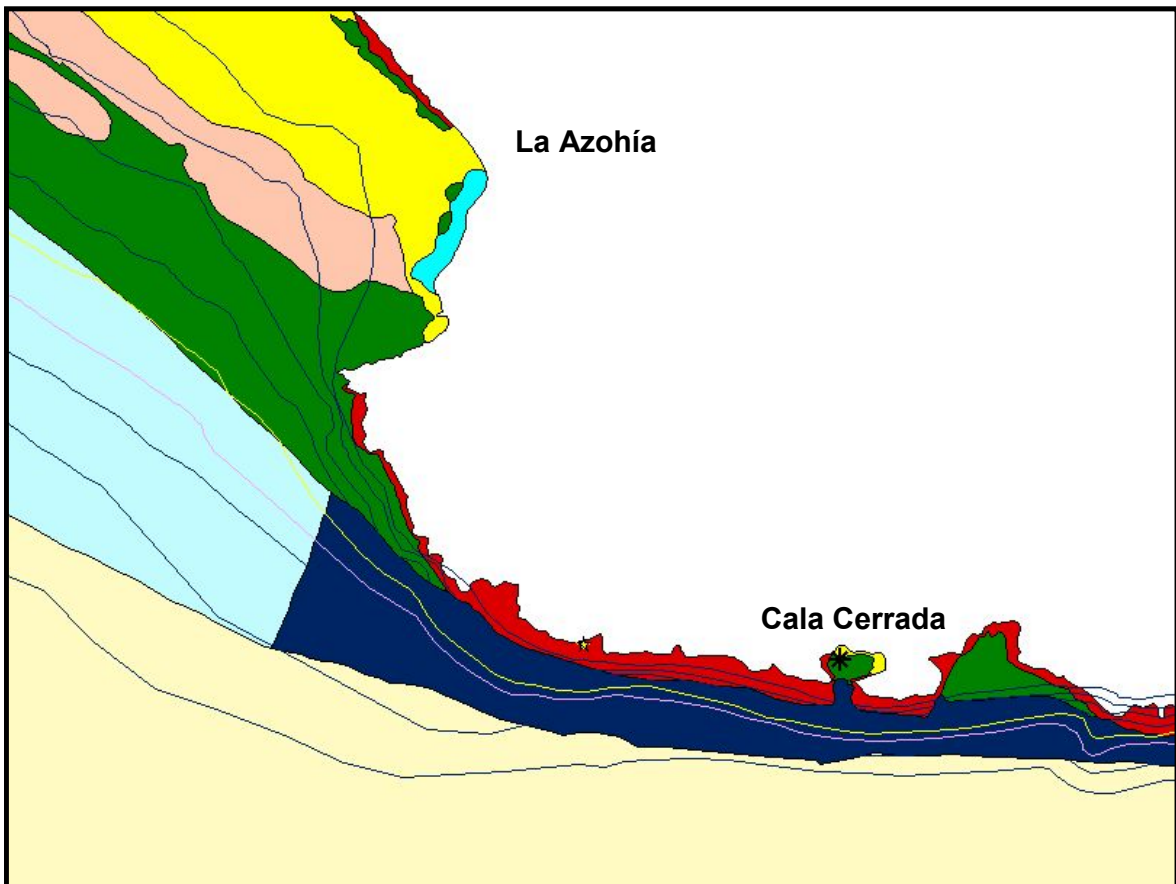
Segunda revisión: 19/05/2006

Tercer muestreo: 16/07/2006

**Localización**    latitud: 663177  
                          longitud: 4156653

Clubs o Centros de buceo participantes: Andromeda

Nº de voluntarios: 7



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

### ESTACIÓN 6: La Azohía - Cala Cerrada (P)

Estación: Cala Cerrada (19-21 m)

