Instituto de Ecología Litoral

DIPUTACIÓN DE ALICANTE

INFORME ACTIVIDADES 2018

ÍNDICE

1. Antecedentes POSIMED 1
2. Justificación. 2
3. Resultados campaña POSIMED 2018 4
3.1. Introducción. 4
3.2. Objetivo. 6
3.3. Metodología. 6
3.4. Resultados Campaña 2018. 11
3.4.1. Resultados globales. 11
3.4.2. Difusión y divulgación. 15
3.4.3. Formación de voluntarios 17
3.5. Resultados estaciones 2018 18
3.5.1. El Campello. 19
3.5.2. Tabarca-Escull Negre. 28
3.5.3. Tabarca-Nao. 37
3.5.4. Benidorm. 47
3.5.5. Racó Conill. 56
3.5.6. Cabo Huertas. 66
3.5.7. Cala La Mina. 75
3.5.8. Calpe. 85
3.5.9. Altea. 95
3.5.10. Jávea (Cala Tangó) 105
3.5.11. Santa Pola. 114
3.5.12. Postiguet. 125
3.5.13. Benidorm 2. 134
3.5.14. Denia. 142
3.5.15. Campoamor-Orihuela. 152

1. Antecedentes POSIMED

Por décimo octavo año consecutivo, el Instituto de Ecología Litoral ha llevado a cabo el programa de seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica*, integrando la investigación, la educación ambiental y la participación e implicación ciudadana, en los problemas ambientales de nuestro litoral Mediterráneo. Las estaciones de muestreo pertenecientes a la provincia de Alicante han sido realizadas gracias a la aportación económica de la Exma. Diputación de Alicante.

Este voluntariado comenzó en el 2001, aprovechando la capacidad científica e investigadora del Instituto de Ecología Litoral y enlazando este programa con otros trabajos, como la cartografía georreferenciada de las biocenosis de los fondos del litoral de la Comunidad Valenciana, el control de la expansión de algas invasoras y la red de control costero.

Siguiendo el modelo y las experiencias de otros grupos de investigación y voluntariado, como es el caso del GIS Posidonie en la costa francesa y de la Generalitat de Cataluña, que llevan a cabo, desde hace años, programas de conservación de las praderas de fanerógamas marinas, el Instituto de Ecología Litoral decidió emprender la tarea de llevar a cabo la Red de Control de las praderas de *Posidonia oceanica* en la Comunidad Valenciana. Posteriormente se unieron a la iniciativa las comunidades de Baleares, Murcia y finalmente Andalucía.

Dicha Red de Control, consiste en instalar una serie de estaciones de muestreo en distintos puntos del litoral y en la toma de datos de parámetros indica dores del estado de conservación de la pradera. Con la continuidad en el tiempo de estas campañas, se han ido recopilando más datos que han permitido comprobar si las praderas están sufriendo una degradación o por el contrario evolucionan favorablemente. Y, en el caso de que el diagnóstico sea muy claro, y se conozcan las causas de la degradación, se proponen posibles soluciones.

Los resultados obtenidos tras quince años de campañas, permiten estudiar la evolución de las praderas en cada uno de los puntos, además de conocer qué estaciones gozan de una mejor calidad en sus praderas y cuáles podrían estar siendo alteradas. Aunque no es posible sacar conclusiones contundentes, ya que son muchos los factores que influyen en la variabilidad de los datos, ya se pueden hacer comparaciones y alertar de posibles impactos en aquellas zonas donde la pradera se encuentra más deteriorada.

2. Justificación.

El mar Mediterráneo está, cada vez más, amenazado por los impactos de las actividades humanas que van degradando los ecosistemas marinos, y por tanto, disminuyendo su biodiversidad. Siempre se pensaba que el mar, por su extensión, podía disolver en sus aguas cualquier sustancia nociva que éstos pudiesen llevar, por lo que ha sido considerado como gran sumidero de residuos de origen terrestre ya que los fondos submarinos acumulaban y escondían de la vista del ser humano todos aquellos desperdicios de los que el hombre se quería deshacer. Sin embargo, la vida marina depende de un frágil equilibrio físico-químico y, aunque algunos organismos son capaces de soportar grandes variaciones ambientales, siempre se produce un detrimento de la biodiversidad, sobretodo de las especies más exigentes de una buena calidad de las aguas, favoreciéndose el crecimiento de los organismos más oportunistas.

La *Posidonia oceanica* es una de las especies bioindicadoras de una excelente calidad de las aguas marinas. La presencia de esta planta marina que forma el ecosistema más complejo e importante del mar Mediterráneo, las praderas de *Posidonia*, es una prueba evidente de que el entorno marino goza de una buena calidad y un buen estado de conservación.

Sin embargo, en numerosos enclaves de nuestro litoral estas praderas de fanerógamas marinas están gravemente afectadas. En algunos casos como consecuencia de la contaminación de las aguas, las alteraciones en la dinámica de sedimentos, la disminución en la transparencia de las aguas, las construcciones en el litoral, la práctica inadecuada de la pesca de arrastre, etc...

También pueden verse amenazadas por especies invasoras que van alterando su hábitat y eliminándolas, como es el caso de varias especies como *Caulerpa racemosa, Asparagopsis taxiformis* y *Lophocladia lallemandii* todas ellas detectadas en varios puntos de la costa valenciana.

Dada la importancia que estos ecosistemas tienen para la conservación de la biodiversidad marina es fundamental profundizar en el estudio de su estado de conservación, conocer su evolución y, en el futuro, establecer modelos predictivos para contribuir a la adecuada gestión del medio ambiente litoral.
Por todo ello, desde el año 2001, el Instituto de Ecología Litoral, se realiza el estudio del estado actual y de la evolución del grado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica*, a través de un programa de voluntariado: la Red de Control de las praderas de *Posidonia oceanica.*

3. Resultados campaña POSIMED 2018

3.1. Introducción.

Posidonia oceanica es una angiosperma endémica del mar Mediterráneo, donde crece formando extensas praderas en aguas bien iluminadas. En el Mediterráneo existen otras comunidades más productivas o con mayor biodiversidad pero con una distribución mucho más restringida por lo que su efecto global es más limitado. Constituye una especie clave en los fondos poco profundos, colonizando desde los 0 hasta llegar en algunas zonas a 40 metros de profundidad. Su extensión se ha estimado en 50.000 km^2 en fondos de menos de 45 m de profundidad (Bethoux y Copin-Móntegut 1986)[1]. En la Comunidad Valenciana se han cartografiado 346,7 Km^2, que son responsables del equilibrio ecológico en sus fondos litorales.

El ecosistema que forman estas praderas está protegido a nivel europeo (Directiva 92/43/CEE) por la gran biodiversidad de especies que alberga. Su gran valor ecológico, es también motivo de inclusión en el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas (Anexo III. especies vigiladas), así como en el Convenio de Berna (Anexo I); el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial; y el Protocolo sobre biodiversidad y ZEPIM (Anexo II).

A pesar de su importancia, *Posidonia oceanica* es muy sensible a los cambios en la transparencia de las aguas, al enterramiento, a los aportes de nutrientes, a la anoxia en los sedimentos, a los cambios de la salinidad o a la erosión mecánica. Por ello la regresión de las praderas se observa como consecuencia de vertidos domésticos o industriales, de la acuicultura, de las obras costeras como puertos, playas artificiales o dragados, de la pesca de arrastre y el anclaje de embarcaciones. Las praderas de *P. oceanica* son un ecosistema costero que ha sufrido frecuentes y variados tipos de perturbaciones desde la segunda mitad del siglo pasado, a causa de los efectos producidos por las obras costeras (construcción de diques y puertos, regeneraciones de playas), contaminación por vertidos, pesca de arrastre ilegal, anclaje de embarcaciones, y también debido a

1 Bethoux , J.P.; Copin-Montegut., G. 1986. Biological fixation of atmospheric nitrogen in Mediterranean sea. *Limnology and Oceanography*, **31**: 1353-1358.

la introducción de algas exóticas en el Mediterráneo (Moliner y Picard, 1952[2]; Pérès y Picard, 1975[3]; Pérès, 1984[4]; Sánchez-Lizaso *et al.,* 1990[5]; Delgado *et al.,* 1997[6]; Martín *et al.,* 1997[7]; Sánchez Lizaso *et al,.* 2002[8]; Ruíz y Romero, 2001[9]; Montefalcone *et al.*, 2008[10]).

El estudio de las praderas de *Posidonia oceanica* en la Comunitat Valenciana, denominado programa POSIMED Comunidad Valenciana, es llevado a cabo por el Instituto de Ecología Litoral, desde el año 2001. El seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* resulta de gran complejidad, debido a la variabilidad que se observa en las estaciones, y el hecho de que son muchos los factores que pueden influir en la variabilidad de los datos, por lo que las series temporales largas resultan fundamentales para poder evaluar la tendencia de conservación de las praderas. Con este fín, se estableció la red de seguimiento de praderas de *Posidonia oceanica* en la Comunitat Valenciana. Inicialmente este tipo de redes se originaron en Francia por un grupo de científicos preocupados por la conservación de las praderas y pronto se trasladaron a España empezando por Cataluña y extendiéndose progresivamente por el resto de las comunidades autónomas. La participación de voluntarios en el caso español implica, además un componente de educación ambiental muy valioso.

2 Molinier, R. & Picard, J. 1952. Recherches sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranée français. *Annales de l´Institut Oceanographique*, **27**: 157- 234.

3 Pérès, J.M.; Picard, J. 1975. Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Aquatic Botany*,**1**: 133-139.

4 Pérès, J. 1984. La regresion des herbiers à *Posidonia oceanica*. In: *International workshop on Posidonia oceanica beds*, **140** Vol 1. Boudouresque, C.F., Jeudy de Grissac, A., Olivier, J. (Eds). GIS Posidonie, Marseille, 445-454.

5 Sánchez Lizaso, J.L.; Guillén Nieto, J.E.; Ramos Esplá, A.A. 1990. *The regression of Posidonia oceanica meadow in El Campello (Spain)*. XXXII Congress and Plenary Assembly of I.C.S.E.M. Perpignan October 15-20, 1990. Benthos Committee.

6 Delgado, O., Ruíz, J.M., Perez, M., Romero, J. & Ballesteros, E. 1999. Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. *Oceanologica Acta*, **22**: 109- 117.

7 Martín, M.A., Sánchez Lizaso, J.L. & Ramos Esplá, A.A. 1997. *Cuantificación del impacto de las artes de arrastre sobre la pradera de Posidonia oceanica (L.) Delile, 1813*. Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía, **23**: 243–253.

8 Sánchez Lizaso, J.L., Bayle, J.T., González Correa, J.M., Ramos Esplá, A., Sánchez Jerez, P. & Valle, C. 2002. Impacto de la pesca de arrastre sobre las praderas de *Posidonia oceanica* en el Mediterráneo ibérico. En: *Actas de la Séptima Reunión del Foro Científico sobre la Pesca Española en el Mediterráneo*. Sánchez Lizaso, J.L., LLeonart, J. (Eds.). Editorial Club Universitario, Alicante, 200 pp.

9 Ruíz, J.M., Pérez, M. & Romero, J. 2001. Effects of fish farm loadings on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosyntesis. *Marine Pollution Bulletin*, **42** (9): 749-760.

10 Montefalcone, M., Chiantore, M., Lanzone, A., Morri, C., Albertelli, G. & Bianchi, C. N. 2008. BACI design reveals the decline of the seagrass *Posidonia oceanica* induced by anchoring. *Marine Pollution Bulletin*, **56**: 1637-1645.

3.2. Objetivo.

El objetivo del programa POSIMED en la Comunidad Valenciana, al igual que en el resto de Comunidades autónomas españolas con presencia de *Posidonia oceanica*, es conocer el estado de conservación de las praderas y promover el conocimiento de la necesidad de preservar estos hábitats en la población.

3.3. Metodología.

La selección de las estaciones se realizó con arreglo a la presencia de praderas a lo largo de la costa de la provincia de Alicante (Figura 1). Cuando ha sido posible, en cada una de las localidades se han muestreado dos estaciones: una somera de entre 5 y 8 m de profundidad, y otra denominada profunda, entre 12 y 17 m de profundidad.

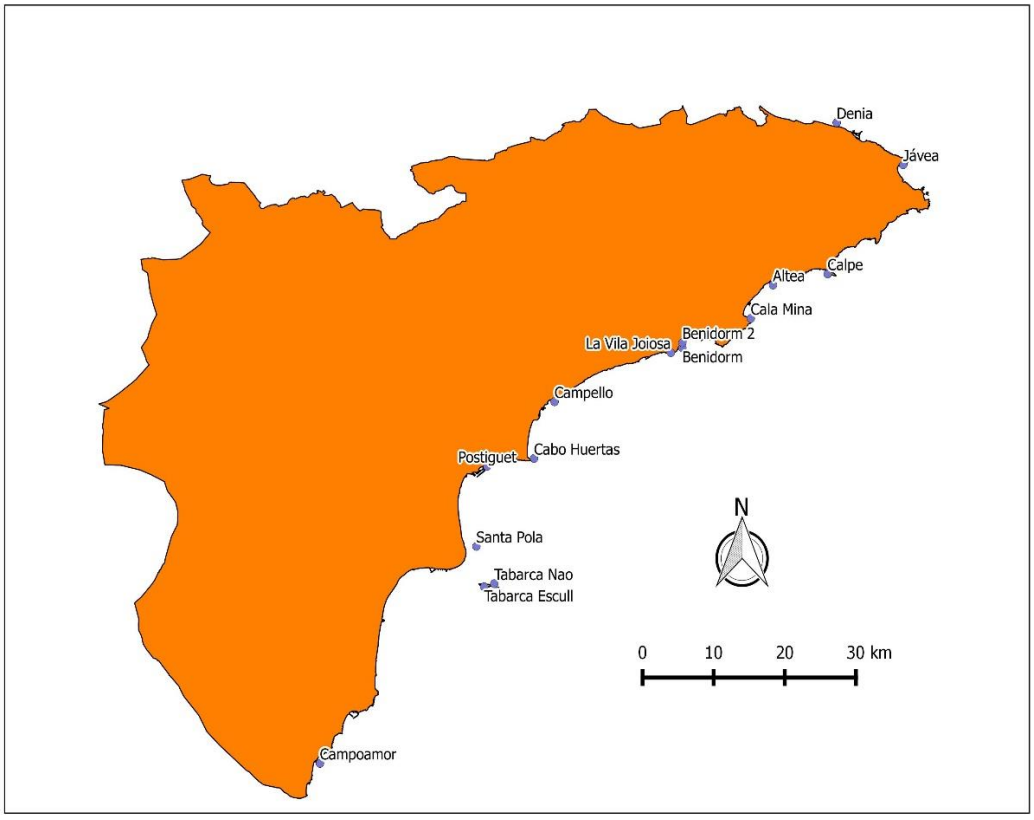


Figura 1. Situación de cada una de las localidades de muestreo de la red POSIMED en la provincia de Alicante.

Cada uno de los muestreos se realizó con la supervisión de un técnico del Instituto de Ecología Litoral, y cada muestreador voluntario ha tenido que demostrar la experiencia y cualificación necesaria para este tipo de muestreos,

además de recibir cada año un curso de formación o de recordatorio de las técnicas a emplear, las cuales siempre se exponen en una breve sesión de "*briefing*" previamente a cada inmersión de toma de datos.

Los parámetros utilizados para el evaluar el estado de las praderas de *Posidonia oceanica* fueron los siguientes:

a) Densidad.

Para medir la densidad de la pradera se empleó el método propuesto por Romero (1985)[11], consistente en el empleo de un cuadrado de 40 cm de lado, arrojado de forma aleatoria desde cierta altura, sobre las manchas de la pradera de *Posidonia oceanica,* contándose y anotándose todos los haces incluidos, dentro de dicho marco. Se realizaron un mínimo de 9 réplicas por estación, si bien en algunas estaciones excepcionalmente se tomó un menor número de réplicas pero nunca menor de 3.

b) Cobertura.

Para medir la cobertura se emplea el método desarrollado por Romero (1985) y Sánchez Lizaso (1993)[12]. La longitud de los transectos empleados es de 25 m, en los que se anota la extensión de la cinta ocupada por pradera de *Posidonia oceanica*, mata muerta, arena o roca, u otras especies. La cobertura de pradera se expresa en tanto por ciento de recubrimiento. Este procedimiento se efectúa con un mínimo de 6 réplicas en cada una de las estaciones.

c) Densidad global.

Para tener una visión más exacta de la estructura de la pradera deben integrarse ambas escalas. Por eso utilizamos la medida de la densidad global

11 Romero, J. 1985. *Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la Costa Catalana: producción primaria de Posidonia oceanica (L.) Delile en las islas Medes.* Tesis doctoral. Univ. de Barcelona: 266 pp.

12 Sánchez Lizaso, J.L., 1993. *Estudio de la pradera de Posidonia oceanica (L. Delile) de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante): fenología y producción primaria.* Tesis doctoral. Universidad de Alicante.121 pp.

(Romero, 1985) que es un concepto que integra las dos dimensiones estructurales que caracterizan la pradera de *Posidonia oceanica*,

$$Dg = d / s * C / 100$$

Donde Dg es la densidad global, d la densidad media por unidad de muestreo, s la superficie de la unidad de muestreo y C el valor medio de la cobertura. A partir del análisis de las diferencias de la densidad global podemos establecer aquellos niveles a partir de los cuales la estructura de la pradera podría estar sufriendo algún tipo de perturbación, sin embargo en este estudio no podemos afirmarlo porque son muchas las variables que influyen y sobretodo porque la desviación estándar en algunos muestreos es bastante elevada lo cual nos daría unos resultados no significativos.

d) Análisis de regresión. Para aquellas estaciones en las que se han obtenido datos desde el periodo 2002/2004 - 2018, se ha analizado la tendencia de los valores de densidad promedio por cada año de muestreo.

A los valores promedio de cada año, en cada una de las estaciones, se le aplicó un análisis de regresión, que permite determinar la mejor relación funcional entre dos o más variables concomitantes (o relacionadas).

Cuando la relación funcional entre las variables dependiente (Y) e independiente (X) es una línea recta, se tiene una regresión lineal simple, dada por la ecuación

$$Y = ßo + ß1X + ε$$

donde:

ßo : El valor de la ordenada donde la línea de regresión se intersecta al eje Y.

ß1 : El coeficiente de regresión poblacional (pendiente de la línea recta)

ε : El error.

La estimación de parámetros consiste en determinar los parámetros ßo y ß1 a partir de los datos muestrales observados; es decir, deben hallarse valores como bo y b1 de la muestra, que represente a ßo y ß1,

respectivamente. Empleando el método de los mínimos cuadrados, es decir minimizando la suma de lo cuadrados de los errores, se determinan los valores de bo y b1

Donde b0 : es el valor que representa (estimador) a ß0 constituye el intercepto cuando X=0; b1 : es el valor que representa (estimador) a ß1.

El coeficiente de regresión (b1) pendiente de la recta de regresión, representa la tasa de cambio de la respuesta Y al cambio de una unidad en X. Si b1=0, se dice que no existe relación lineal entre las dos variables.

Para comprobar la bondad de ajuste de la recta que describía la tendencia se realizó la siguiente prueba de Hipótesis.

Se planteron los siguientes casos:

a) Cuando ß1 = 0; es decir, si la variable Y no esta relacionada linealmente con la variable X. Esto equivale a plantear la hipótesis Hp: ß1=0, y vía una prueba F comparar el valor de F calculado (Fc) con el valor F tabular (Fo), donde Fc=CMR/CME y Fo=Fα(1,n-2)gl. Si Fc>Fo, se rechaza la hipóteis planteada, esto supone un valor ß1 distinto de cero y se concluye que Y se puede expresar en terminos de X linealmente.

b) Cuando ß1 tiene un valor específico distinto de cero ß10; es decir, Hp: ß1=ß10. En este caso, para la prueba de esta hipótesis se usa el estadístico t de Student. El valor t calculado es hallado mediante la expresión: tc = (b1-ß10)/Sb1

Si tc > tα se rechaza la hipótesis planteada, donde tα es el valor de la tabla al nivel α y n-2 gl.