Fecha de instalación: 4/06/2004

Fecha de muestreo: 27/06/2004

Primera revisión: 24/05/2005

Segundo muestreo: 31/07/2005

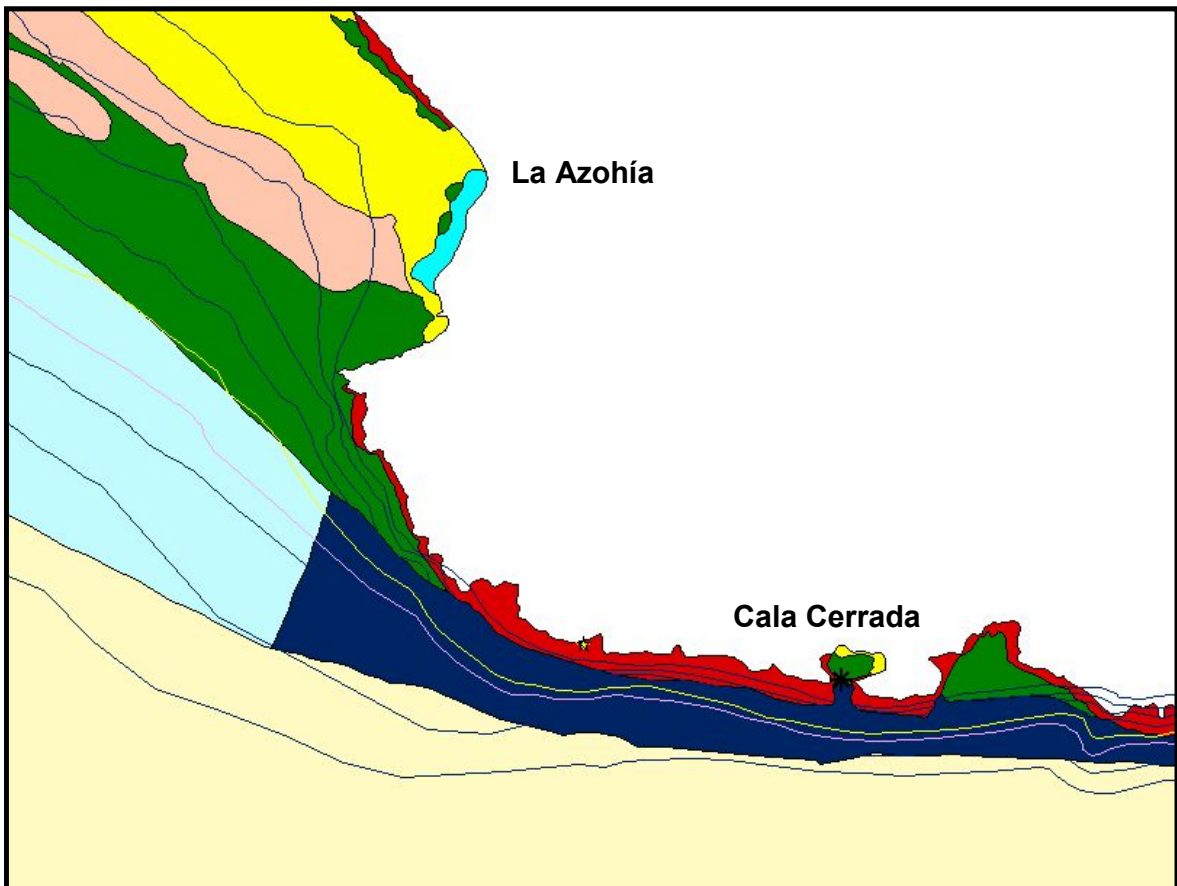
Segunda revisión: 19/05/2006

Tercer muestreo: 25/07/2006

**Localización**    latitud: 663176  
                          longitud: 4156642

Clubs o Centros de buceo participantes: Andromeda

Nº de voluntarios: 7



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

## ESTACIÓN 7: La Azohía – Playa de la Azohía (P)

Estación: Playa de la Azohía (16-17 m)