Coeficiente de correlacion Lineal Simple (r).

Es un número que indica el grado o intensidad de asociación entre las variables X e Y. Su

valor varía entre -1 y +1; esto es:

$-1 \leq r \leq 1$.

Si r = -1, la asociación es perfecta pero inversa; es decir, a valores altos de una variable le corresponde valores bajos a la otra variable, y viceversa.

Si r=+1, también la asociación es perfecta pero directa.

Si r=0, no existe asociación entre las dos variables. Luego puede verse que a medida que r se aproxime a -1 ó +1 la asociación es mayor, y cuando se aproxima a cero la asociación disminuye o desaparece.

Coeficiente de Determinacion (R^2)

Mide el porcentaje de variación en la variable respuesta, explicada por la variable independiente.

Se interpreta como una medida de ajuste de los datos observados y proporciona el porcentaje de la variación total explicada por la regresión.

R^2 es un valor positivo, expresado en porcentaje es menor de 100.

También, se puede obtener el R^2 ajustado que es la relacion entre cuadrados medios, asi:

R^2 ajustado = 1 – CME / CM Total;

Este valor podría ser negativo en algunos casos.

3.4. Resultados Campaña 2018.

3.4.1. Resultados globales.

La campaña de muestreo, correspondiente al año 2018, se inició en el mes de junio, retomando el contacto con todos los voluntarios y clubes de buceo participantes en años anteriores y contando con la colaboración de la Policía Local de Alicante, Ayuntamiento de Calpe, así como de personal y medios materiales de las reservas marinas de la Isla de Tabarca. Las inmersiones se prolongaron hasta el mes de agosto de 2018.

Gracias al aporte económico de la Exma. Diputación de Alicante en el año 2018, se han podido cumplir los objetivos científicos y de divulgación y participación previstos. En total, se han muestreado 15 estaciones a lo largo de toda la costa de la provincia de Alicante, realizándose 2 inmersiones a dos profundidades en cada una de ellas, dando como resultado un total de 30 puntos de inmersión.

El número de buceadores necesarios para las labores de muestreo durante la campaña del 2018, ha sido de 102, realizando 204 inmersiones en toda la campaña. El número total de participantes en la red de voluntariado POSIMED en la base de datos recogida desde el año 2001, es de más de 800 buceadores.

Los resultados obtenidos en las estaciones muestreadas durante el año 2017 en la provincia de Alicante, mostraron valores de densidad siempre por encima de los 310 haces / m^2 (Figura 2) en las estaciones someras, siendo la densidad promedio más elevada la que se registró en Benidorm 2 (576 haces / m^2) y la más baja correspondió a Cala Mina (310 haces / m^2).

Tabla 1. Relación de las estaciones de muestreo de POSIMED 2018.

FECHA	LOCALIDAD	PROFUNDIDAD	POSICIÓN UTM
5/06/2018	CABO HUERTAS	12m	30S 0727656 4248614
		5m	30S 0727166 4248563
14/06/2018	BENIDORM	10m	30S 0747657 4267944
		5m	30S 0747598 4267979
19/06/2018	BENIDORM 2	10m	30 S 751542 4268630
		5m	30 S 752396 4268255
10/07/2018	TABARCA (ESCULL NEGRE)	10m	30S 0721303 4226848
		5m	30S 0721337 4227013
12/06/2018	TABARCA NAO	11 m	30S 0722380 4227607
		5 m	30S 0722632 4227097
24/07/2018	EL CAMPELLO	11m	30S 0732407 4259688
		8 m	30S 0732321 4260008
4/07/2018	CALA MINA	5 m	30 S 0756875 4272975
		9 m	30 S 07568554272919
25/07/2018	ALTEA	5 m	31 S 0240926 4279918
		17.5 m	30 S 0759541 4278573
31/05/2018	POSTIGUET	4,5 m	30 S 720949 4247414
		6 m	30 S 720884 4247146
5/07/2018	JAVEA (Cala Tangó)	5 m	31S 0247924 4305658
		11 m	31S 0247778 4306828
28/06/2018	SANTA POLA	9 m	30 S 0718941 4233822
		5 m	30 S 0718733 4233639
31/07/2018	RACÓ CONILL	14 m	30S 0746093 4266956
		5 m	30S 0746010 4266927
21/07/2018	CALPE	9 m	31S 0245108 4280417
		5 m	31S 0245136 4280416
29/06/2018	DENIA	5 m	31S 0247924 4305658
		13 m	31S 0247778 4306828
7/06/2018	ORIHUELA COSTA (Campoamor)	5,5 m	30 S 0698167 4196613
		9,5 m	30 S 0698547 4196785

En las estaciones profundas, con valores, en general, inferiores a las estaciones someras, el valor más elevado correspondió a la estación de Tabarca Escull Negre (494 haces/ m^2) y el más bajo en la estación de Altea (203 haces / m^2), se debe señalar que con el nombre de "estación profunda" hay una alta diversidad de profundidades por lo que, en muchos casos, los datos promedios reflejan la gran diferencia batimétrica entre estaciones más que la diferencia en el estado de las praderas (Figura 2).

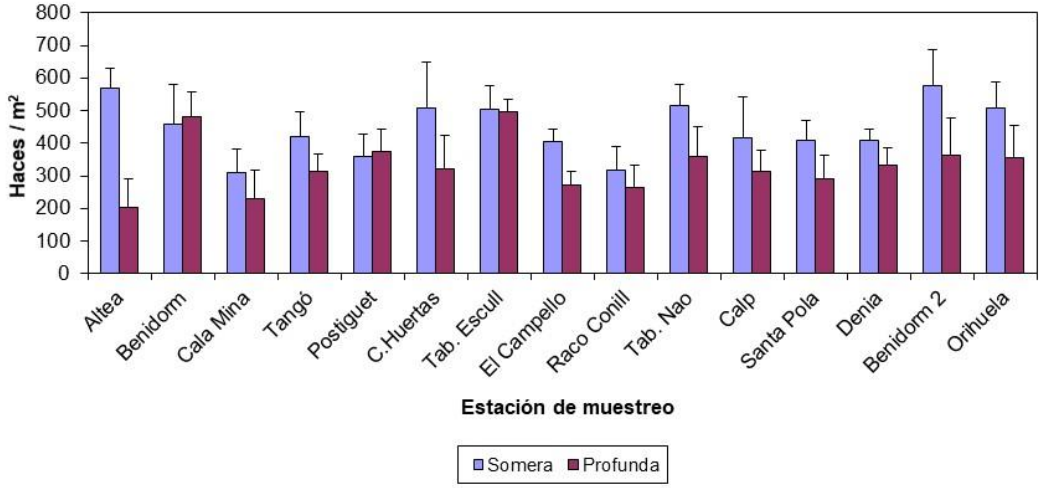


Figura 2. Densidad promedio obtenida en cada una de las estaciones de muestreo durante el año 2018.

Por otra parte, la cobertura de *Posidonia oceanica* en las estaciones muestreadas fue siempre superior al 45%. El valor de esta variable cambió dependiendo de las características del biotopo de cada una de las estaciones, así, una zona con menos cobertura de *Posidonia oceanica*, puede no significar un peor estado de ésta, sino la presencia de zonas rocosas o arenosas con porcentaje superior a otras zonas. En las estaciones someras el máximo valor de cobertura (90 %) se obtuvo en la estación de Tabarca Nao y el más bajo el de Benidorm 2 (45 %). Por otro lado, las estaciones profundas tuvieron un porcentaje promedio de recubrimiento de *Posidonia oceanica* entre el 60 y el 93%, correspondiendo el valor más bajo a Postiguet y el más alto a Santa Pola, Orihuela y El Campello con el 93 % (Figura 3).

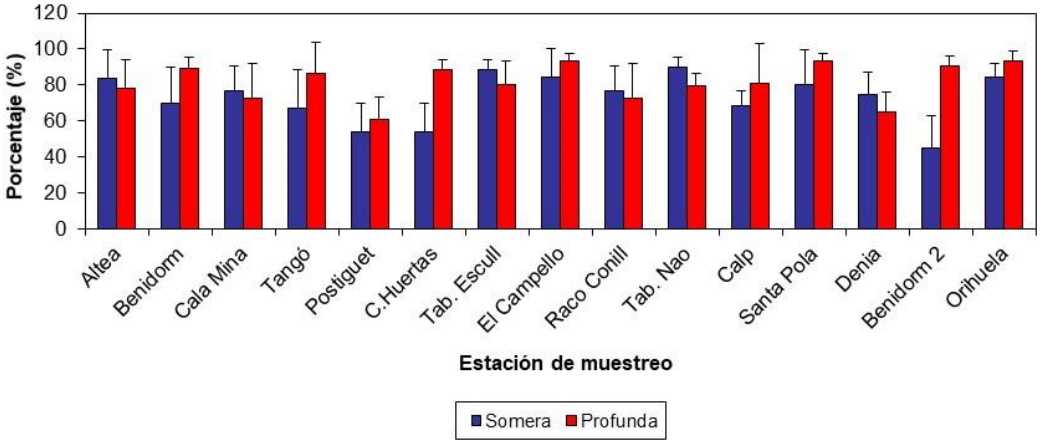


Figura 3. Cobertura de *Posidonia oceanica* obtenida en cada una de las estaciones de muestreo durante el año 2017.

Los datos de densidad global, en las estaciones someras, oscilaron entre un valor mínimo (195 haces / m^2) obtenido en la estación de Postiguet y un valor máximo (476 haces / m^2) obtenido en la estación de Altea. En general, los valores de la estación somera fueron superiores a las estaciones profundas, con excepción de las estaciones de Benidorm y Postiguet, donde la mayor densidad y cobertura en la estación profunda fue determinante en que el valor de densidad global fuera superior a la estación somera. La estación con una mayor diferencia en el índice de densidad global entre las profundidades somera y profunda, al igual que en el año 2017, fue Altea, debido a la gran diferencia de profundidad (11 m) entre las dos estaciones de muestreo (Figura 4).

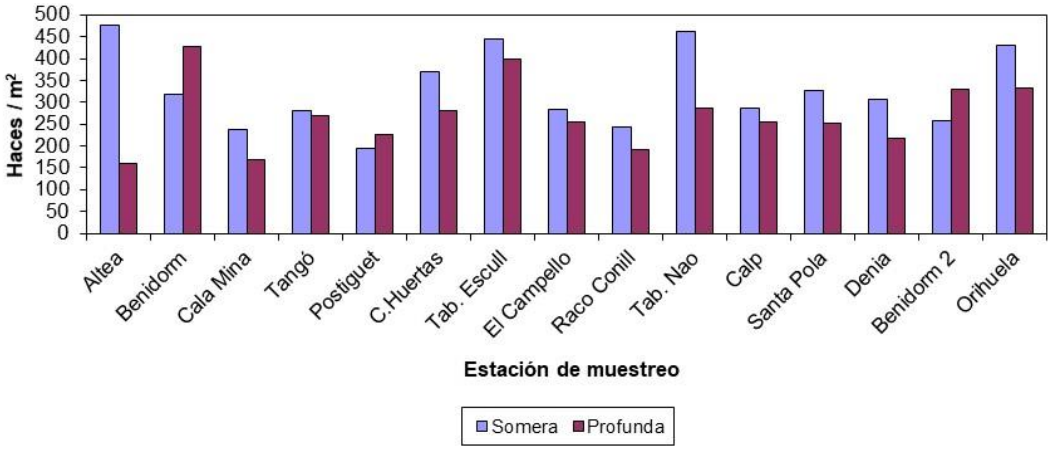


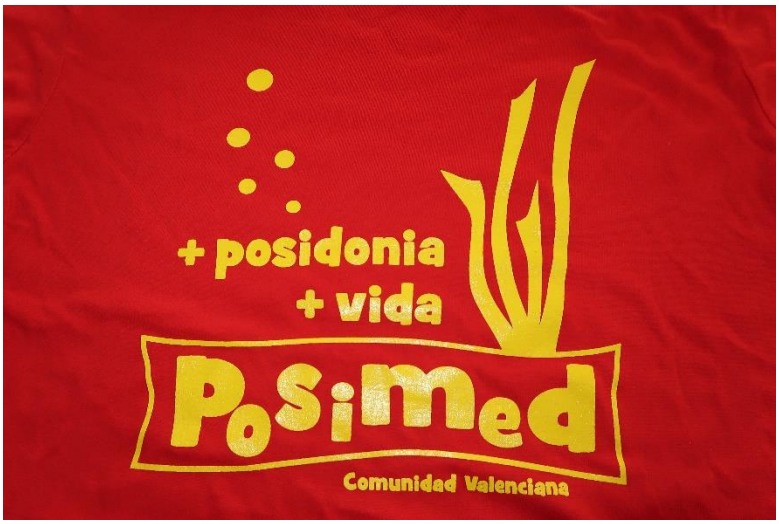
Figura 4. Valores del índice de densidad global obtenidos en cada una de las estaciones muestreadas durante el 2017.

3.4.2. Difusión y divulgación.

Como material de divulgación principal se han impreso camisetas, con el nuevo logo en la parte frontal, y los logotipos de la Exma. Diputación de Alicante, Instituto de Ecología Litoral y el de Centro Azul, recientemente renovado al IEL por sus actividades de educación ambiental sobre los ecosistemas litorales y el desarrollo sostenible, por la organización FEE-ADEAC. El color de la camiseta para la campaña 2018 fue rojo con la impresión en color amarillo.

Grupo de voluntari@s con la camiseta 2018 de POSIMED.

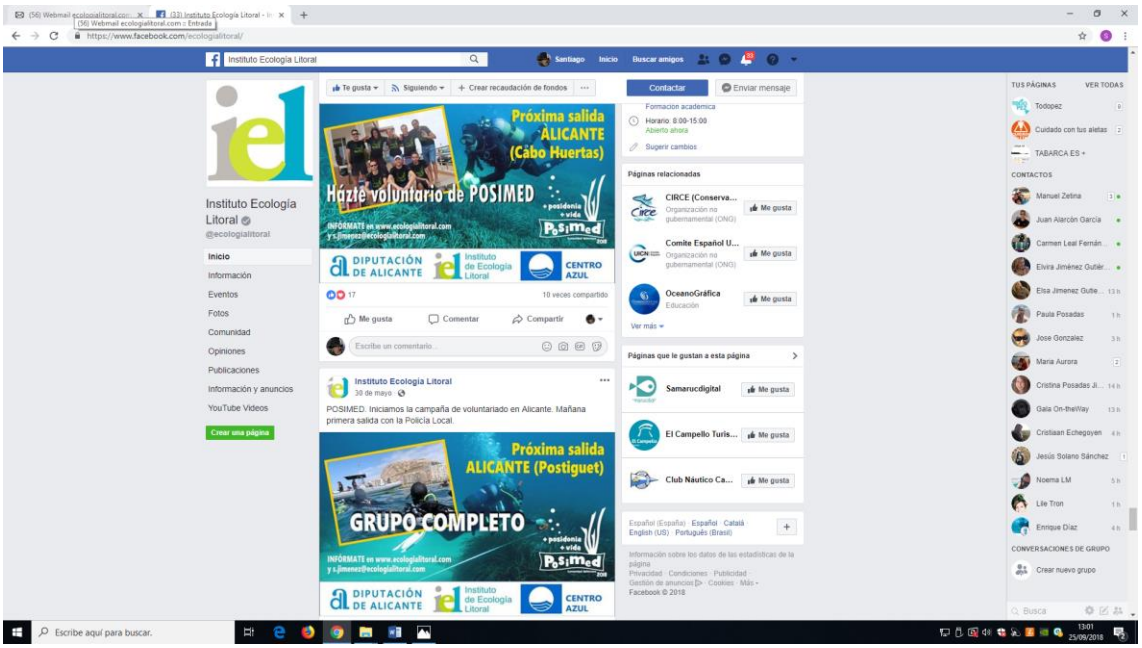
Detalle de los logos impresos en la manga de la camiseta.



Detalle del nuevo logo impreso en la camiseta.

Difusión de la campaña.

La difusión de POSIMED 2018 se ha realizado fundamentalmente por medio de Internet y redes sociales, aunque también se han utilizado otros medios más "clásicos" como las charlas, cursos presenciales y notas informativas en medios impresos. A través de un apartado en la web del IEL (www.ecologialitoral.com) se informó de los objetivos del proyecto, información general, requisitos para los voluntarios y centros y asociaciones colaboradoras. Fundamentalmente se actuó a través de Facebook, la red social más implantada y en la que el *site* del IEL tiene 3.146 seguidores, por lo que cualquier publicación o convocatoria se difunde con gran rapidez. En esta última red social, el número de personas a las que se mostró en pantalla las publicaciones de POSIMED 2018 fueron 6.748.



Una de las publicaciones sobre POSIMED 2018 en el *site* de Facebook del IEL.

Por último, aunque en menor medida, también se han publicado notas informativas en medios digitales locales, destacando la importancia de la red de voluntariado y la financiación del proyecto por parte de la Exma. Diputación de Alicante.

3.4.3. Formación de voluntarios

Los cursos fueron obligatorios para todos los voluntarios, estructurándose en una primera parte descriptiva, sobre las praderas de fanerógamas marinas mediterráneas, especialmente *Posidonia oceanica*, y una segunda, más práctica, donde se explicaban las técnicas de muestreo a utilizar en el trabajo de campo. Las charlas y cursos de formación que en el pasado eran mayoritariamente impartidas en las instalaciones del IEL, en la actualidad se hace de forma mayoritaria de forma *on-line* a través de la plataforma educativa EDMODO (https://www.edmodo.com), mediante la cual los alumnos, con una clave de acceso proporcionada, pueden acceder a los 5 temas, vídeos explicativos y un examen. Además del requisito del curso de formación para participar como buceador en POSIMED, antes de cada inmersión se realiza una breve charla recordatoria de las técnicas de muestreo a utilizar y sobre medidas de seguridad a implementar.