Fecha de instalación: 15/06/2004

Fecha de muestreo: 04/07/2004

Primera revisión: 04/05/2005

Segundo muestreo: 17/07/2005

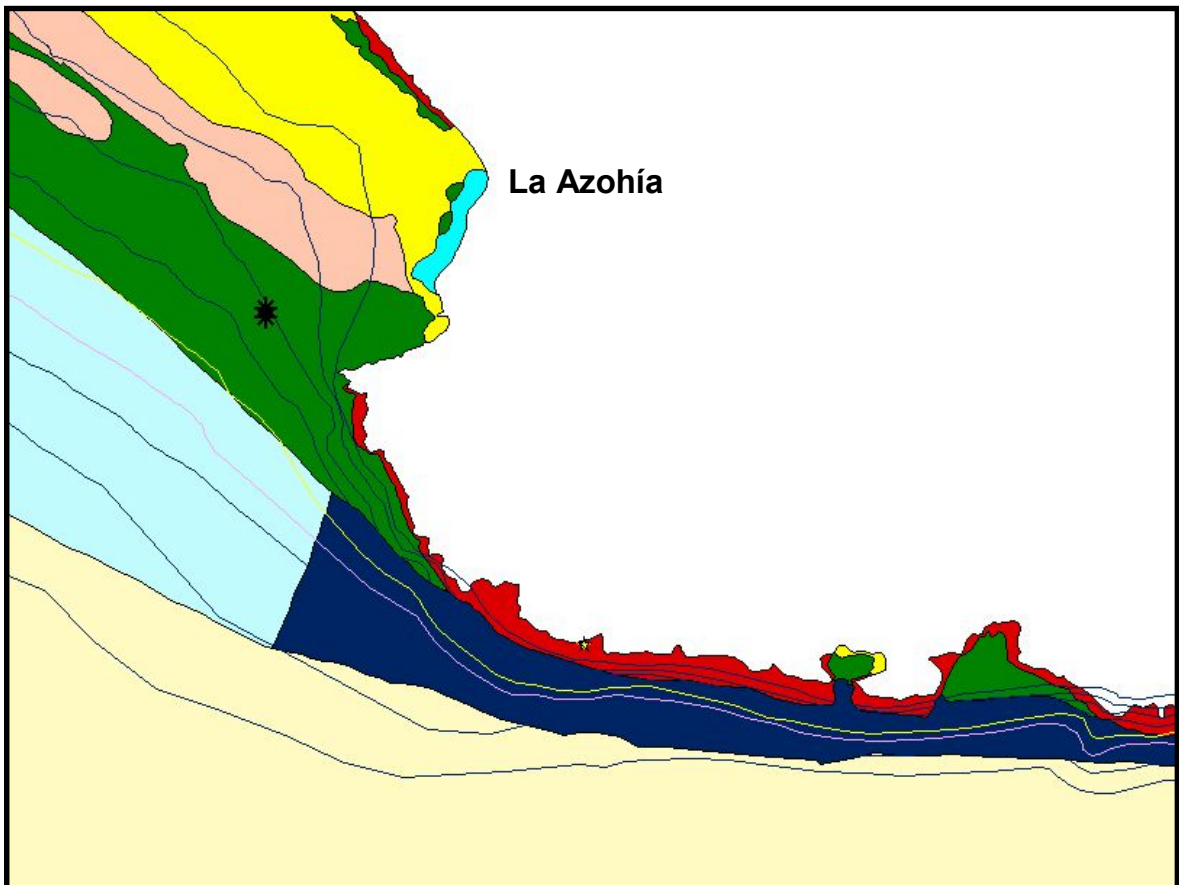
Segunda revisión: 01/06/2006

Tercer muestreo: 02/07/2006

**Localización**    latitud: 661074  
                          longitud: 4157938

Clubs o Centros de buceo participantes: Rivemar

Nº de voluntarios: 5



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

### ESTACIÓN 8: Isla Plana - Playa de Isla Plana (S)

**Estación:** Playa de Isla Plana (6-7 m)

**Fecha de instalación:** 3/06/2004

**Fecha de muestreo:** 11/07/2004

**Primera revisión:** 08/06/2005

**Segundo muestreo:** 04/09/2005

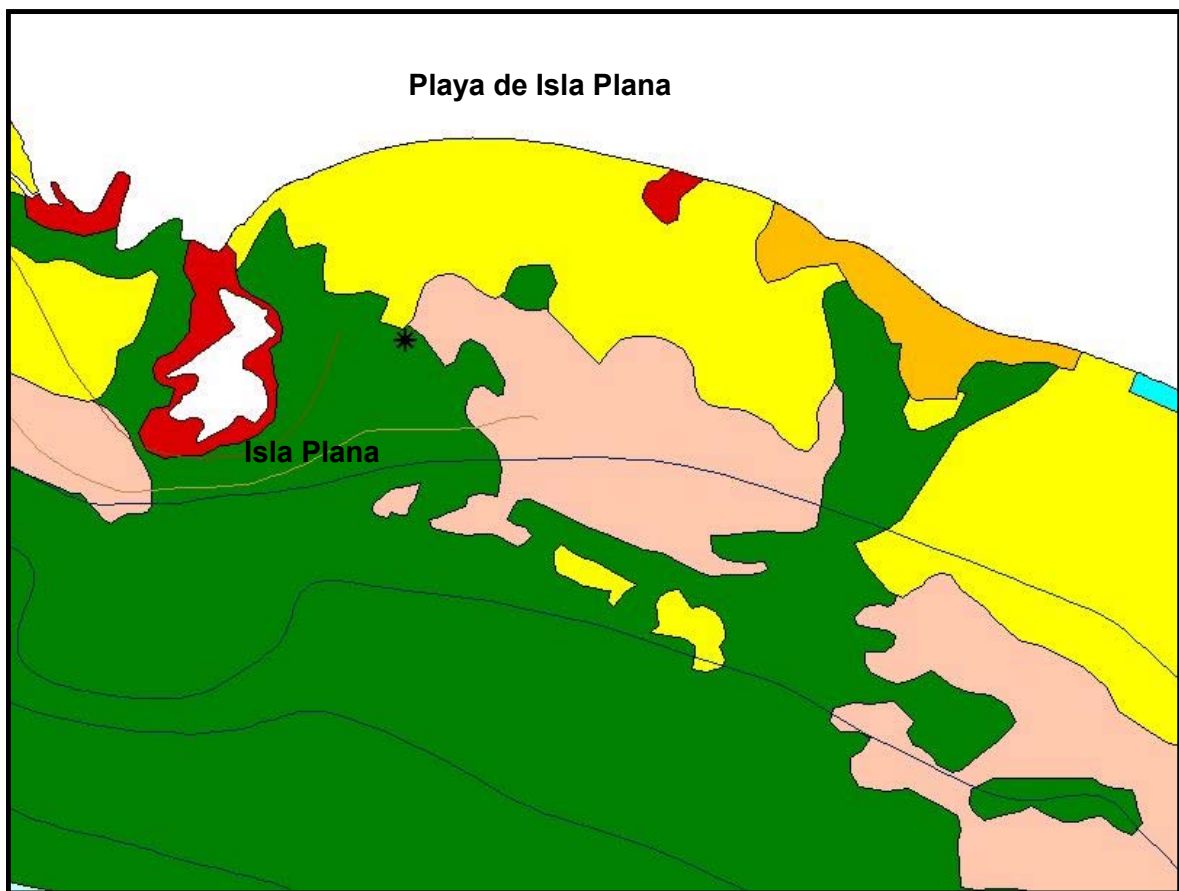
**Segunda revisión:** 23/06/2006

**Tercer muestreo:** 08/07/2006

**Localización**      **latitud: 658596**  
                             **longitud: 4160017**