3.5. Resultados estaciones 2018.

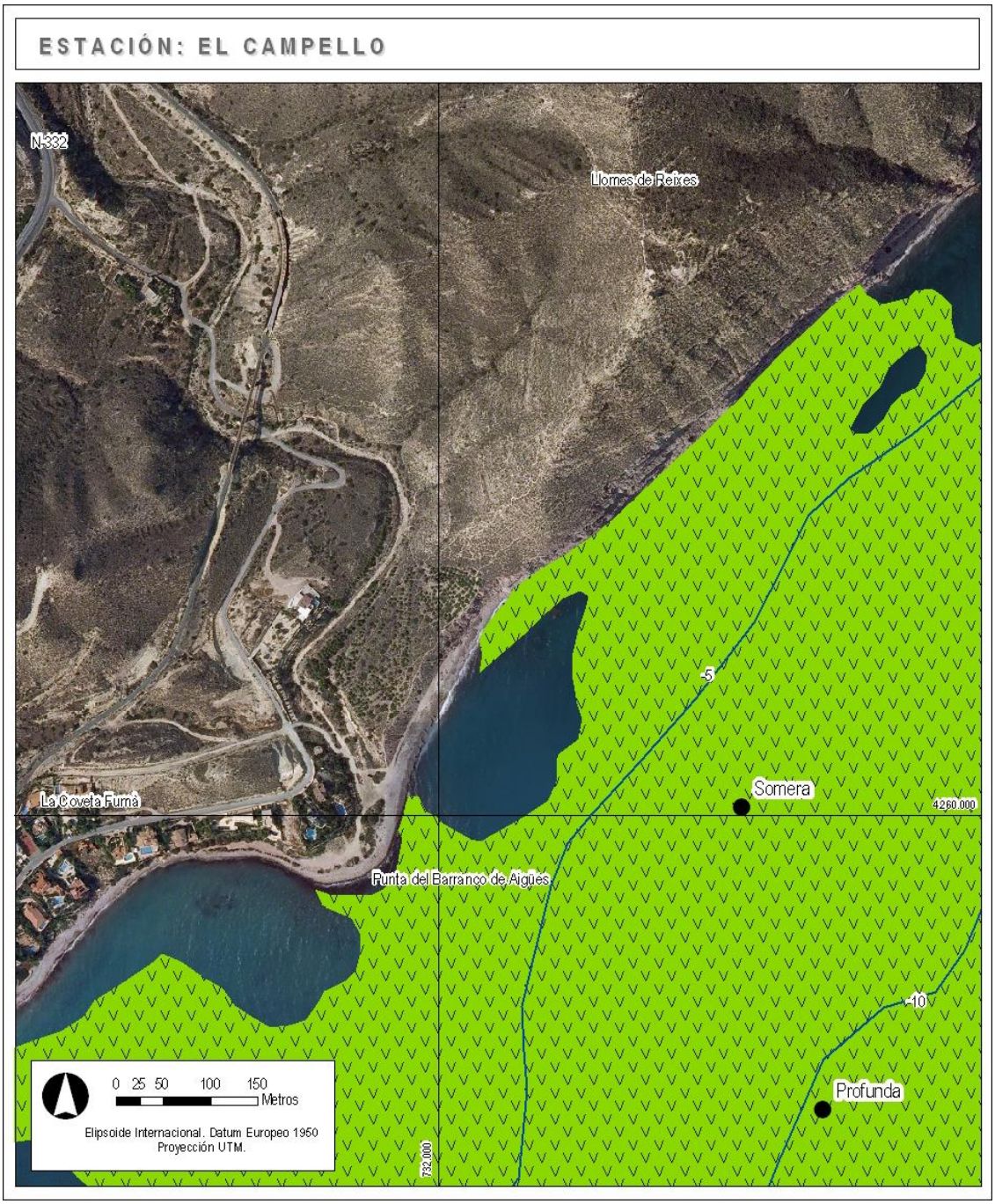
Los resultados obtenidos se presentan a modo de fichas independientes, de cada una de las estaciones muestreadas, por lo que la numeración de las figuras y fotografías es correlativa dentro de cada ficha, no en el global del informe. En aquellas estaciones que fue posible, los resultados fueron comparados con los obtenidos en la serie histórica de los últimos 17 años, según Guillen J.E. *et al*., 2013[13], lo que permite estudiar la evolución de estas praderas en cada una de las zonas, además de conocer qué estaciones gozan de una mejor calidad en sus praderas y cuáles podrían comenzar a tener síntomas de alteración.

[13] Guillen, J.E., Sánchez-Lizaso, J.L., Jiménez-Gutiérrez, S., Martínez, J., Codina, A., Montero, M., Treviño, A., Soler, G., Zubcoff, J.J. Evolution of *Posidonia oceanica* seagrass meadows and its implications for management. *Journal of Sea Research* (2013).

3.5.1. El Campello.

Estación/municipio: EL CAMPELLO	Fecha: 24/07/2018
Coordenadas: (-6 m): 30S 0732321 4260008 (-11 m): 30S 07324074259688	Profundidad: 8,2 y 12 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:



PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 12

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Atlántida (El Campello). Responsable: Pedro Tafalla.

RESULTADOS:

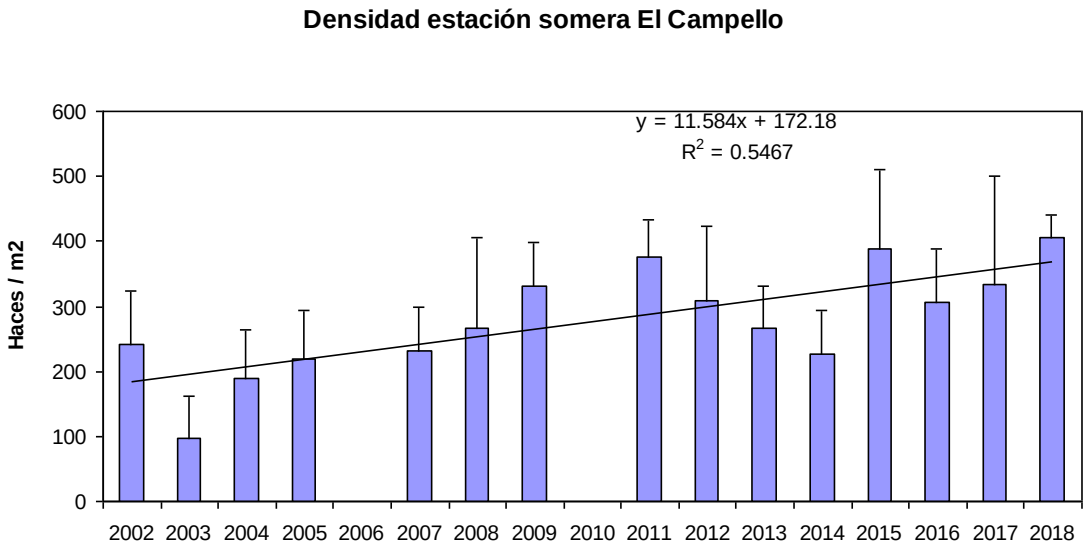


Figura 1. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 8,2 m de profundidad.

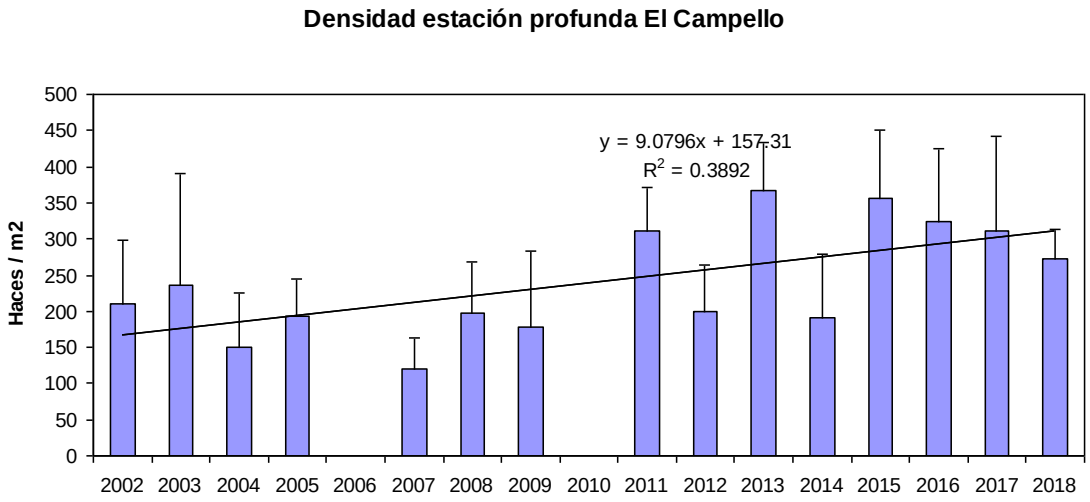


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 12 m de profundidad.

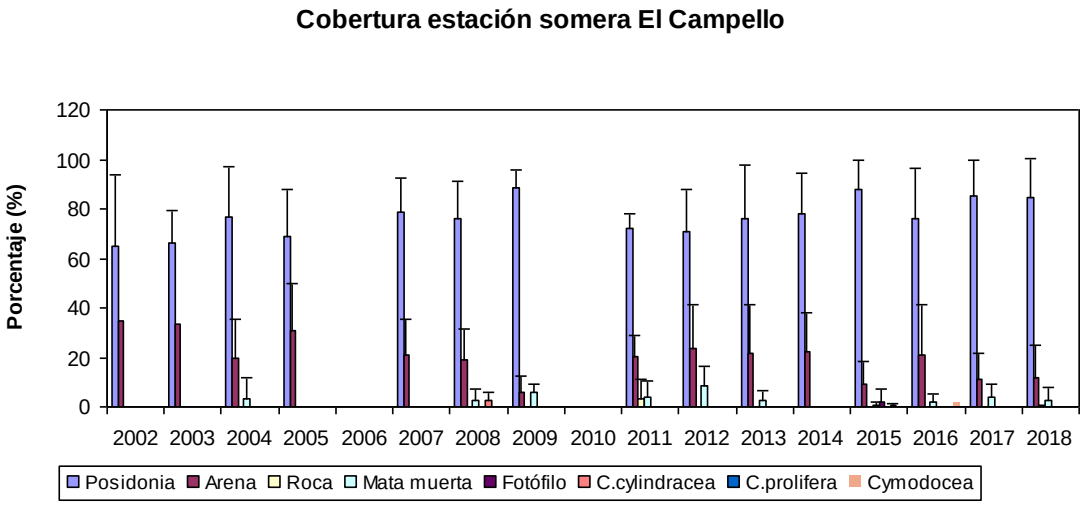


Figura 3. Cobertura de los tipos de fondo en % en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 8,2 m de profundidad.

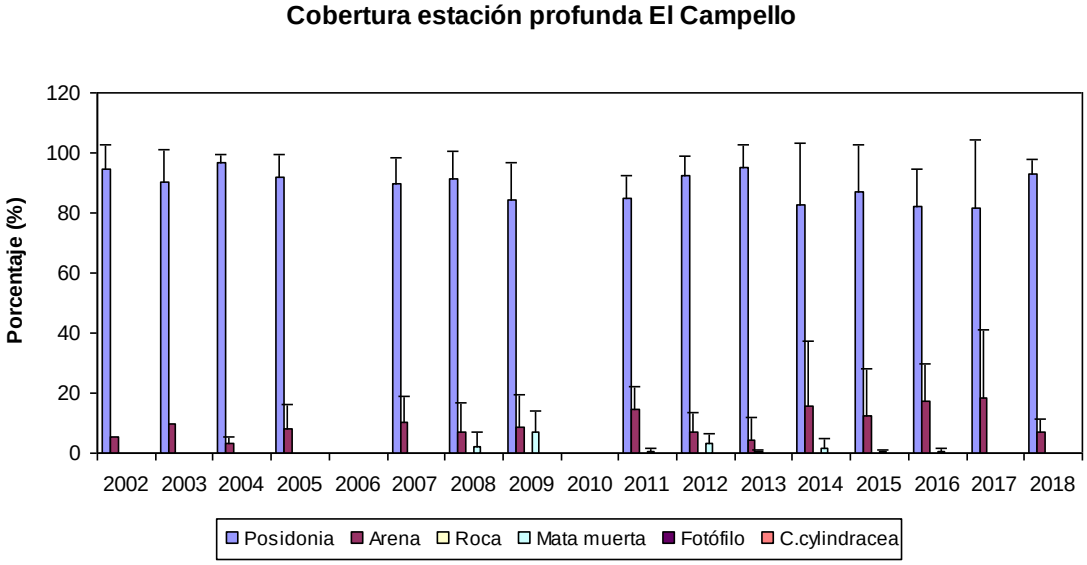


Figura 4. Cobertura de los tipos de fondo en % en el período 2002 –2018, en la estación profunda ubicada a 12 m de profundidad.

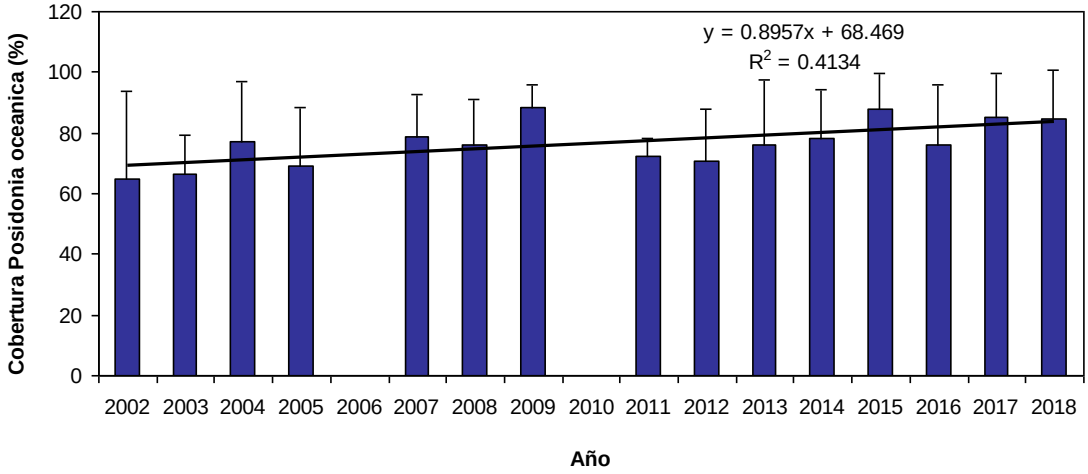


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2002-2018.

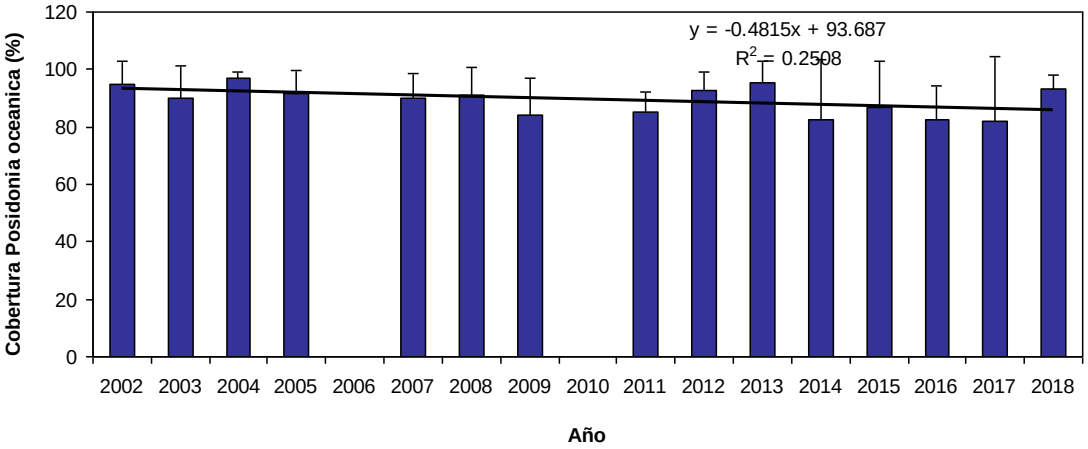


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	52433.8503	52433.8503	0.7392787	0.54653303	15.668019*
Residuos	13	43505.1834	3346.55257			
Total	14	95939.0337				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	32228.5433	32228.5433	0.62383391	0.389168	8.282473*
Residuos	13	50585.2593	3891.17379			
Total	14	82813.8026				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de

correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	313.653039	313.653039	0.6429789	0.4134219	9.16243672*
Residuos	13	445.022392	34.2324917			
Total	14	758.675432				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	90.6394616	90.6394616	0.50084041	0.250841116	4.35279429^{ns}
Residuos	13	270.702662	20.8232817			
Total	14	361.342123				

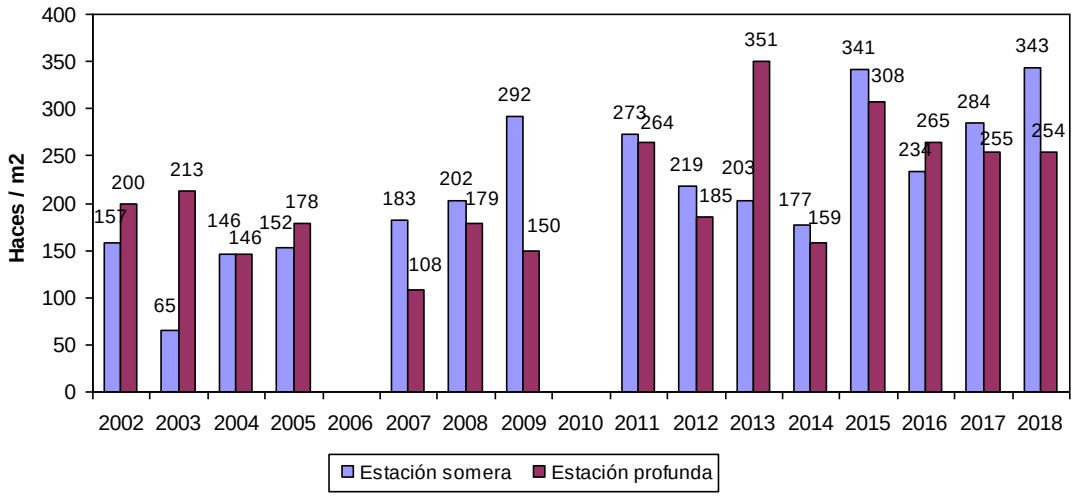


Figura 7. Resultados de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de El Campello.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
8,2 m (n=9)	405,556±35,417	343
12 m (n=10)	272,917±40,247	254

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***Caulerpa prolifera***
8,2 m (n=9)	84,71±15.92	11,91±12,03	0,44±1,33	2,93±4,66	
12 m (n=9)	93,22±4,6	6,78±4,6			

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interés	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

5. Resumen. Estación El Campello 2018.

Las inmersiones se realizaron con el centro de buceo Atlántida de El Campello. Participaron 12 voluntarios. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-8,2 m) y otra profunda (-12 m). Se obtuvieron 19 muestras de densidad (9 a 8,2 m de profundidad; 10 a 12 m de profundidad) y 18 de cobertura (9 a 8,2 m de profundidad; 9 a 12 m de profundidad).

El valor promedio de densidad de *Posidonia oceanica* en la estación somera (405,56 haces/m^2) fue superior al obtenido en el 2017 (333,92 haces/m^2) y al del año 2016 (307,2 haces/m^2), siendo por tanto el valor más elevado de todos los años muestreados desde el 2002. La tendencia ligeramente positiva que los datos mostraban hasta el año 2014, se afianza con los datos del 2016, 2017 y 2018 (figura 1), reafirmando la información obtenida por Guillen *et al*. 2013. La pendiente que dibuja la tendencia, es estadísticamente significativa (Tabla 1) lo que significa que existe relación lineal entre los años muestreados y el incremento de la densidad.

Por lo que respecta a los datos de densidad obtenidos en la estación profunda, éstos fueron inferiores (272,92 haces/m^2) a los obtenidos en el año 2017 (311,45 haces/m^2). Analizando los datos de forma global desde el año 2002, se observa que la tendencia sigue siendo positiva desde entonces (figura 2), con variaciones inherentes al tipo de muestreo empleado. Desde el punto de vista estadístico se observa que existe una clara relación lineal entre los años de muestreo y los datos de densidad obtenidos, siendo estadísticamente significativos (Tabla 2).

La cobertura de *Posidonia oceánica* en la estación somera fue del 84,71%, con resultados similares a los obtenidos en 2017 (85,09%) y a los de campañas anteriores. En la zona de muestreo los fondos presentaron porcentajes de arena del 11,91%, valor muy similar al del año 2017. En la estación profunda, la cobertura fue también elevada, sobrepasando el 90 % de promedio (93,22 %) superior al de los cuatro anteriores años, siendo el otro tipo de fondo predominante en la zona el compuesto por arena (6,78%).

El análisis de la tendencia de la cobertura de *Posidonia oceanica* entre los años 2002 y 2018, nos muestra una tendencia positiva (Figura 5) en la estación somera, con resultado de significación estadística en la pendiente y por lo tanto, existiendo relación lineal entre la variable año de muestreo y el dato de densidad correspondiente. Por lo que respecta a la estación profunda la gráfica describe una tendencia ligeramente negativa en el global de los datos desde el año 2002 (Figura 6), aunque no lo suficiente como para ser estadísticamente significativa. (Tabla 4). La tendencia en la cobertura de *Posidonia oceanica* observada en la estación profunda deberá ser confirmada o modificada en los próximos años de muestreo, ya que al tratarse de una pradera que de forma natural está integrada por numerosas zonas de arena, se deberá comprobar si este cambio de tendencia es consecuencia de un hecho circunstancial, debido al tipo de muestreo que puede estar incidiendo al azar en una zona más rica en arena, o a una regresión de la pradera.

El índice de densidad global (254) tuvo unos valores muy parecidos a los del año 2017 (255 haces / m^2) en la estación profunda y superiores en la somera. Los valores fueron más parecidos a los obtenidos en el año 2015 (341) en la estación somera (343), por lo que se puede tratar de una continuación puntual, debida al tipo de muestreo empleado o a un proceso de origen natural, por lo que se hace necesario estudiar la posible evolución de este índice los próximos años. (Figura 7

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED de los últimos años (Guillén *et al*. 2013), la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestro de El Campello, se encuentra en estado estable de conservación o con tendencia positiva de los datos de densidad obtenidos en la serie de datos desde el año 2002. Por otra parte la cobertura en la estación profunda presenta una tendencia ligeramente negativa, de esta circunstancia, sólo podrá comprobarse si se trata de un cambio de tendencia o un hecho puntual en próximos años de muestreo, a medida que se obtengan nuevos datos. Por el contrario, al igual que en el año 2017, se ha constatado la falta de presencia de los moluscos *Pinna nobilis*, debido al episodio de mortalidad masiva detectado desde finales del verano de 2016 en toda la costa mediterránea española, provocado por un protozoo parásito, en concreto *Haplosporidium pinnae.*

6. Anexo fotográfico. Estación El Campello 2018.

Fotografía 1. Buceadores realizando trabajos de toma de datos.

Fotografía 2. Buceador tomando datos de cobertura.

Fotografía 3. Alga *Caulerpa prolifera* junto a *Posidonia oceanica*.

Fotografía 4. Grupo de voluntarios participantes en la estación de El Campello.

3.5.2. Tabarca-Escull Negre.

Estación/municipio: TABARCA ESCULL NEGRE	Fecha: 10 julio 2018
Coordenadas: (-5m): 30S 0721303 4226848 (-9 m): 30S 07213374227013	Profundidad: 5 y 9 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

. PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 6

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Policía Local de Alicante

4.3. RESULTADOS:

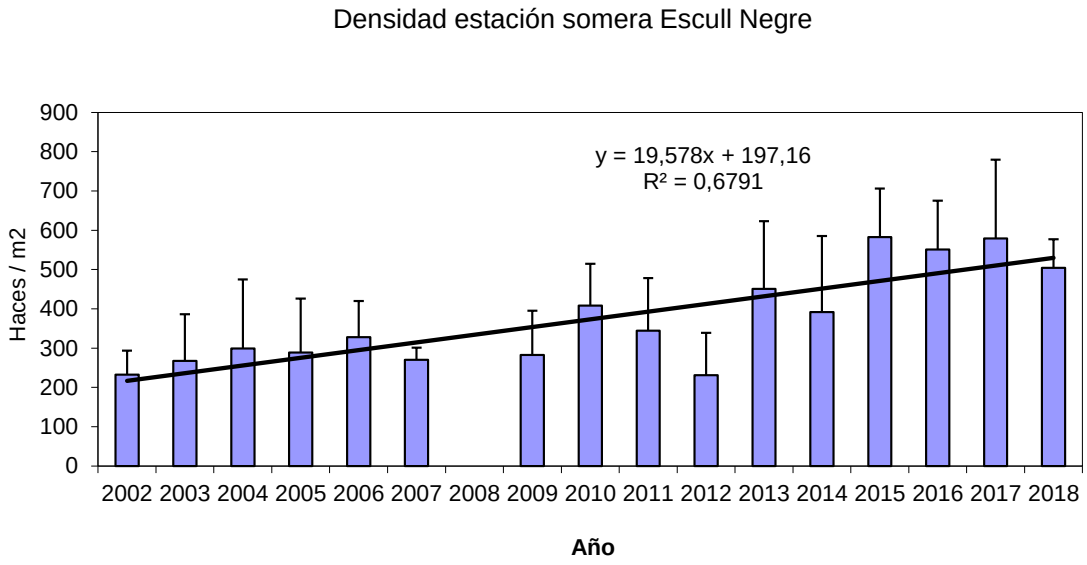


Figura 1. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

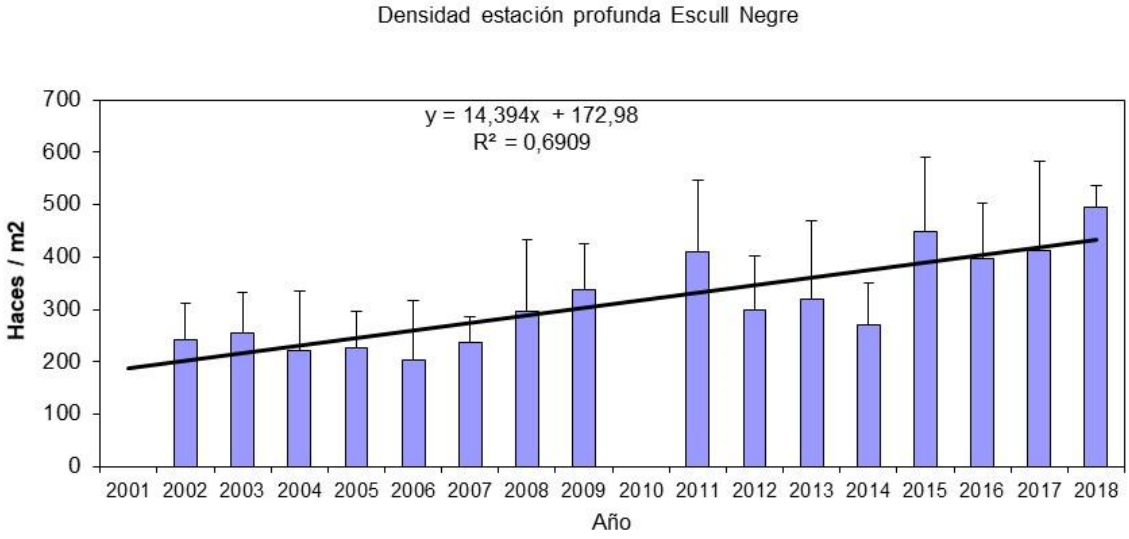


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 9 m de profundidad.

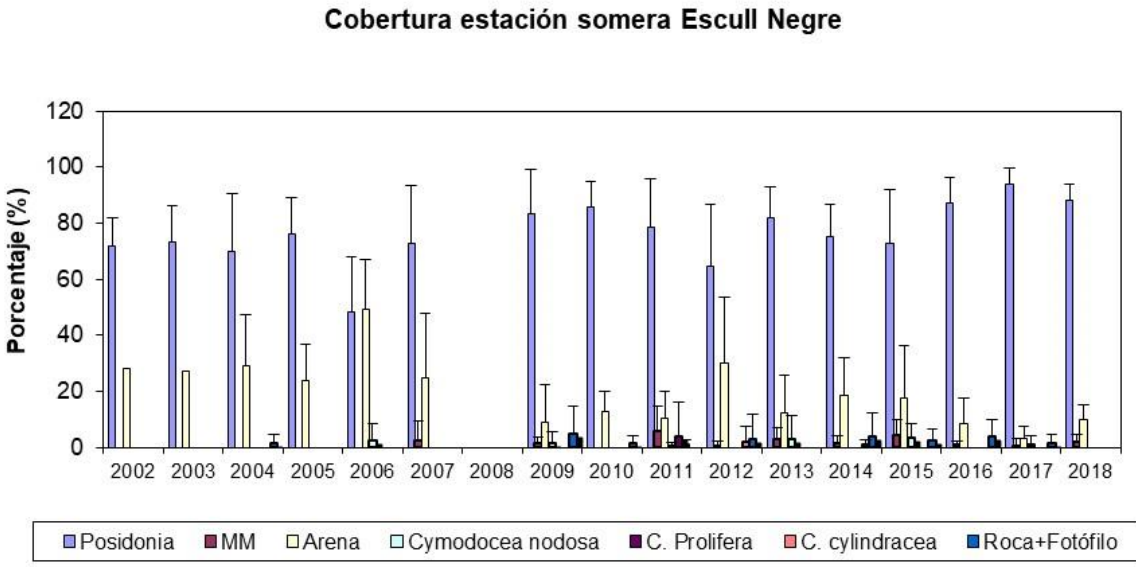


Figura 3. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

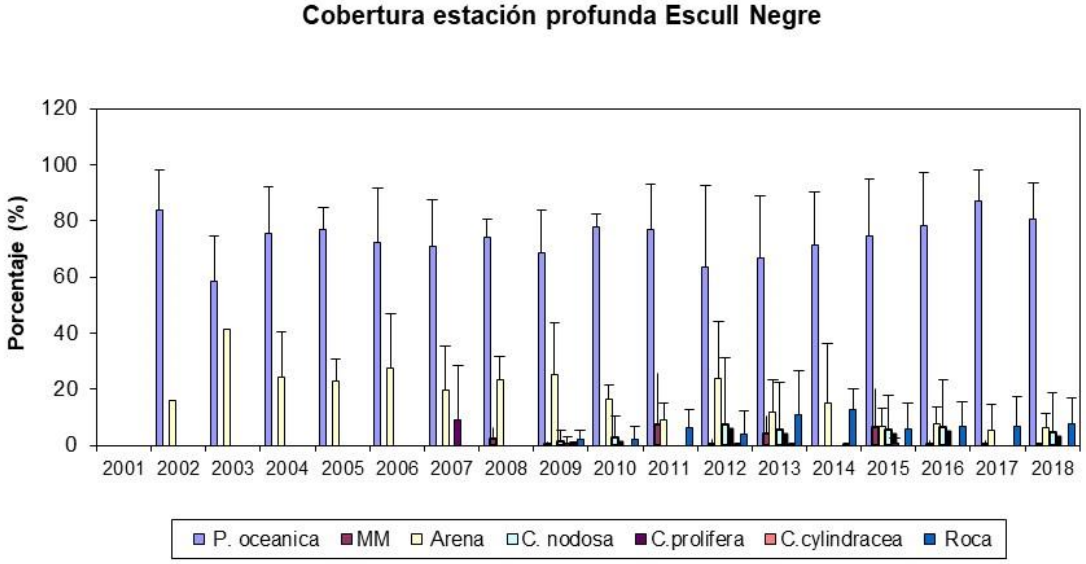


Figura 4. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 9 m de profundidad.

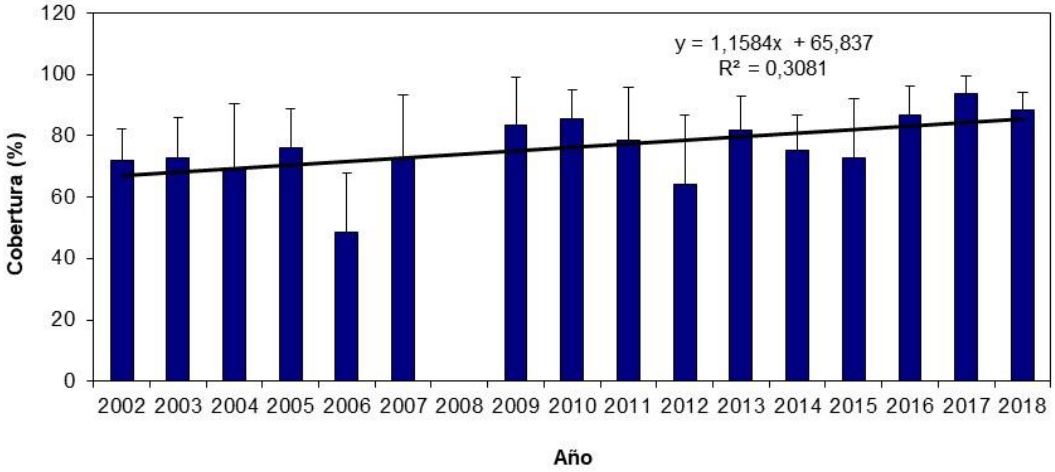


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2002-2018.

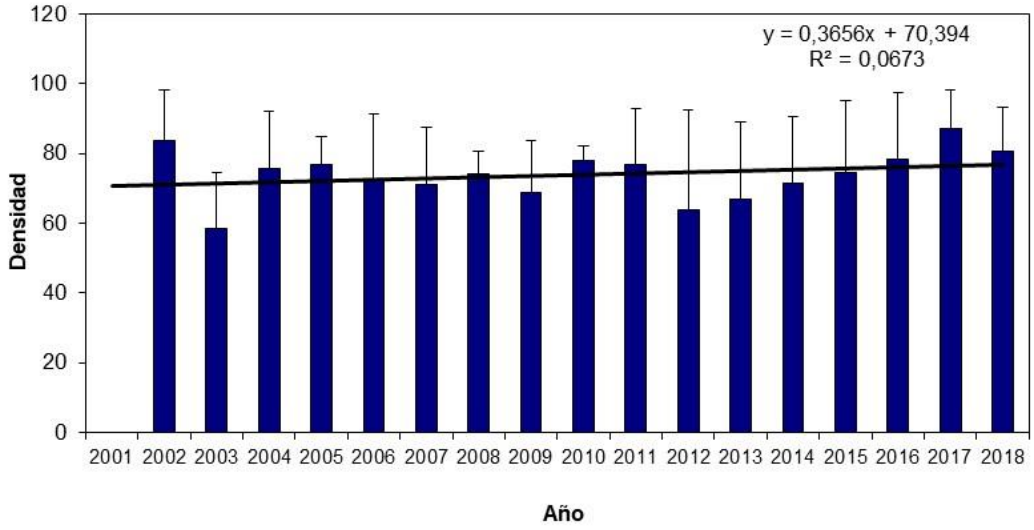


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	154761,962	154761,962	0,824	0,67	29,625*
Residuos	14	73136,0183	5224,0013			
Total	15	227897,98				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de

correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	84538,2233	84538,2233	0,83	0,69	31,287*
Residuos	14	37828,3234	2702,0231			
Total	15	122366,547				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	541,780	541,7855	0,56	0,31	$6,235^{ns}$
Residuos	14	1216,444	86,8881			
Total	15	1758,225				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	54,5208756	54,5208756	0,26	0,07	$1,0827^{ns}$
Residuos	15	755,286848	50,3524566			
Total	16	809,807724				

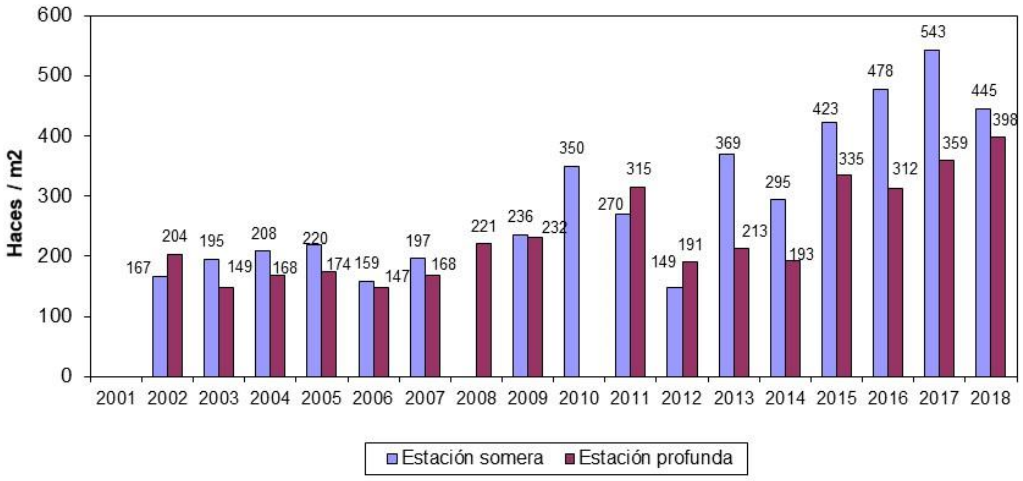


Figura 5. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Tabarca-Escull Negre.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018:

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=9)	504 ±7 2,9	445
9 m (n=9)	494 ± 40,5	396

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***C.nodosa***	***C.prolifera***
5m (n=9)	88,31 ± 5,70	9,73 ± 5,28		1,95 ± 2,60		
9 m (n=9)	80, 5± 12,84	6,4 ± 5,09	7,9 5± 9,09	0,4 ± 1,2	4,6 ± 14	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis	X	

Resumen. Estación Tabarca-Escull Negre 2018.

Las inmersiones se realizaron con la embarcación de la Policía Local de Alicante. Participaron 6 voluntarios en las inmersiones. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-9m). Se obtuvieron 18 muestras de densidad (9 a 5 m de profundidad; 9 a 11 m de profundidad) y 12 de cobertura (6 en cada profundidad).

El valor promedio de densidad *Posidonia oceanica* en la estación somera (504,46 haces / m^2) fue ligeramente inferior a los obtenidos en los años 2017 (579, haces / m^2) y 2016 (550 haces / m^2). Por el contrario, el valor de densidad de la estación profunda (494,4 haces / m^2) fue superior al valor de 2017 (412,5 haces / m^2) y (397,9 haces / m^2). La causa de esta variación reside en el tipo de muestreo utilizado (aleatorio alrededor de un mismo punto) lo que implica que de un año a otro se produzcan este tipo de variaciones en la toma de datos.

Analizando el global de los datos obtenidos durante el periodo 2002-2018, se observa, para la pradera somera, una tendencia claramente positiva (figura 1), siendo significativo estadísticamente y, por lo tanto, ajustándose a un modelo lineal (Tabla1). En la pradera más profunda los datos de densidad han mostrado,

al igual que en la superficial, una clara tendencia positiva, siendo la estadísticamente significativa y por lo tanto ajustándose también a un modelo lineal. Por lo tanto, el análisis de la línea de tendencia de la densidad, tanto para la pradera somera como para la profunda, muestra una tendencia al alza, lo que indicaría el buen estado general de la pradera en esta zona.

La cobertura en la estación somera fue del 88,31%, siendo inferior al 90% de 2017 y ligeramente superior al obtenido en los muestreos del 2016 (86,93%). Los valores en porcentaje de arena (9,73%) fueron superiores respecto al 2017 (3,3%) y algo inferiores al 2016 (10 %). En la estación profunda, la cobertura (80,6%) tuvo también valores promedio ligeramente inferiores que en el año 2017 (87,1 %) y superiores al 2016 (78,35 %). En esta estación se presentaron con similar importancia los fondos rocosos (7,9%) mezclados por los formados por arena (6,4 %), disminuyendo la importancia de la presencia de mata muerta hasta valores casi insignificantes (0,4 %).

El análisis de la tendencia de los valores promedio de cobertura en el periodo 2002-2018, muestra que, para la estación somera, se aprecia una tendencia positiva a lo largo de os años de muestreo, aunque todavía no suficiente como para que haya un modelo de relación lineal claro (Figura 5), ya que la pendiente no fue suficiente como para obtener diferencias estadísticamente significativas (Tabla 3) por lo tanto estaríamos ante una pradera con una cobertura estable con ligera tendencia positiva en el periodo de tiempo analizado. Por lo que respecta a la cobertura de *Posidonia oceanica* de la estación profunda se observa (Figura 6) estabilidad en la tendencia, no siendo estadísticamente significativa (Tabla 6), por lo que la cobertura ha tenido valores estables a lo largo del periodo de tiempo muestreado.

El índice de densidad global tuvo unos valores elevados para la estación somera (445) aunque inferiores a los obtenidos en el 2017(543 haces / m^2), valor este último el más elevado de todo el periodo de tiempo muestreado, consecuencia de la alta densidad y cobertura. En el 2018 los valores de densidad y cobertura obtenidos fueron similares a los anteriores a 2017, valores considerados normales en esta pradera, por lo que el índice disminuyó en 2018.En la estación profunda se obtuvieron valores superiores al año 2017, debido a la mayor densidad de haces, ya que la cobertura fue ligeramente inferior a la de 2017.