**Clubs o Centros de buceo participantes:** Rivemar

**Nº de voluntarios:** 5



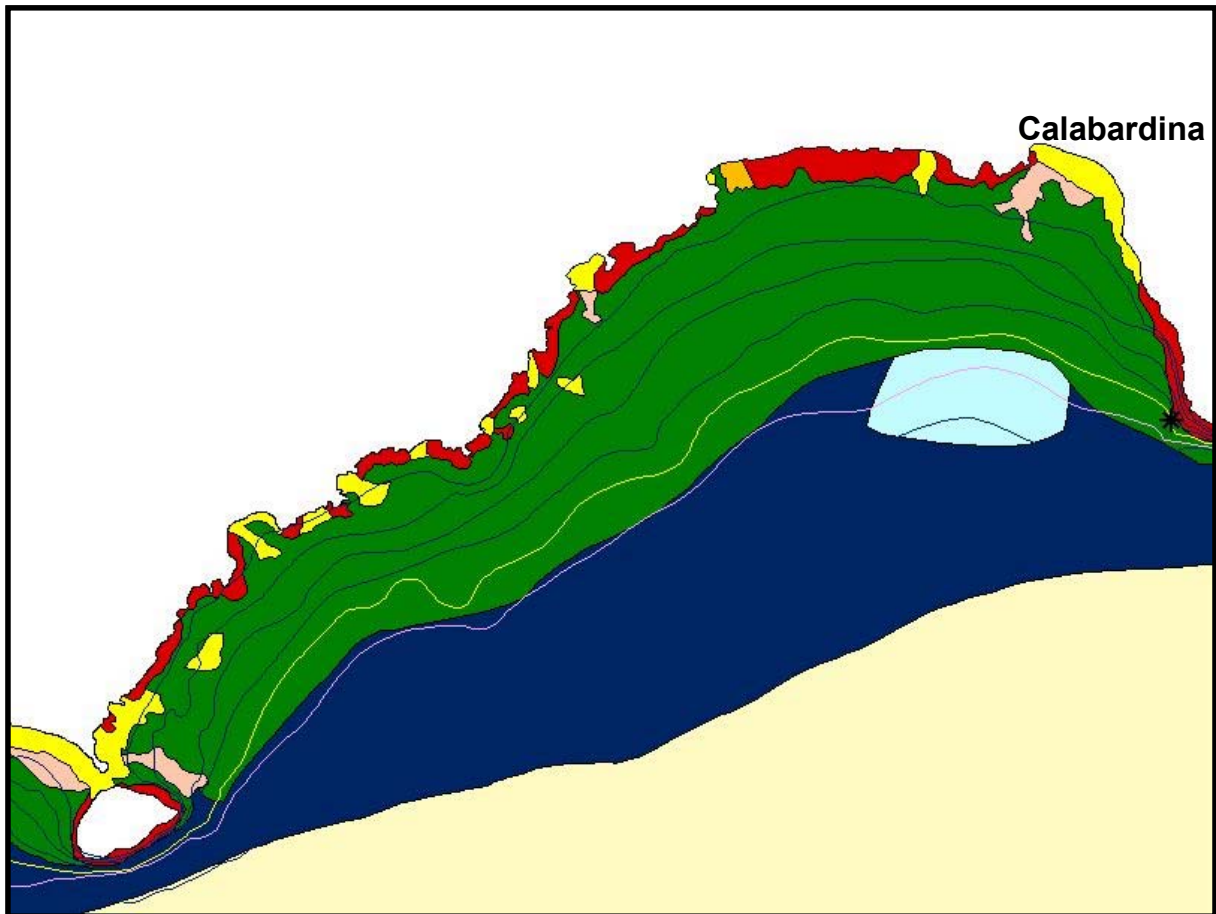
Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

### ESTACIÓN 9: Calabardina (S)

Estación: Calabardina (15-16 m)  
Fecha de instalación: 22/07/2004  
Fecha de muestreo: 08/08/2004  
Primera revisión: 16/09/2005  
Segundo muestreo: 18/09/2005  
Segunda revisión: 19/07/2006  
Tercer muestreo: 23/07/2006

**Localización**    latitud: 632934  
                          longitud: 4142986

Clubs o Centros de buceo participantes: C.B. La Aladraba  
Nº de voluntarios: 7



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

### ESTACIÓN 10: Aguilas – Isla del Fraile (S)

Estación: Isla del Fraile (15-16 m)