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED (Guillén *et al*. 2013), la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestreo de Tabarca-Escull Negre, se encuentra en un excelente estado de conservación, con tendencia a la estabilidad en la cobertura y positiva en la densidad. La presencia de la especie *Pinna nobilis* no ha sido detectada en el año 2017 debido al evento de mortalidad masiva producido desde septiembre de 2016, provocado por el protozoo parásito *Haplosporidium pinnae*. Este evento e mortalidad no ha afectado a la especie *Pinna rudis*, de la que se detectaron varios ejemplares. Asimismo fue detectada la presencia del alga invasora *Caulerpa cylindracea* .

Anexo fotográfico. Estación Tabarca-Escull Negre 2018.

Fotografía 1. Restos de una concha de *P. nobilis* en la estación de Tabarca-Escull Negre.

Fotografía 2. Buceadores midiendo la densidad en la estación somera.

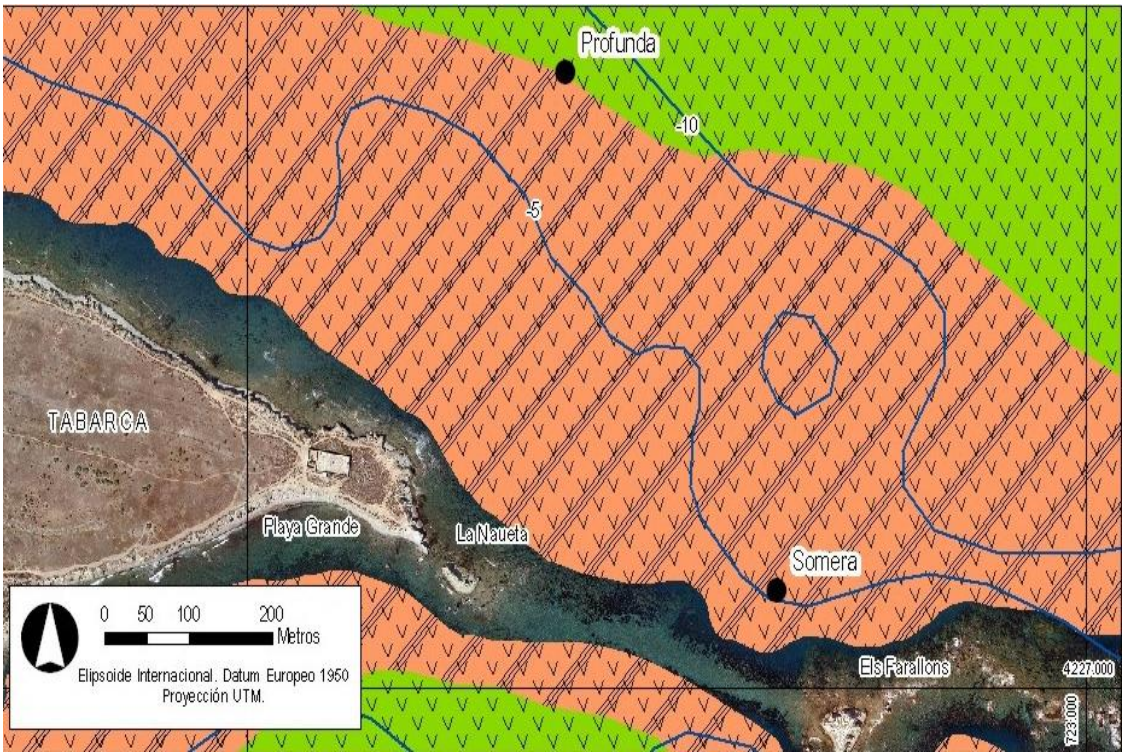
Fotografía 3. *Epinephelus marginatus* juvenil, especie de pez habitual en fondos de la reserva marina de la isla de Tabarca..

Fotografía 4. *Cymodocea nodosa* y *P. oceanica*, dos fanerógamas marinas habituales en los fondos de Tabarca.

3.5.3. Tabarca-Nao.

Estación/municipio: TABARCA NAO	Fecha: 12/06/18
Coordenadas: (-5m): 30S 0722380 4227607 (-13 m): 30S 0722632 4227097	Profundidad: 5 y 13 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:



Pradera de Posidonia oceanica en óptimo estado de conservación

Pradera de Posidonia oceanica con síntomas de degradación

Pradera de Posidonia oceanica en fase de degradación

Pradera de Posidonia oceanica degradada

Mata muerta de Posidonia oceanica

Posidonia oceanica sobre el conjunto de biocenosis fotófilas en modo calmo

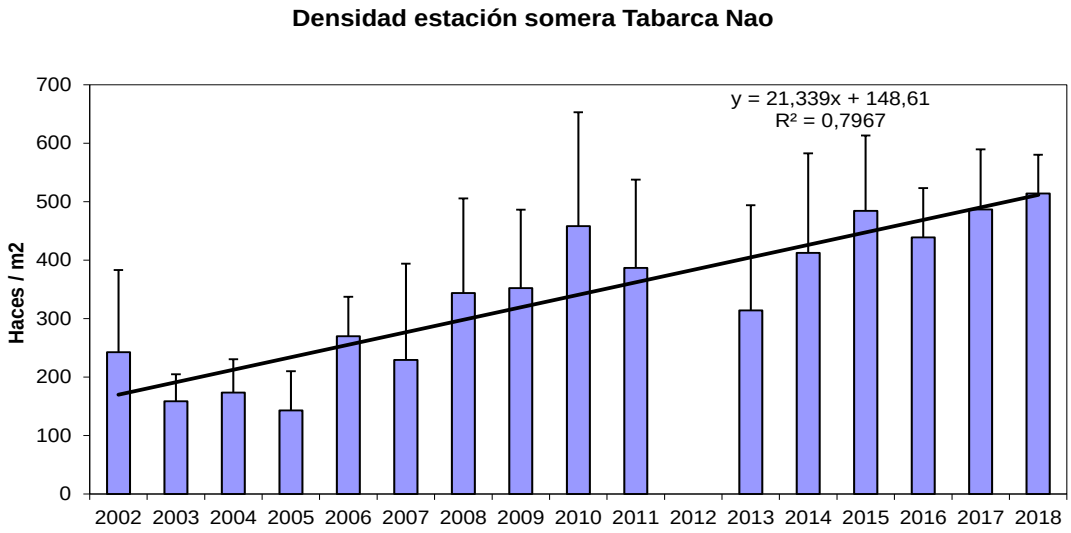
.

PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 6

- **ENTIDAD COLABORADORA:**
  Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

4.3. RESULTADOS:



*F*igura 1. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

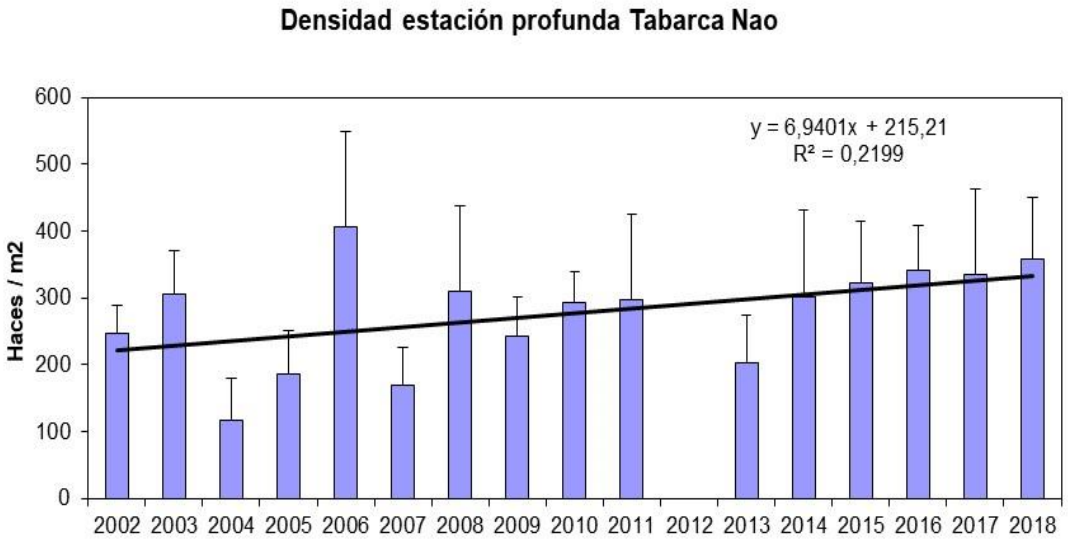


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 13 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

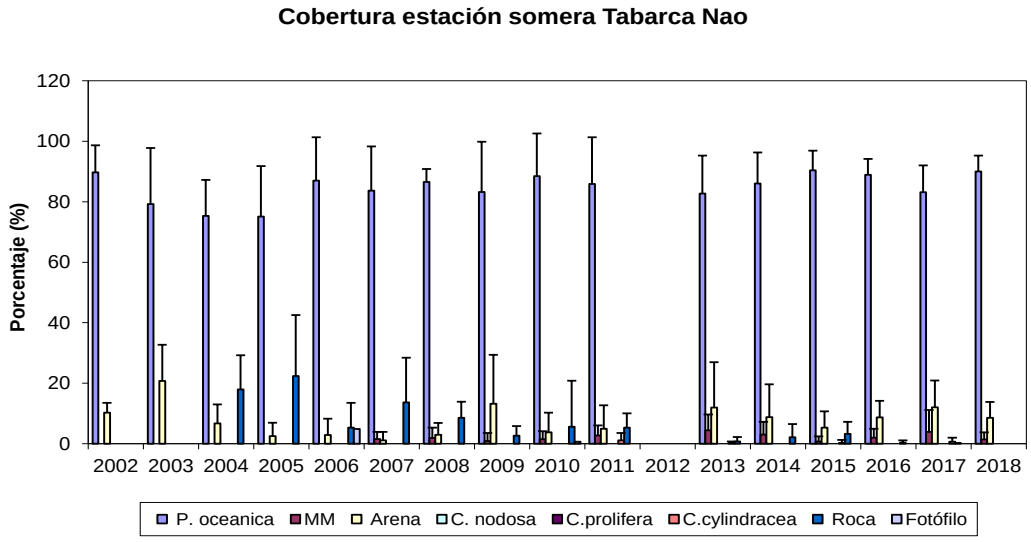


Figura 3. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

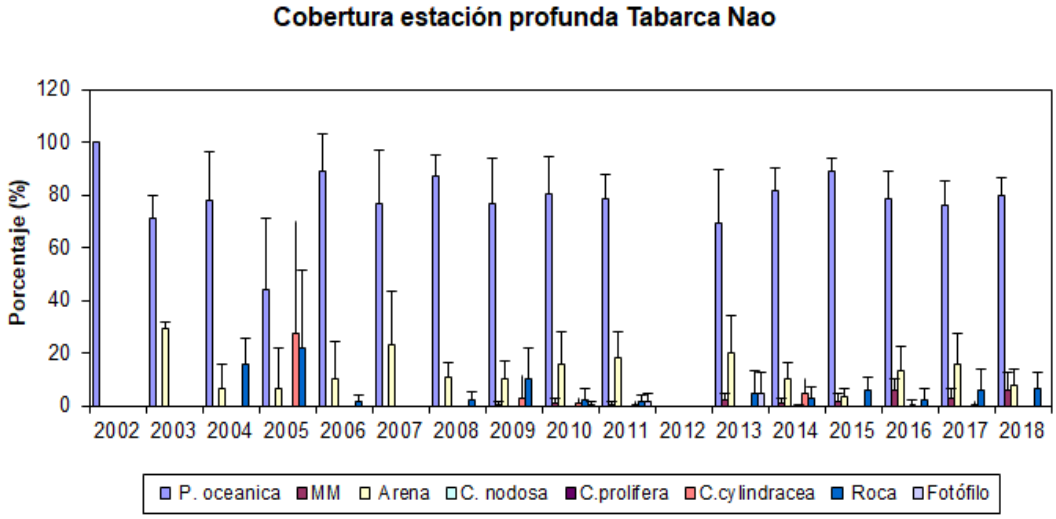


Figura 4. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 13 m de profundidad.

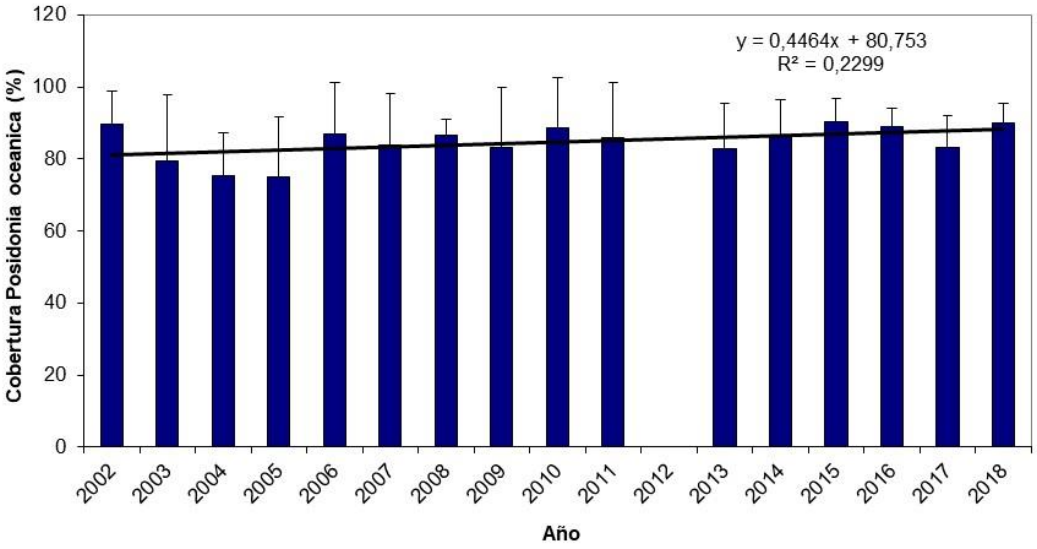


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2002-2018.

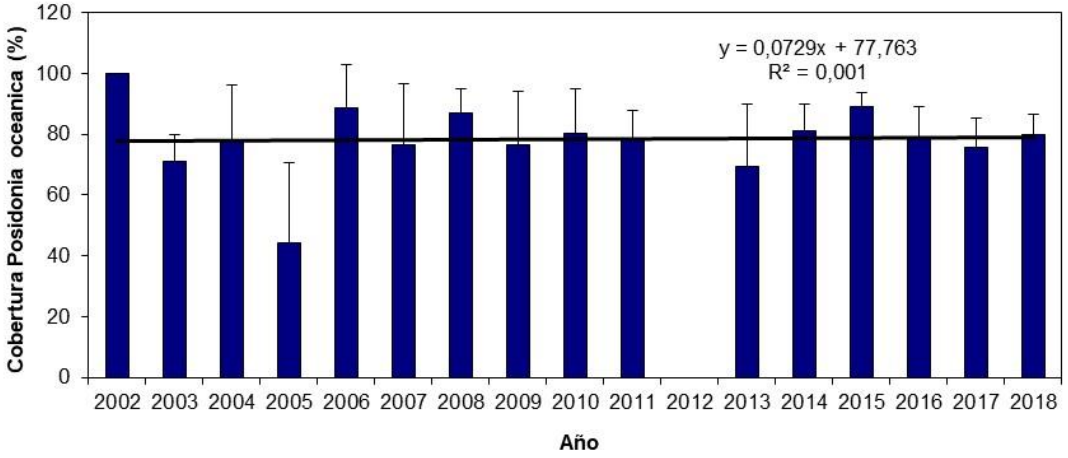


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	183849,145	183849,145	0,89	0,80	54,866*
Residuos	14	46912,2157	3350,87255			
Total	15	230761,36				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	19446,827	19446,827	0,469	0,220	$3,9456^{ns}$
Residuos	14	69001,4271	4928,67337			
Total	15	88448,2541				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	80,4634	80,46314	0,479	0,230	$4,1786^{ns}$
Residuos	14	269,5834	19,2551			
Total	15	350,046				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	2,1462	2,146185	0,032	0,001	$0,0144^{ns}$
Residuos	14	2084,3768	148,8858			
Total	15	2086,5230				

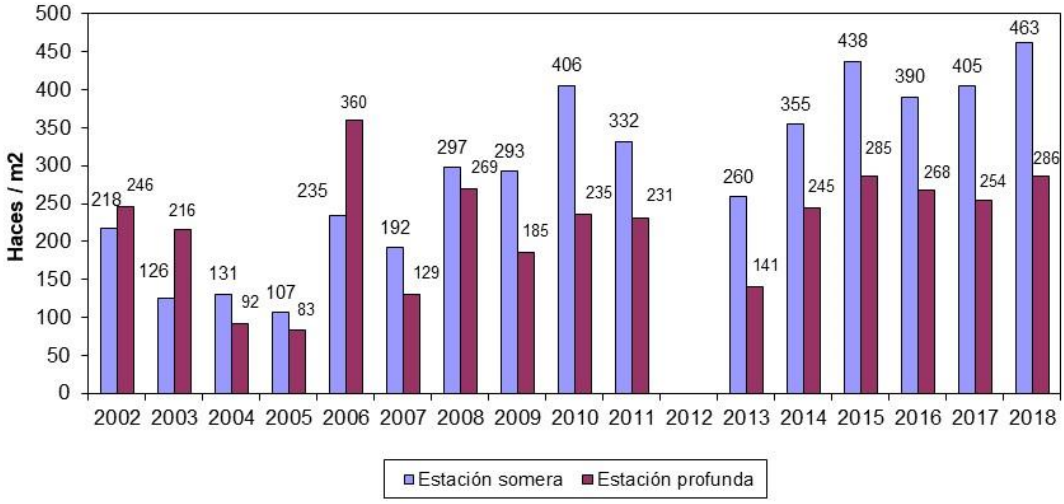


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Tabarca-Nao.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018:

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=9)	513,75 ± 66,5	463
13 m (n=9)	358,33 ± 91,1	286

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***C.prolifera***
5m (n=9)	90,04 ± 5,21	8,53 ± 5,25		1,4 ± 2,35	
13 m (n=9)	79,84 ± 6,91	7,88 ± 6,03	6,16 ± 6,03	6,12 ± 6,5	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Tabarca-Nao 2018.

Las inmersiones se realizaron gracias a la colaboración del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, que cedió su embarcación Llamia para la realización de los muestreos, de igual forma colaboró el coordinador de la reserva marina, Felio Lozano Quijada. Participaron en las inmersiones 6 voluntarios. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-13 m). Se obtuvieron 18 muestras de densidad (9 a 5 m de profundidad; 9 a 13 m de profundidad) y 18 de cobertura (9 en cada profundidad).

Los valores promedio de densidad de *Posidonia oceanica* en la estación somera del año 2018 (537 haces/m^2) fueron superiores a los del año 2017 (487 haces/m^2) y 2016 (439 haces/m^2, dentro de valores promedio elevados. Por lo que respecta a los datos obtenidos en la estación profunda, el porcentaje obtenido en 2018 (358 haces / m^2) fue ligeramente superior al obtenido en 2017 (335 haces/m^2) y a los del año 2016 (341/m^2.

La cobertura en la estación somera fue del 90 %83%, superior a los valores obtenidos en 2017 (83) y 2016 (88%). El resto de componentes del fondo fueron, por orden de importancia, los fondos arenosos (8,5 %) y zonas de mata muerta (1,4. En la estación profunda, la cobertura de *Posidonia oceanica* fue del 80%, superior al 75,7% del año 2017 y el 78,4% del año 2016. Estos fondos, además, están caracterizados por la presencia de claros de arena (7,88%) y por bloques rocosos (6,16%). El valor de mata muerta obtenido (6,12%) es un valor superior al normal dentro de una pradera de este tipo, probablemente achacable a causas naturales, aunque se estudiará su evolución en próximos años de muestreo.

Para comprobar el estado de la pradera, lo más adecuado es el estudio de la serie histórica de datos para de esta manera poder evaluar la situación actual, que es el de un estado estable o positivo de las praderas de la estación de Tabarca-La Nao.

La densidad presentó una evolución positiva en el periodo 2002-2018 (Figura 1), esta tendencia es altamente significativa (Tabla 1) desde el punto de vista estadístico, por lo que existe una relación lineal positiva entre los años muestreados y el aumento de la densidad de haces de *Posidonia oceanica*. Por lo que respecta a la estación profunda se aprecia una ligera tendencia positiva de los datos (Figura 2), aunque no lo suficiente como para ser detectada estadísticamente (Tabla2), lo que significa que para esta variable la pradera permanece estable desde el año 2002.

Por lo que respecta a la a evolución de la cobertura durante el periodo 2002-2018 esta fue, en ambos casos, estable, como se puede apreciar en las gráficas (Figuras 5 y 6), no detectándose

diferencias estadísticamente significativas (Tablas 3 y 4), por lo que no existe relación lineal entre el ligero aumento o disminución de los datos de cobertura y los años de muestreados.

El índice de densidad global, al igual que el resto de años de muestreo, tuvo unos valores más elevados en la estación somera, debido a los altos valores de densidad y cobertura obtenidos, mientras que en la estación profunda fue algo inferior (Figura 7) debido a los valores inferiores de densidad y cobertura obtenidos, siendo ésta una situación normal en las praderas de *Posidonia oceanica*.

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED de los últimos años (Guillén *et al*. 2013), la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestreo de Tabarca-Escull Negre, se encuentra en estado estable de conservación. La presencia de la especie bioindicadora *Pinna nobilis* no fue detectada en la zona, debido al episodio de mortalidad masiva producido por el protozoo *Haplosporidium pinnae*.

Es destacable la presencia del alga invasora, *Caulerpa cylindracea*, antes *Caulerpa racemosa*, en la estación somera, que, aunque en bajo porcentaje, se detectó fundamentalmente en zonas con mata muerta, rocas o claros de arena, no detectándose su presencia en zonas con alta densidad y cobertura de *P. oceanica.*

Anexo fotográfico. Estación Tabarca-Nao. 2018

Fotografía 1.Grupo de voluntarios de la estación de muestreo de Tabarca-Nao.

Fotografía 2. Ejemplar muerto de *Pinna nobilis*.

Fotografía 3. Boya indicadora de la estación somera.

Fotografía 4. Buceador tomando datos de cobertura de *P. oceanica*.

3.5.4. Benidorm.

Estación/municipio: BENIDORM	Fecha: 14/06/2018
Coordenadas: (-5 m): 30S 0747598 4267979 (-11 m): 30S 07476574267944	Profundidad: 5 y 11 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 5

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Policía Local de Benidorm.

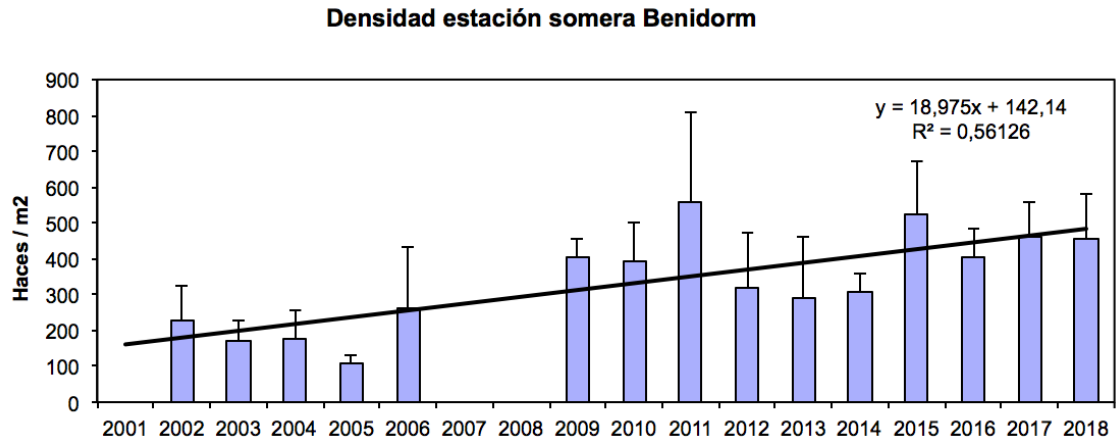


Figura 1. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

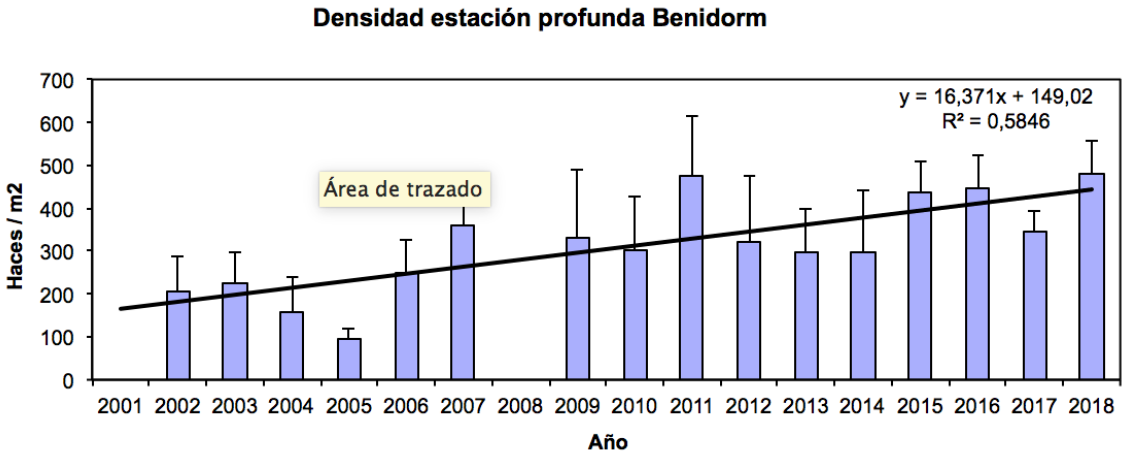


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 11 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

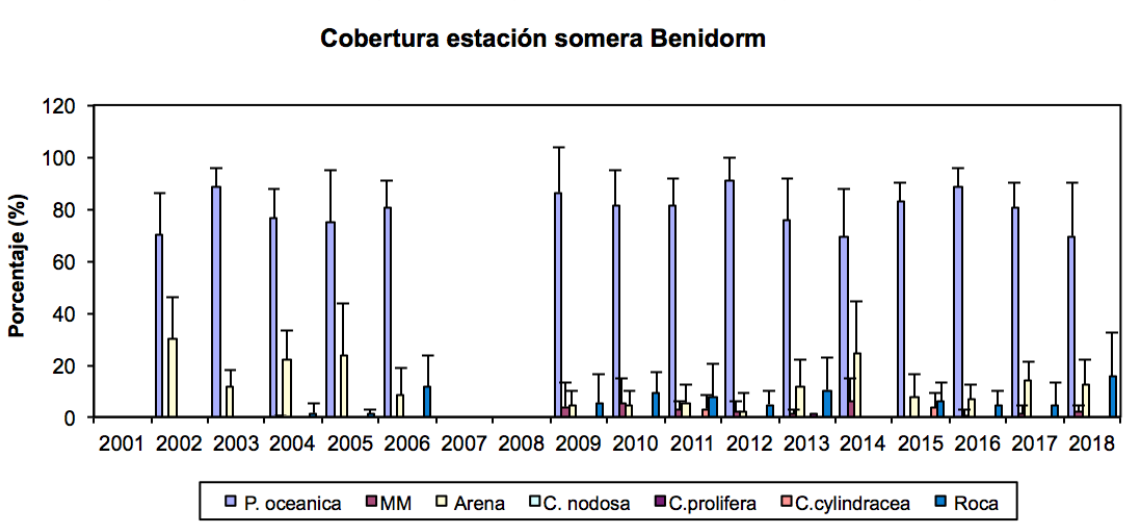


Figura 3. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad

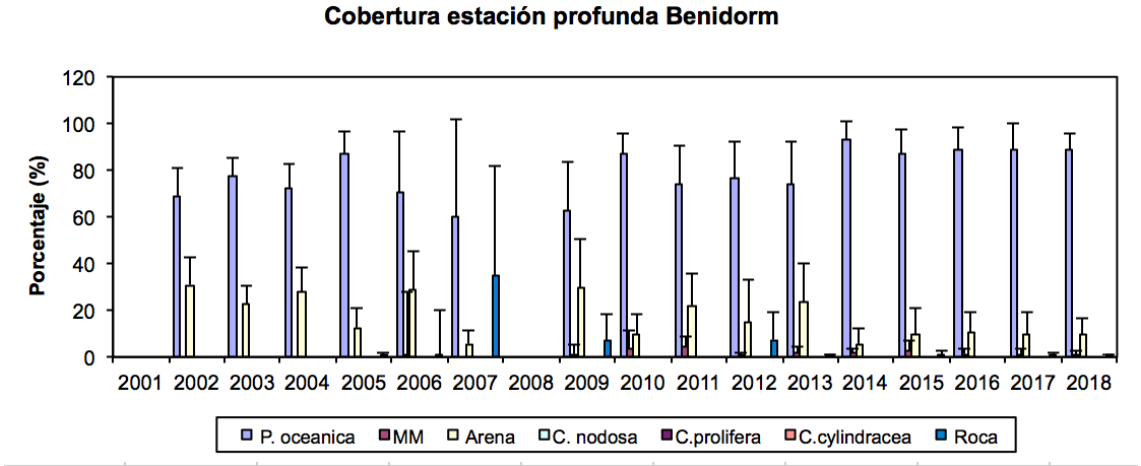


Figura 4. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 11 m de profundidad.

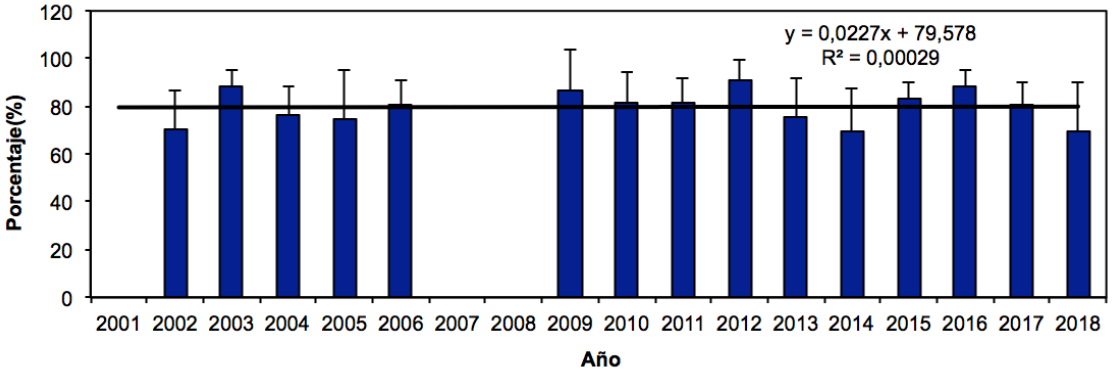


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2002-2018.

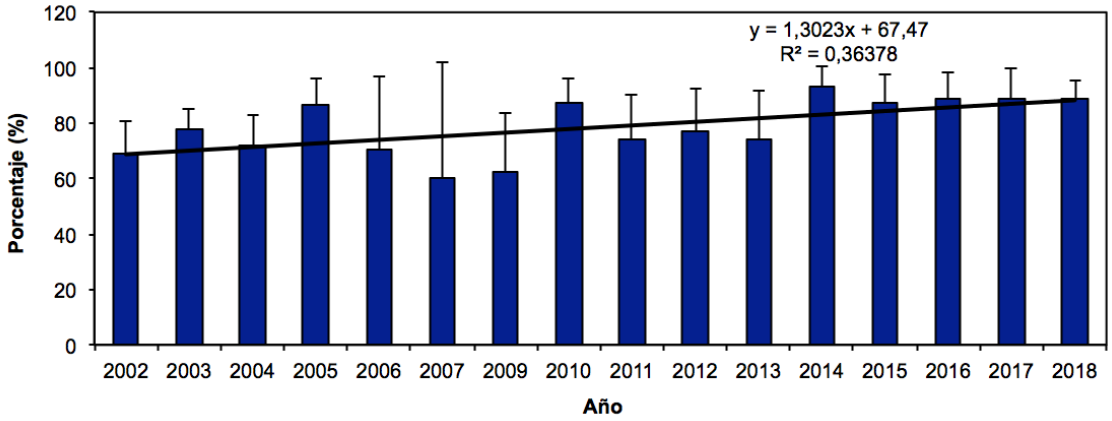


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	141627,09	141627,09	0,75	0,56	16,63*
Residuos	13	110709,10	8516,084			
Total	14	252336,19				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	108203,25	108203,25	0,76	0,58	19,70*
Residuos	14	76885,90	5491,85			
Total	15	185089,15				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	0,20	0,20	0,02	0,003	0,0037^{ns}
Residuos	13	699,56	53,81			
Total	14	699,77				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	566,42	566,42	0,60	0,36	7,76 *
Residuos	14	1018,67	72,76			
Total	15	1585,10				

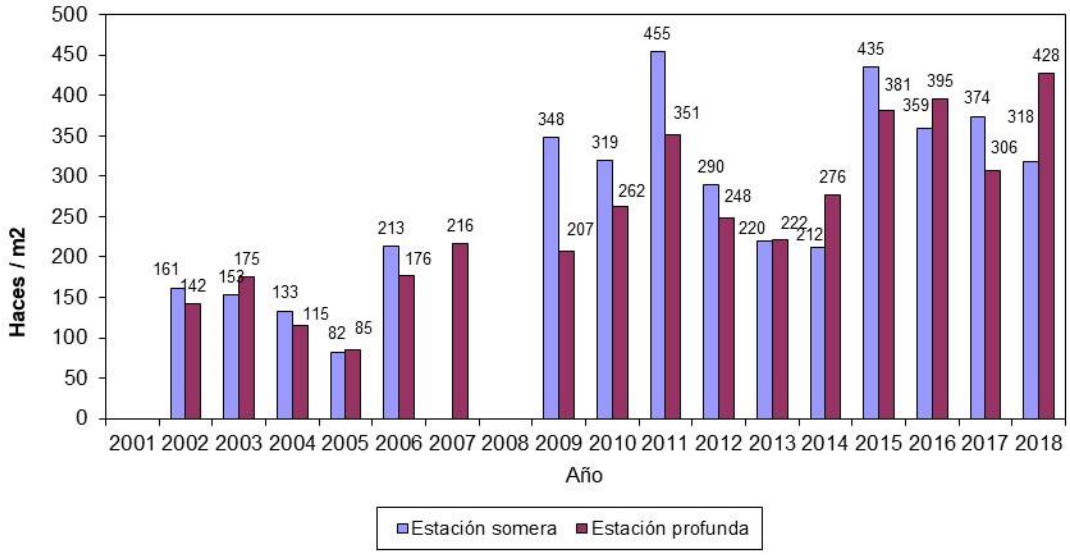


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Benidorm.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018:

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=9)	457,14±122	318
11 m (n=9)	480,56±77,02	428

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***
5 m (n=9)	69,6±20,53	12,56±9,40	15,76±16,93	2,08±2,30
11 m (n=9)	88,98±6,57	9,69±6,56	0,22±0,67	1,11±1,21

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interés	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

5. Resumen. Estación Benidorm 2018

Se muestrearon un total de 18 réplicas de densidad (9 en cada profundidad) y 18 de cobertura (9 en cada profundidad).

Los datos de densidad obtenidos durante los muestreos del año 2018 (457,14 haces / m^2) mostraron valores similares a los obtenidos en 2017 (463,25 haces / m^2) y superiores a los obtenidos en el 2016 (406,25 haces / m^2), lo que podría deberse a la variabilidad interanual natural de le especie y al muestreo aleatorio empleado (Figura 1). Analizando de forma global la serie de datos obtenida en el periodo 2002-2018, se observa una tendencia claramente positiva de los datos (Figura 1), corroborado de forma estadística, al haber diferencias significativas en el análisis de varianza realizado (Tabla1), lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto, hay relación lineal positiva, entre los años de muestreo realizados en la estación somera y los datos de densidad obtenidos. Por otra parte, en la estación profunda, la densidad, tuvo un valor notablemente superior (480 haces / m^2) a la del año 2017 (345 haces / m^2) y ligeramente superior al obtenido en el 2016 (463,25 haces / m^2). En el global de los muestreos realizados desde el año 2002 la gráfica (Figura 2) describe una clara tendencia positiva, estadísticamente corroborada (Tabla 2) en el análisis de varianza del modelo de regresión. Estos datos son coincidentes con los resultados obtenidos por Guillén *et al*., 2013, en muestreos realizados entre el 2002 y el 2011, donde también se obtuvieron tendencias de la densidad positivas y estadísticamente significativas.

La cobertura, o porcentaje de recubrimiento de *Posidonia oceanica*, en la estación somera fue del 69,6 %, inferior al 80 % del año 2017. Los fondos de la estación de muestreo también cuentan con la presencia de fondos de arena (12,56%),. rocas (15,76%) y mata muerta (2,08 %) (Figura 3). La estación profunda tuvo valores similares de cobertura (88,98%) a los obtenidos en el año 2017 (88,6 %) presentando fondos blandos formados por arenas (9,69%) con presencia ocasional de mata muerta (1,11%), siendo escasos los fondos de tipo rocoso en esta estación (0,22 %) (Figura 4).

El análisis de la tendencia de la cobertura de *P. oceanica* entre los años 2002 y 2018, nos muestra estabilidad en la estación somera (Figura 5), confirmado estadísticamente, por la no significación del modelo de regresión una vez aplicado el análisis de varianza (Tabla 3). Por lo que respecta a la estación profunda, se observa una tendencia positiva (Figura 6) suficientemente alta como para ser detectada estadísticamente (Tabla 4); por lo que hay una relación lineal entre los años de muestreo y la cobertura de *P. oceanica*.

El índice de densidad global tuvo valores inferiores en la estación somera a los del año 2017, debido a menores valores de cobertura contabilizados, debido a que, al no estar tomados los datos de cobertura exactamente en los mismos transectos, el mayor porcentaje de rocas detectadas en 2018 lo fue en detrimento del porcentaje de *P. oceanica*, lo cual no significa un empeoramiento de la cobertura de ésta sino una consecuencia del tipo de muestreo utilizado. Por el contrario en la estación profunda registró un aumento en la densidad global respecto al pasado año, debido a una mayor densidad de *P. oceanica* contabilizada. (Figura 5).

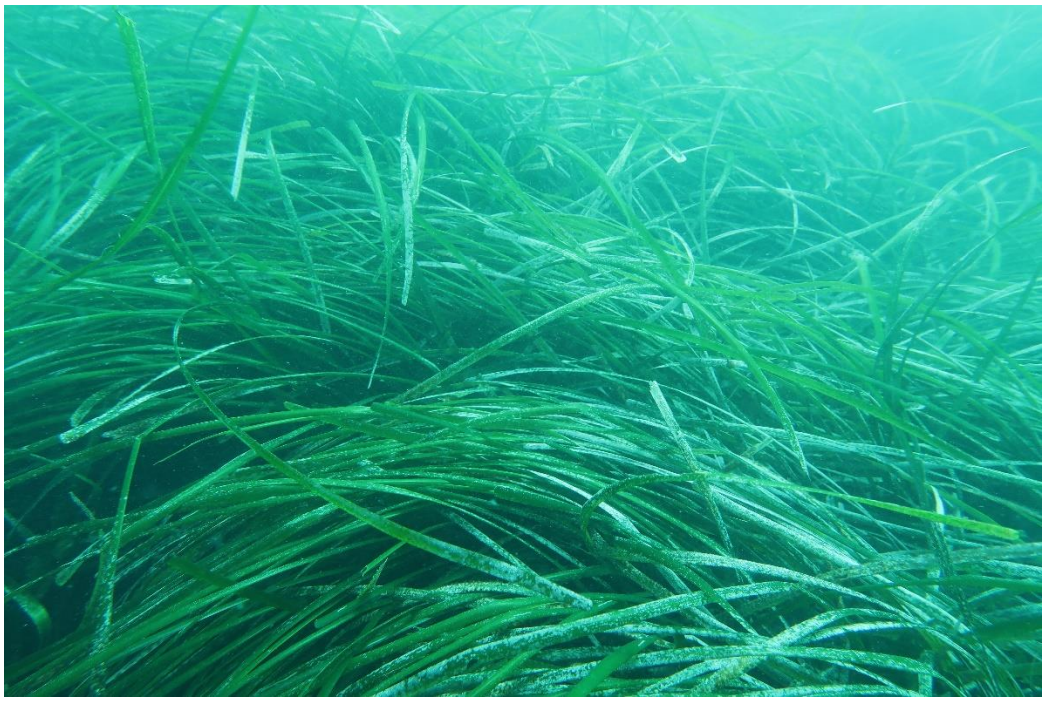
Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED de los últimos años, la pradera de *P. oceanica* de la estación de muestreo de Benidorm, se encuentra en un buen estado de conservación, con tendencia positiva en los datos de densidad y estables o positivos en los de cobertura. La ausencia de la especie *Pinna nobilis* en ambas estaciones fue debida al evento de mortalidad masiva producida por un protozoo de la especie *Haplosporidium pinnae (*Catanese *et al.,* 2018*)* acaecida en el Mediterráneo español desde finales del año 2016.