Fecha de instalación: 2/06/2004

Fecha de muestreo: 26/09/2004

Primera revisión: 16/09/2005

Segundo muestreo: 25/09/2005

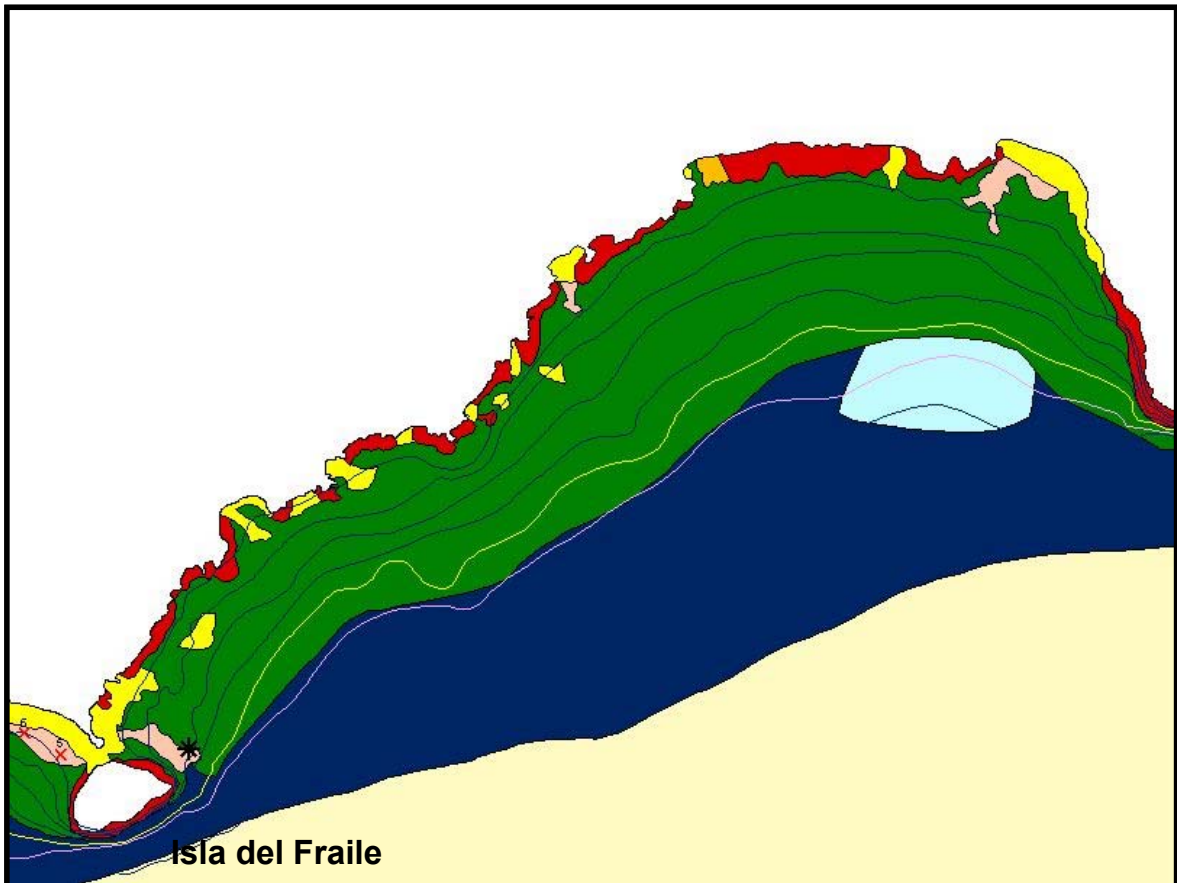
Segunda revisión: 13/07/2006

Tercer muestreo: 22/07/2006

**Localización**    latitud: 629051  
                          longitud: 4141582

Clubs o Centros de buceo participantes: C.B. Aguilas

Nº de voluntarios: 7



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

## ESTACIÓN 12: San Pedro del Pinatar – Isla Grosa (S)

Estación: Isla Grosa (4-5 m)

Fecha de instalación: 30/09/2005

Fecha de muestreo: 02/10/2005

Primera revisión: 21/04/2006

Segundo muestreo: 10/08/2006

**Localización**    latitud: 701724  
                          longitud: 4178499

Clubs o Centros de buceo participantes: C.B. Villa de San Pedro

Nº de voluntarios: 6



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

### ESTACIÓN 13: Cabo de Palos – Cala Escalera (P)

Estación: Cala Escalera (16-17 m)