Durante los muestreos realizados en el año 2018 en la estación de Benidorm se detectó la presencia de la especie de alga invasora *Caulerpa cylindracea*, fundamentalmente sobre los bloques rocosos, mientras que en la estación profunda, se detectó sobre fondos de arena.

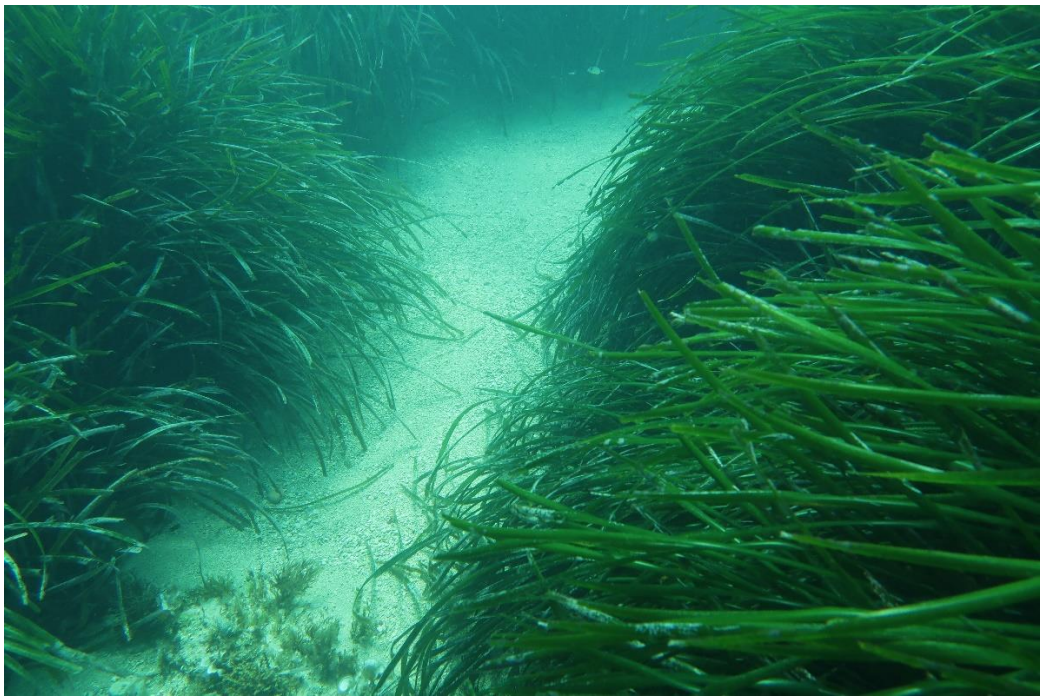
6. Anexo fotográfico. Estación Benidorm

Fotografía 1. Fondos rocosos presentes en el sustrato marino de la estación somera.

Fotografía 2. Buceador midiendo la cobertura de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera.



Fotografía 3. Pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda.

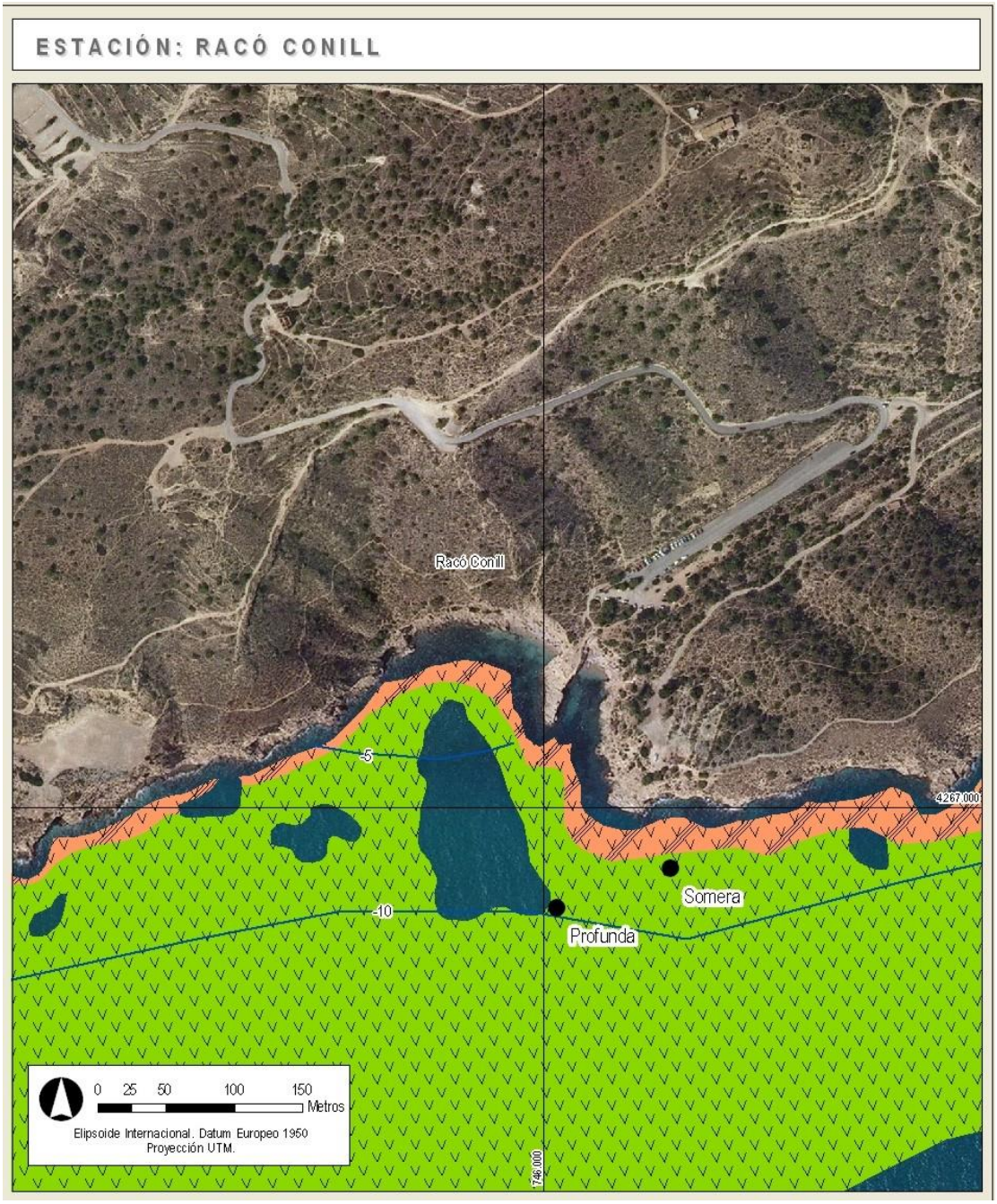


Fotografía 4. Fondos arenosos en la estación profunda.

3.5.5. Racó Conill.

Estación/municipio: RACÓ CONILL	Fecha: 31/07/2018
Coordenadas: (-5m): 30S 0746010 4266927 (-11 m): 30S 0746093 4266956	Profundidad: 5 y 11 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:



. PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 14
- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**

ALI-SUB (La Vila Joiosa). Responsable: Joaquín Martínez.

4.3. RESULTADOS:

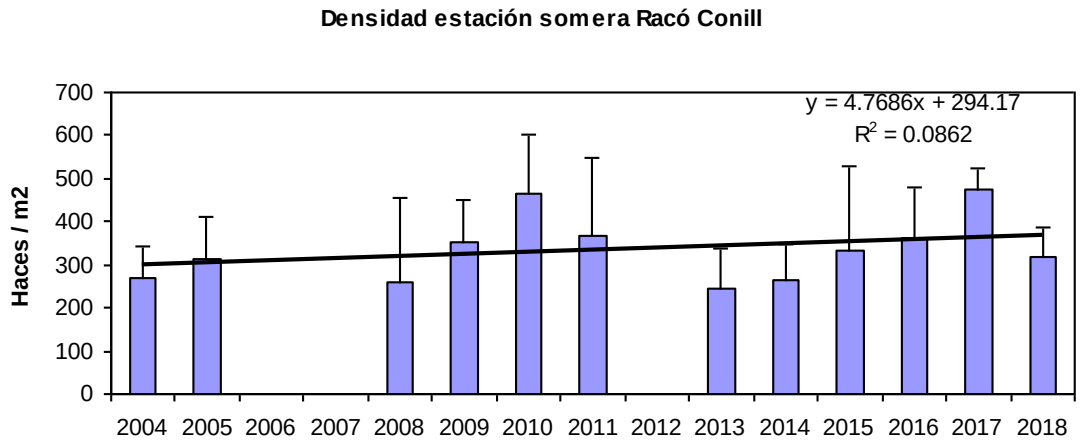


Figura 1. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2004 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

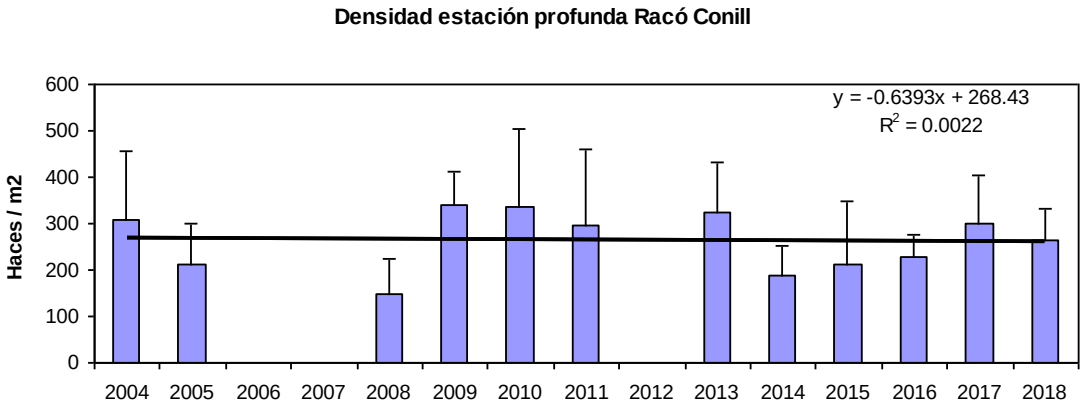


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2) en el período 2004 – 2018, en la estación profunda ubicada a 11 m de profundidad.

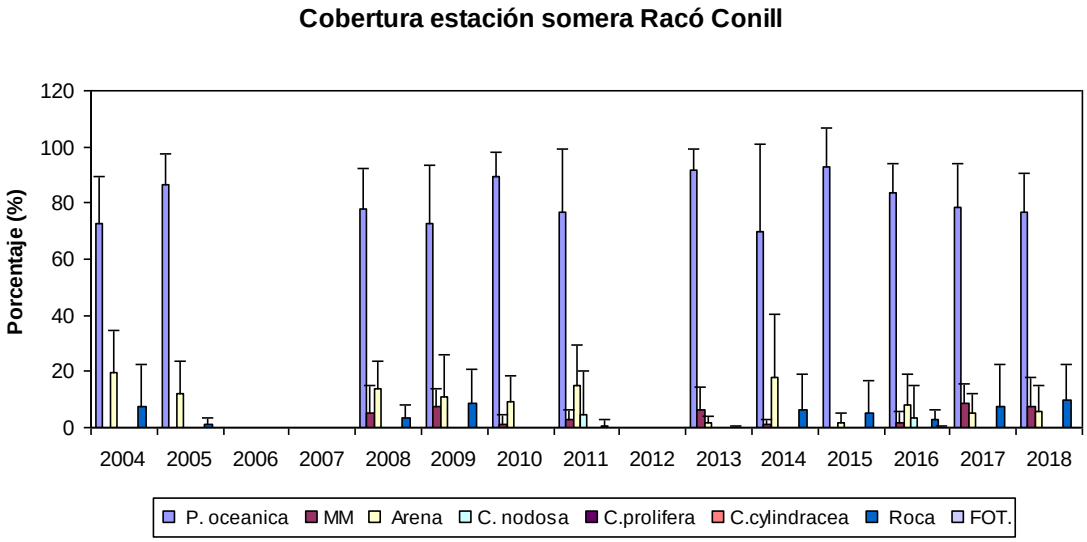


Figura 3. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2004 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

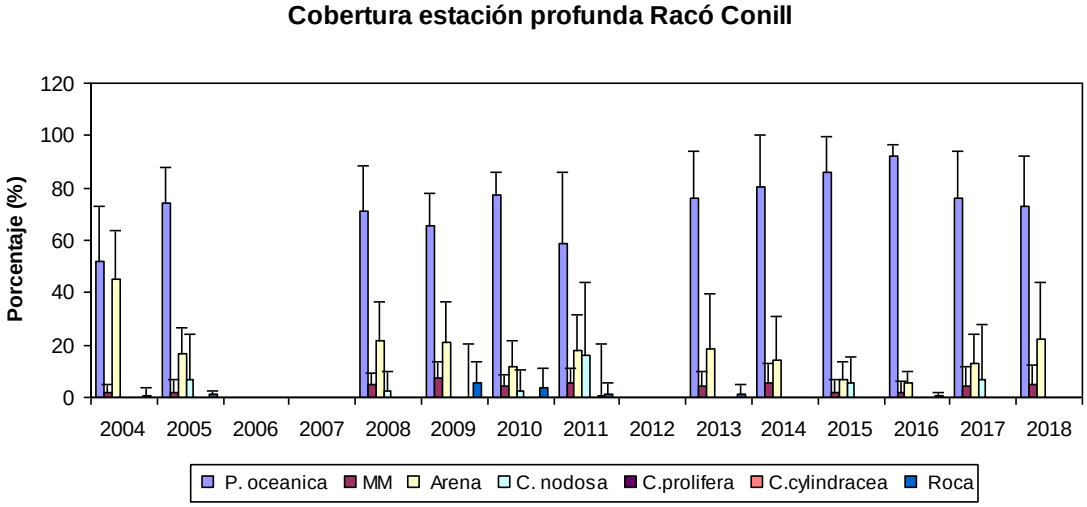


Figura 4. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2004 – 2018, en la estación somera ubicada a 11 m de profundidad.

Figura 3. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2004 – 2018, en la estación profunda ubicada a 11 m de profundidad.

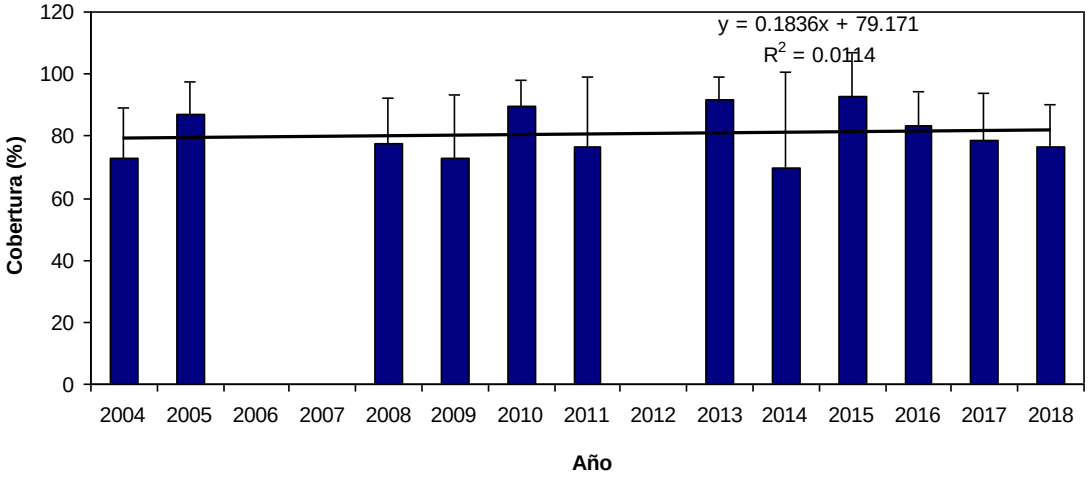


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2004-2018.

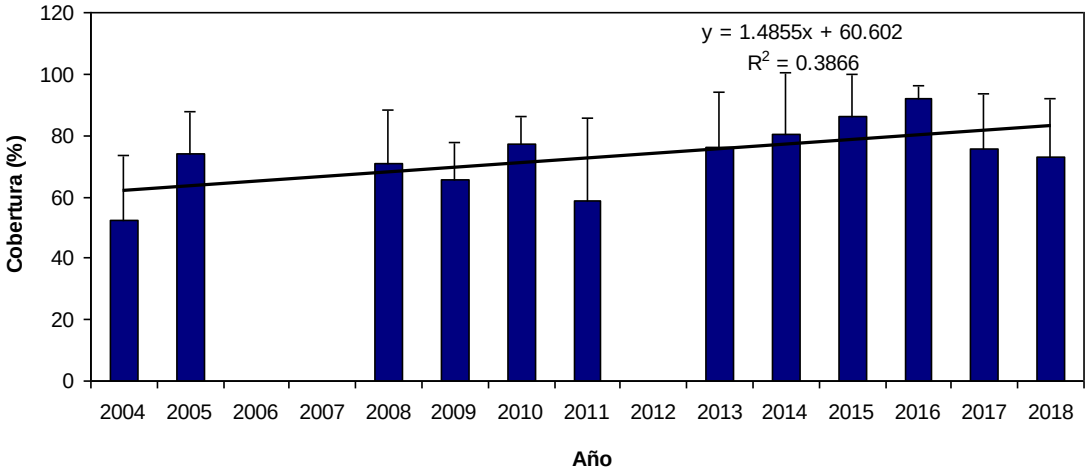


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2004-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	5290.68955	5290.68955	0.29355439	0.0861741	0.9430044^{ns}
Residuos	10	56104.6113	5610.46113			
Total	11	61395.3009				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	95.0939192	95.0939192	0.04660359	0.002171	0.02176^{ns}
Residuos	10	43688.756	4368.8756			
Total	11	43783.85				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	7.8419481	7.8419481	0.1069589	0.01144022	0.11572618^{ns}
Residuos	10	677.629574	67.7629574			
Total	11	685.471522				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	513.45955	513.45955	0.62177329	0.38660203	6.30262976*
Residuos	10	814.675095	81.4675095			
Total	11	1328.13465				

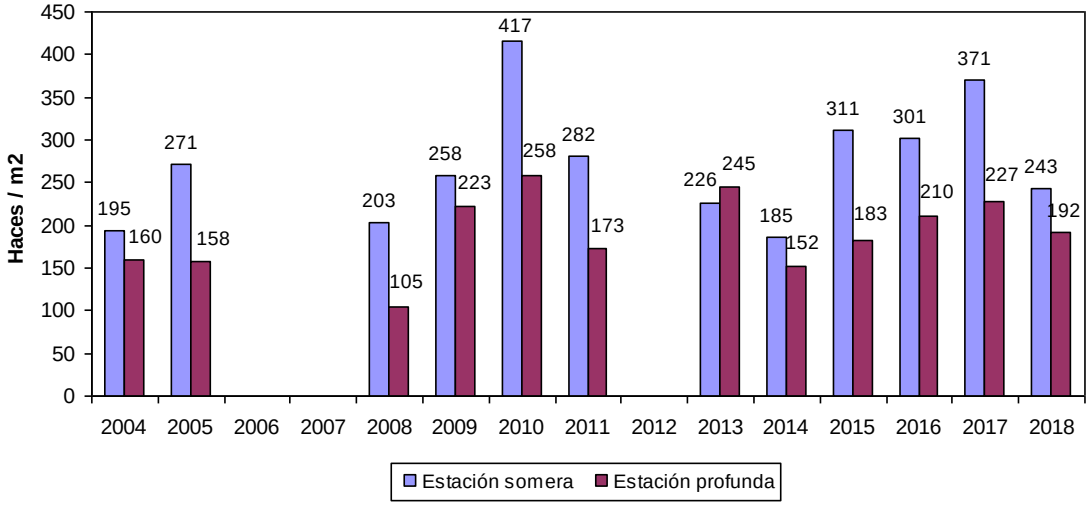


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Racó Conill.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018.