Fecha de instalación: 18/05/2005

Fecha de muestreo: 26/06/2005

Primera revisión: 06/06/2006

Segundo muestreo: 25/06/2006

**Localización**    latitud: 703966  
                          longitud: 4167543

Clubs o Centros de buceo participantes: Atura

Nº de voluntarios: 6



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma



**ESTACIÓN 14: Puerto Tomas Maestre (S)**

**Estación:** Puerto Tomas Maestre (7 m)

**Fecha de instalación:** 10/05/2005

**Fecha de muestreo:** 03/07/2005

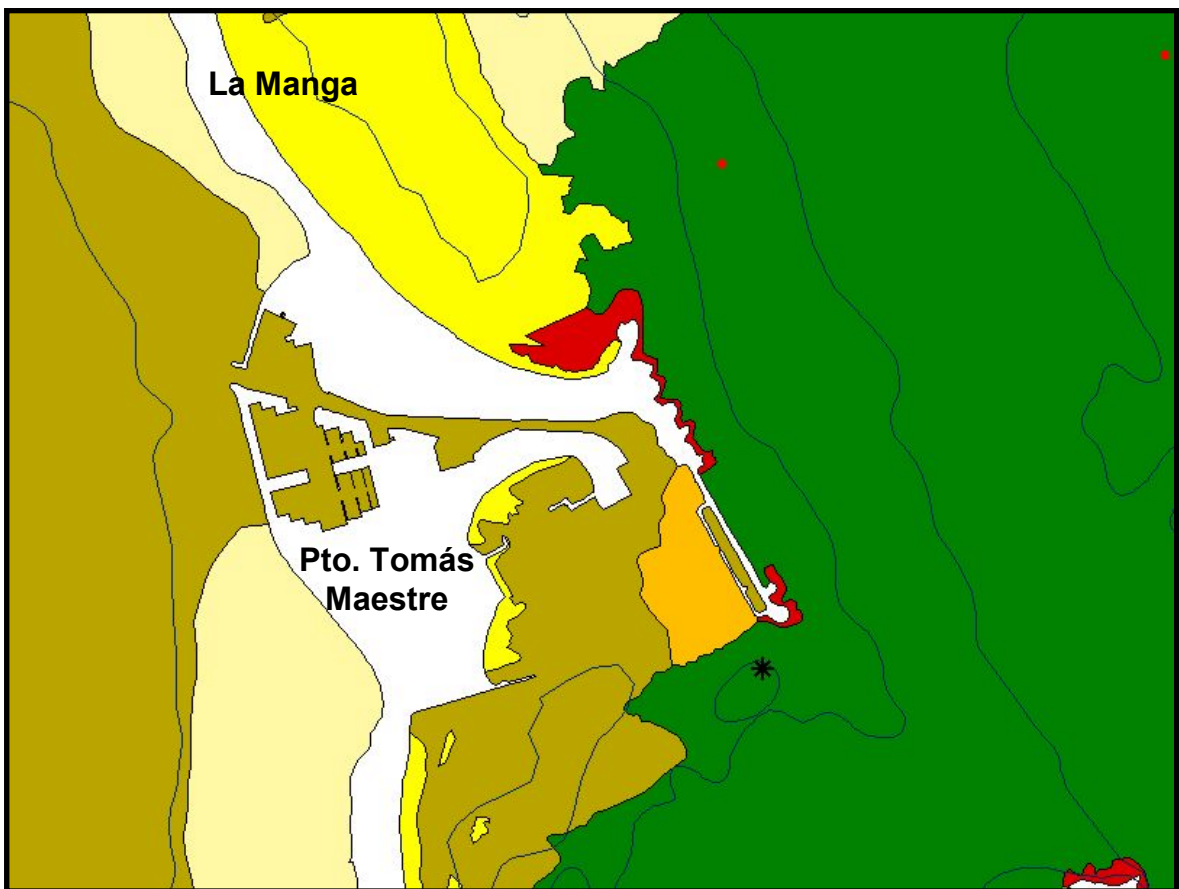
**Primera revisión:** 07/06/2006

**Segundo muestreo:** 09/08/2006

**Localización**    latitud: 700822  
                          longitud: 4179442

**Clubs o Centros de buceo participantes:** C.B. Villa de San Pedro

**Nº de voluntarios:** 6



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

### ESTACIÓN 15: Cartagena – Isla de las Palomas (P)

**Estación:** Isla de las Palomas

**Fecha de instalación:** 02/06/2005

**Fecha de muestreo:** 10/07/2005

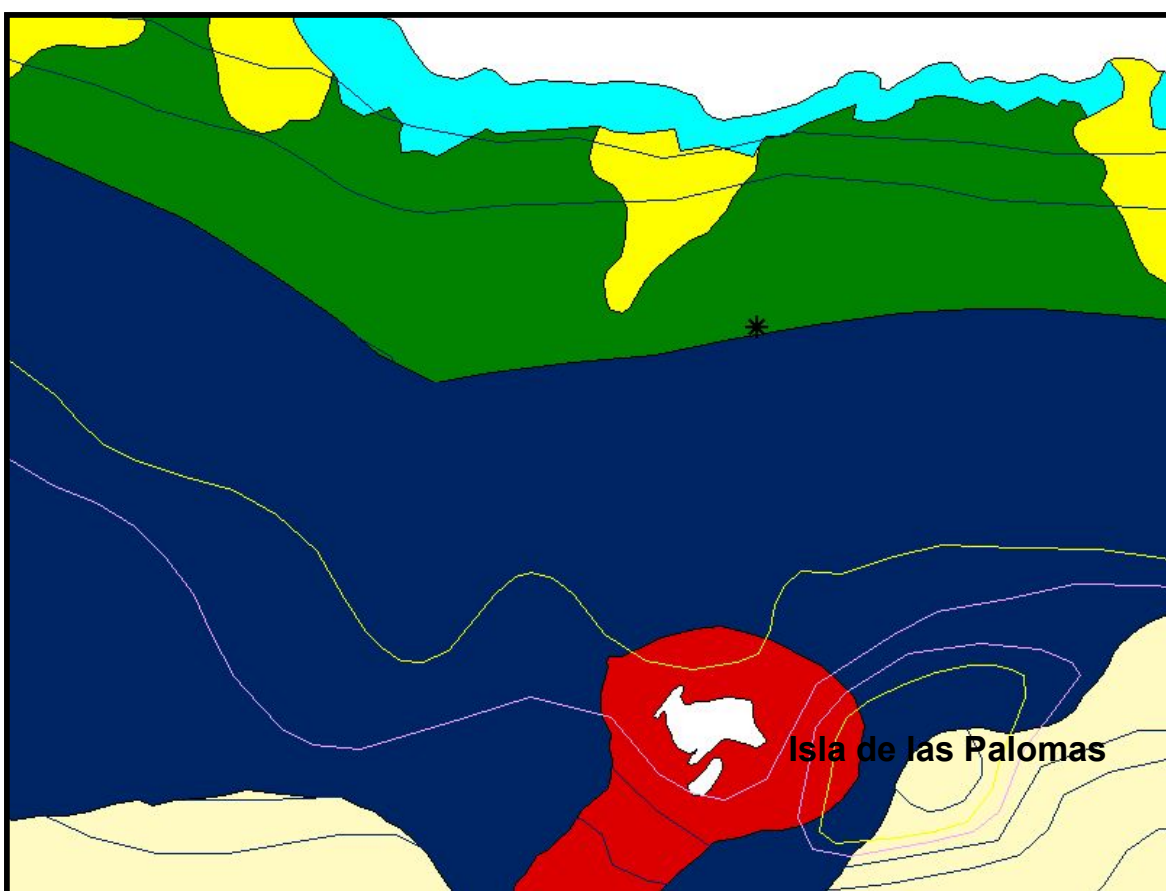
**Primera revisión:** 17/05/2006

**Segundo muestreo:** 18/06/2006

**Localización**      **latitud: 673121**  
                             **longitud: 4160786**

**Clubs o Centros de buceo participantes:** Estrella sub

**Nº de voluntarios:** 8



Mapa de localización de la estación de muestreo (\*). Fuente mapa: Cartografía Bionómica del litoral sumergido de la Región de Murcia. Comunidad Autónoma

**ESTACIÓN 16: Cabo de Palos – Cala Reona**

**Estación:** Cala Reona

**Fecha de instalación:** 29/05/2006

**Fecha de muestreo:** 11/10/2006

**Localización**      **latitud:**

**longitud:**

**Clubs o Centros de buceo participantes:** Buceaya

**Nº de voluntarios:** 3



## **ANEXO III. PROTOCOLO DE MUESTREO**



## **PROTOCOLO DE UNA SALIDA DE MUESTREO CON BUCEADORES VOLUNTARIOS**

### **1. Clase de formación**

Es imprescindible la asistencia a una clase de formación impartida por biólogos especializados. Hay que recordar que uno de los objetivos más importantes de esta actividad es la obtención de datos científicos y para que estos datos sean válidos es necesario que los buceadores participantes reciban una instrucción básica sobre la forma de realizar las mediciones. Durante estas sesiones teórico-prácticas tiene lugar, además, la organización de la salida de muestreo, la formación de las parejas de buceadores, la preparación del material de muestreo y la planificación de la inmersión. La clase es impartida justo el día antes a la salida de muestreo.

### **2. Salida de muestreo**

#### **2.1. Antes de la inmersión:**

- Comprobación del material de muestreo
- breve recordatorio del protocolo de muestreo

#### **2.2 Durante la inmersión:**

La medición de los descriptores explicada en los apartados anteriores, se realizará siguiendo la siguiente secuencia:

1. Cada pareja de buceadores se dirige a la piqueta que le ha sido asignada previamente y espera al monitor para una demostración de las mediciones.
2. **PRIMER MEDIDA: Grado de Enterramiento**
  - 2.1. El monitor realiza una demostración de la medición del grado de enterramiento en sus tres casos posibles: positivo, negativo y nulo.
  - 2.2. Tras esta demostración la pareja de voluntarios se dispone a realizar 12 mediciones del grado de enterramiento: 6 medidas cada uno.
  - 2.3. Procedimiento de una medida de enterramiento:
    - 2.3.1. el buceador escoge una hoja al azar (cerrando los ojos) y la sigue con los dedos hasta el rizoma que hay en su base.
    - 2.3.2. Localizar la lígula y medir con la regla la distancia de ésta al nivel del sedimento.
    - 2.3.3. Anotar el valor obtenido en la casilla correspondiente del estadillo de datos y desplazarse unos metros para realizar la segunda medida siguiendo el mismo procedimiento.
    - 2.3.4. y así sucesivamente hasta completar 12 medidas.
3. **SEGUNDA MEDIDA: Estimación del Porcentaje de Cobertura y Macrofauna (10 medidas)**
  - 3.1. Extender la cinta métrica de 10 metros siguiendo el rumbo previamente determinado. Para ello el buceador que extiende la cinta métrica solo tiene que nadar manteniendo enfiladas la boya de la barra con otra pequeña boya colocada a varios metros de la primera siguiendo el rumbo mencionado. El otro buceador se queda en la piqueta y lo orienta para que mantenga la enfilación.
  - 3.2. Fijar el final de la cinta métrica con la piqueta metálica de camping
  - 3.3. Colocar el cuadrado de 40x40 cm. en la marca de 1 m.
  - 3.4. Peinar las hojas en los 4 subcuadrados de 20x20 cm.
  - 3.5. Demostración de la medida del porcentaje de cobertura por el monitor.
  - 3.6. Procedimiento de una medida:
    - 3.6.1. Cada componente de la pareja de buceadores voluntarios realizará una estimación visual del porcentaje de superficie ocupada por los haces (0-100%) dentro de cada

uno de los 4 subcuadrados 20x20 cm y se anotarán los valores en las casillas correspondientes del estadillo de datos.

- 3.6.2. Anotar también el número de erizos, holoturias, espirógrafos y estrellas presentes dentro del marco de 40x40 cm.
- 3.7. Repetir las medidas en el metro 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10
- 3.8. Las 2 o 3 primeras medidas son orientadas y supervisadas por el monitor con el fin de aunar los criterios de estimación entre buceadores.
- 4. TERCERA MEDIDA: Recuento de Nacras (*Pinna nobilis*)**
  - 4.1. Contar el número de Nacras (Pinas) presentes dentro de una banda de 2 m de ancho a cada lado del transepto.
5. Se recoge el transepto, se guarda todo el material en la bolsa de malla y la pareja de buceadores inicia conjuntamente el ascenso hacia la embarcación.



## **ANEXO IV. CALENDARIO DE SALIDAS 2006**



**CALENDARIO DE INMERSIONES 2006****Red de seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia**

Para participar como buceador voluntario en el proyecto contactar con cualquiera de los clubs/centros de inmersión que figuran en la siguiente tabla. Los responsables de cada centro informarán de la fecha y hora de la charla y las inmersiones.

**MUY IMPORTANTE: Se recuerda a los participantes que para realizar las inmersiones es obligatorio asistir a la charla de formación que se imparte el día antes de la fecha prevista para la inmersión.**

		CENTRO/CLUB	CONTACTO	PUNTO DE INMERSION
domingo	4 JUNIO	BUCEAYA	TLF: 968347033-676449679 E-mail: <a href="mailto:buceaya@buceaya.com">buceaya@buceaya.com</a>	CALBLANQUE
Sábado	11 JUNIO	VILLA DE SAN PEDRO	TLF: 660600477 E-mail: <a href="mailto:pencho@xtremepaintball.bz">pencho@xtremepaintball.bz</a>	ISLA GROSA
Domingo	10 JUNIO	VILLA DE SAN PEDRO		PUERTO TOMAS MAESTRE
Domingo	18 JUNIO	ESTRELLA-SUB	TLF: 620232459-630867450 E-mail: <a href="mailto:estrellasub@wanadoo.es">estrellasub@wanadoo.es</a>	ISLA DE LAS PALOMAS
Sábado	24 JUNIO	ATURA	TLF: 968564823 E-mail: <a href="mailto:atura@aturasub.com">atura@aturasub.com</a>	ESCALERA PROFUNDA
Domingo	25 JUNIO	ISLAS HORMIGAS	TLF: 968145530 E-mail: <a href="mailto:islashormigas@islashormigas.com">islashormigas@islashormigas.com</a>	CALA ESCALERA-SOMERA
Domingo	2 JULIO	RIVEMAR	TLF: 968150063 <a href="mailto:azohia@rivemar.com">azohia@rivemar.com</a>	PLAYA DE LA AZOHIA
Sábado	8 JULIO	ANTIPODAS	TLF: 968150220 E-mail: <a href="mailto:info@antipodasbuceo.com">info@antipodasbuceo.com</a>	ISLA PLANA PONIENTE
Domingo	9 JULIO	RIVEMAR	TLF: 968150063 <a href="mailto:azohia@rivemar.com">azohia@rivemar.com</a>	PLAYA DE ISLA PLANA LEVANTE
Domingo	16 JULIO	ANDRÓMEDA	TLF: 968150328 E-mail: <a href="mailto:andromedabuceo@yahoo.es">andromedabuceo@yahoo.es</a>	CALA CERRADA
Sábado	23 JULIO	BUCEO AGUILAS	TLF: 617910973 E-mail: <a href="mailto:buceoaguilas@buceoaguilas.com">buceoaguilas@buceoaguilas.com</a>	ISLA DEL FRAILE
Domingo	22 JULIO	LA ALMADRABA	TLF: 968419632 E-mail: <a href="mailto:info@buceoalmadraba.com">info@buceoalmadraba.com</a>	CUEVA DE LA VIRGEN
Sábado	29 JULIO	PLANETA AZUL	TLF: 609877256 E-mail: <a href="mailto:planeta@planeta-azul.com">planeta@planeta-azul.com</a>	CALA TUNEZ

Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Dirección General de Ganadería y Pesca. Servicio de Pesca y Acuicultura.  
Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Murcia.  
Federación de Actividades Subacuáticas de la Región de Murcia



## IV. ANEXO FOTOGRÁFICO





Clases teórico-prácticas a los buceadores voluntarios previas a la inmersión



Grupos de buceadores participantes de los centros Andrómeda (superior) y Atura (inferior)





Grupos de buceadores participantes de los centros Buceaya (superior) y Estrella - Sub (inferior)



Grupos de buceadores participantes de los centros Hormigas (superior) y Rivemar (inferior)



Diferentes momentos del balizamiento de la estación de seguimiento y de los preparativos previos a la inmersión con los buceadores voluntarios



Medición de los descriptores de Posidonia: grado de enterramiento de los haces (superior), densidad de haces (centro) y porcentaje de cobertura de pradera (inferior)



Buceadores voluntarios realizando las diferentes mediciones de la pradera de Posidonia



Buceadores voluntarios realizando las diferentes mediciones de la pradera de Posidonia

## ANEXO VI. LISTA DE VOLUNTARIOS PARTICIPANTES 2006

En la siguiente lista falta los nombres de algunos participantes que no rellenaron el formulario de la encuesta.

Nombre	1 <sup>er</sup> Apellido	2 <sup>o</sup> Apellido
ALEJANDRO	JIMENEZ	
ALEJANDRO	FRANCO	LEEMHUIS
ALMUDENA	BARTAYRES ARCAS	
ANA	HIGUERAS	VERA
ANA	ROLDAN	MENDEZ
BARBARA	WRIGHT	
BASI	HERNANDEZ	PAGAN
CARMEN	LOPEZ	PRADAS
CRISTOBAL	TORRES	PEREZ
DAVID	ESPINAZO	
DAVID	SANDERS	
EDWARD	BENSON	
ERIC	JACQUES	GILSON
FRANCISCO	PACHON	ALCANTARA
GONZALO	DIEZ DE TEJADA	MARTIN
GUILLERMO	GARCIA	IGLESIAS
ISIDRO	SANTOS	GALINDO
JAVIER	HERNANDEZ	ESPINOSA
JOAQUIN	IBAÑEZ	ACIMAS
JOSE	MARTINEZ	GARRIDO
JOSE ANTONIO	VIDAL	MARTINEZ
JOSE ANTONIO	LIARTE	DOPAZO
JOSE GINES	ROS	MORALES
JOSE ISIDRO	SANTOS	GARCIA
JOSE MANUEL	CAMPOS	DEL BOSQUE
JOSE MIGUEL	SANDOVAL	GIL
JOSE MIGUEL	CONEJO	VIEJO
JUAN ANTONIO	RAMOS	CARMONA
JUAN PEDRO	IGLESIAS	VIUDES
LISSETTA	DE RINALDIS	ECAY
LUCIA	GONZALEZ	GARCIA
MARIA	SANZ	
MARIA	SANTOS	GALINDO
MARIA	BENEDICTO	MARTINEZ
MARIA	BOLEA	ALBALADEJO
MARIA DEL MAR	PELEGRIN	ASENSIO
MARTA	GARCIA	SANCHEZ
MAYTE	BELTRAN	LURQUI
MERCEDES	SANZ	ROMERO
MIGUEL	HERNANDEZ	GARCIA
MILENA	GARCIA	CAÑIZAL
NATALIA	OLIVA	SANCHEZ
NURIA	PALAO	PALAO
OHIANE	FERNANDEZ	BETEW
PILAR	DIAZ	SANCHEZ
ROBERT	YOUNG	
ROSA MARIA	JUAN	AZORIN
VICENTE	DAMIAN	DE LAS HERAS
YOLANDA	FERNANDEZ	GARCIA





## ANEXO VII.

**Ruiz Fernández, J.M., Ramos Segura, A., García Muñoz, R. 2006. *Presencia del alga tropical invasora Caulerpa racemosa en el litoral murciano en 2006.* Instituto Español de Oceanografía, Biblioteca del Centro Oceanográfico de Murcia, 15 pp.**



Documento disponible en:

[http://www.carm.es/cagric/  
biblioteca@mu.ieo.es](http://www.carm.es/cagric/biblioteca@mu.ieo.es)