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=8)	317,41±71,055	243
11 m (n=8)	263,194±67,708	192

n = número de muestras

% Cobertura promedio					
Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***M. muerta***	***C. nodosa***
5m (n=9)	76,71±13,65	5,73±9,34	9,82±12,85	7,73±9,88	
11 m (n=8)	72,98±19,05	22±21,88		5,022±7,2	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea		X
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Racó Conill 2018.

Las inmersiones se realizaron con el centro de buceo AliSub de la Vila Joiosa. Participaron en las inmersiones 14 voluntarios. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-11 m). Se obtuvieron 16 muestras de densidad (8 a 5 m de profundidad; 8 a 11 m de profundidad) y 17 de cobertura (9 y 8 en cada profundidad, respectivamente).

Los valores promedio de densidad de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el año 2018 (317,41 haces/m^2) fueron inferiores a los del año 2017 (472,91 haces/m^2) y 2016 (360,93 haces/m^2) y cercanos a los de 2015 (334,89 haces/m^2). Analizando la serie histórica de datos, la tendencia que se observa es ligeramente positiva, sin embargo esta observación no fue lo suficientemente positiva como para ser confirmada estadísticamente (Tabla 1). Por lo que respecta a la estación profunda, los datos de densidad promedio del año 2018 (263,19 haces/m^2) fueron inferiores a los del año 2017 (299,37 haces/m^2) pero superiores a los de 2016 (228,125 haces/m^2). Desde un punto de vista global, la estación profunda tiene, aparentemente, una ligera tendencia negativa (Figura 2) aunque no suficiente como para ser detectada estadísticamente (Tabla 2), por lo que se puede afirmar que la densidad en el periodo 2004-2018 en la estación profunda se mantiene estable desde el año durante los últimos 12 años.

La cobertura en la estación somera fue del 76,71%, similar a los valores obtenidos en 2017 (78,37%) y ligeramente inferiores a los del 2016 (83,52%). El resto de componentes del fondo de la estación somera fueron en orden de importancia: roca (9,82%), mata muerta (7,73%) y arena (5,73%). En la estación profunda, la cobertura de *Posidonia oceanica* fue del 72,97 haces/m^2, valor similar al obtenido en el año 2017 (75,82%). En el caso de esta estación resalta la importancia de los fondos de arena, con un el 22 % de cobertura. Realizando un análisis de los datos entre los años 2004 y 2018, se observa para la estación somera, una situación estable (Figura 5), por lo que no fueron detectadas diferencias estadísticamente (Tabla 3) significativas. Por lo que respecta a la estación profunda, los datos describen una clara tendencia positiva (Figura 6) siendo estadísticamente significativa, y por lo tanto pudiendo concluir que existe de forma general mejora en la cobertura en el periodo de mediciones entre los años 2004-2018 (Tabla 4).

El índice de densidad global (Figura 7) de la estación somera, tuvo un valor (243) menor que en los años 2017 (371), 2016 (301) y 2015 (311), debido, fundamentalmente, a la disminución de la cobertura y la densidad en 2018 respecto a esos años. En la estación profunda nos encontramos un valor también más bajo (192) respecto a 2017

(227) y 2016 (210), debido a los menores valores de densidad obtenidos durante el último año.

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED de los últimos años (Guillén *et al*. 2013), la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestreo de Racó Conill, se encontraría en estado estable de conservación.

Al igual que en el año 2017, es destacable la no detección del alga invasora *Caulerpa cylindracea*, antes *Caulerpa racemosa,* en la estación de Racó Conill.

En el año 2018 no se ha detectado la presencia de nacra (*Pinna nobilis*) ni de nacra de roca (*P. rudis*). La ausencia de la primera se debe a la mortalidad masiva detectada a finales de 2016, provocada por el protozoo *Haplosporidium pinnae* que afecta de forma fulminante a los individuos de esta especie.

5. Anexo fotográfico. Estación Racó Conill 2018.

Fotografía 1. Medición de la cobertura sobre la cinta métrica.

Fotografía 2. Trabajos de toma de datos de *Posidonia oceanica* en Racó Conill.

Fotografía 3. Toma de datos de cobertura.

Fotografía 4. Buceadores voluntarios en la estación de Racó Conill 2018.

3.5.6. Cabo Huertas.

Estación / municipio: CABO HUERTAS / ALICANTE	Fecha: 5 julio 2018
Posición GPS: 30S 0727656 4248614 (-12 m) 30S 727166 4248563 (-5 m)	Profundidad: 5 y 12 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD: 6**

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Policía Local de Alicante.

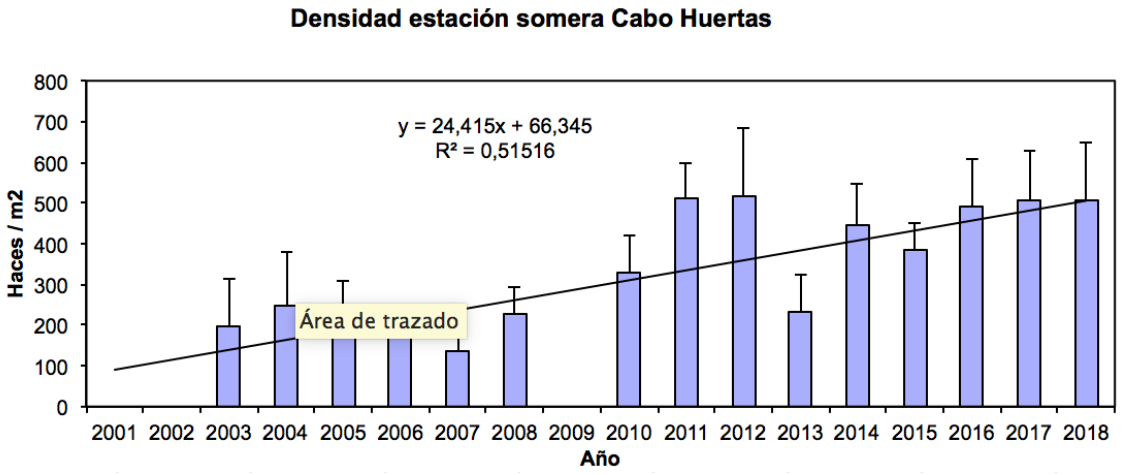


Figura 1: Promedio y línea de tendencia de la densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2003 -2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

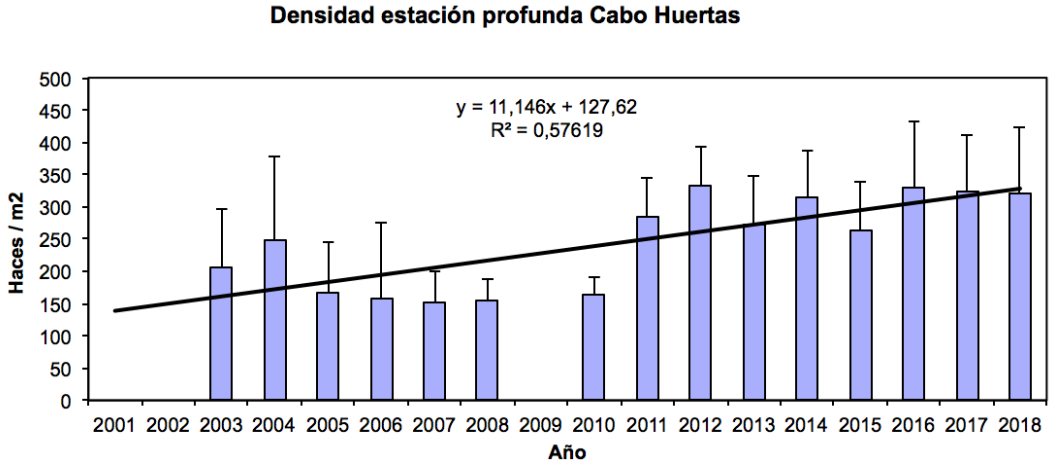


Figura 2: *Promedio y línea de tendencia de la densidad de pradera de Posidonia oceanica (en haces/m^2) en el período 2003 - 2018,* en la estación profunda ubicada a 12 m de profundidad. *R^2 = coeficiente de determinación.*

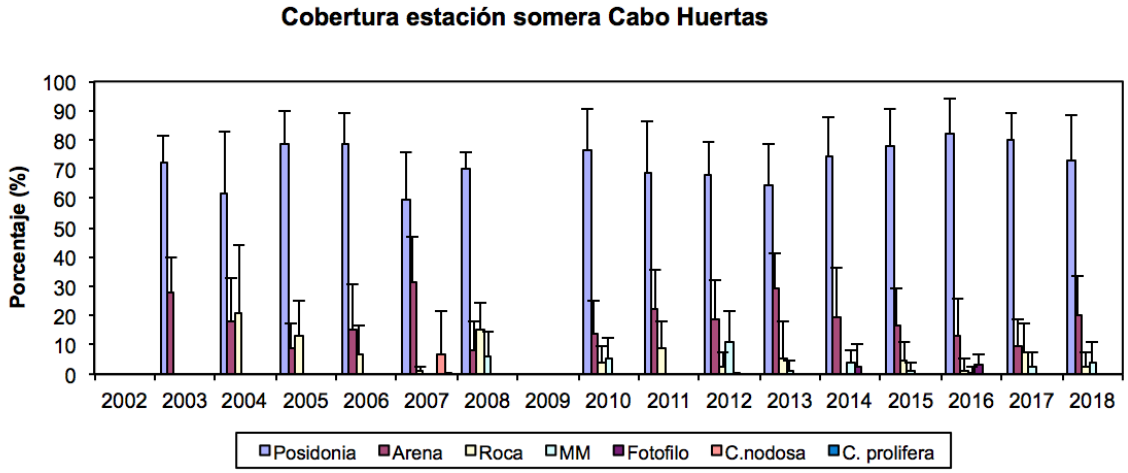


Figura 3: Promedio de cobertura de pradera de Posidonia oceanica (en %) en el período 2003 - 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

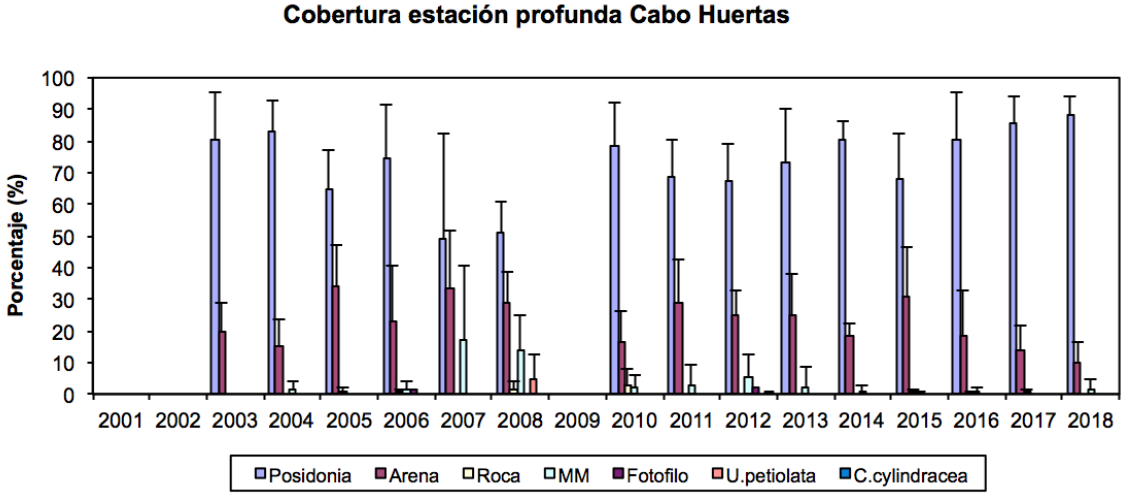


Figura 4: Promedio de cobertura de pradera de Posidonia oceanica *(en %) en el período 2003 -2018, en la estación profunda ubicada a 12 m de profundidad*.

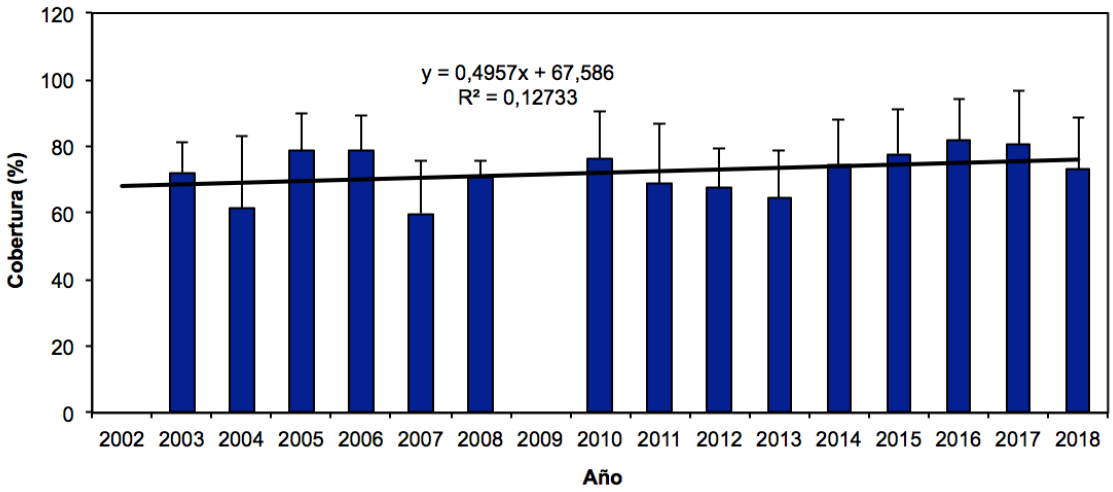


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2003-2018.

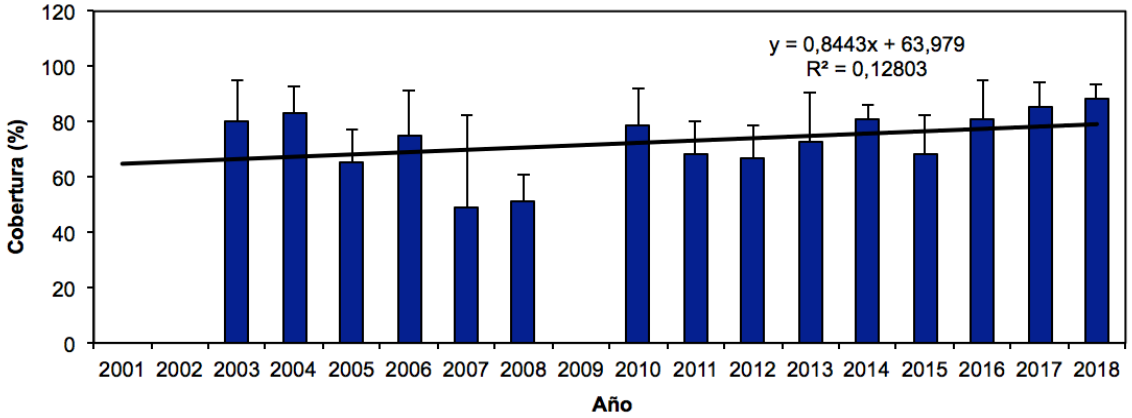


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SM*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	179511,05	179511,05	0,80	0, 64	22,70*
Residuos	13	102822,85	7909,45			
Total	14	282333,90				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	41944,29	41944,29	0.76	0.58	17,67*
Residuos	13	30851,10	2373,16			
Total	14	72795,39				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	119,82	119,82	0.40	0.16	$2,43^{ns}$
Residuos	13	641,83	49,37			
Total	14	761,65				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	240,66	240,66	0,36	0,13	$1,91^{ns}$
Residuos	13	1639,016	126,08			
Total	14	1879,67				

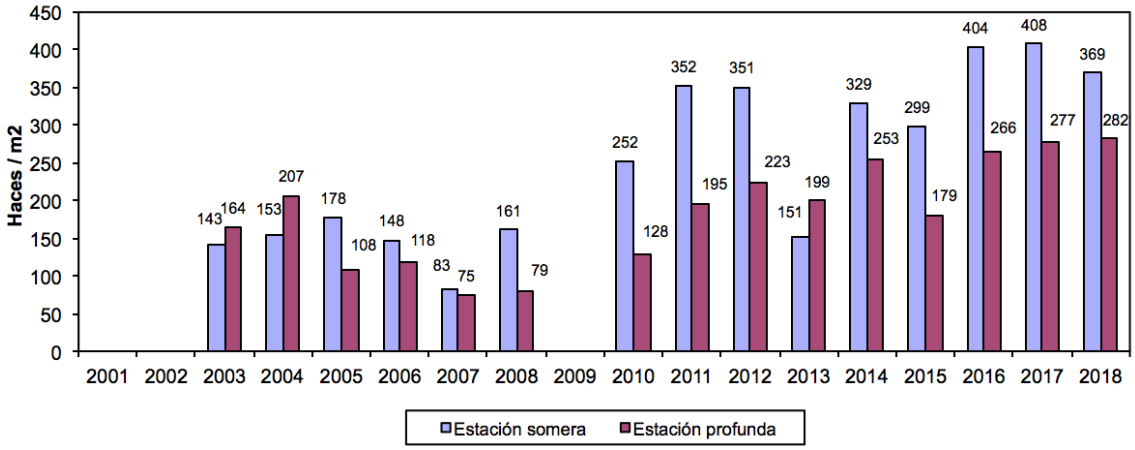


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Cabo Huertas.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=9)	506,25±141,92	369
12 m (n=9)	324.30± 85.72	282

n = número de muestras

% Cobertura promedio					
Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***Fotófilo***
5 m (n=9)	72,98±15,60	20±13,38	2,84±4,72	4,17±7,10	
12 m (n=9)	88,27±5,59	10,04±6,18		1,69±2,72	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea		X
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

5. Resumen. Estación Cabo Huertas 2018.

Las inmersiones se realizaron gracias a la colaboración de la Policía Local de Alicante, que aportó tanto la embarcación como la tripulación de ésta. Participaron en las inmersiones 6 voluntarios que muestrearon dos estaciones a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-12 m). Se obtuvieron 18 muestras de densidad (9 a 5 m de profundidad y otras 9 a 12 m de profundidad) y 12 de cobertura (9 en cada profundidad).

El valor promedio de densidad de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el año 2018 (506,25 haces / m^2) fue similar al obtenido en el año 2017 (508 haces / m^2) y superior a los datos del 2016 (493,75 haces / m^2). Analizando la serie de datos totales obtenidos desde el año 2003, se puede observar que la tendencia de la pradera de *P. oceanica* de Cabo Huertas es positiva (Figura 1). La pendiente resultante fue contrastada estadísticamente, siendo significativa (Tabla 1) por lo que nos estaría describiendo una relación lineal positiva entre los años de muestreo y los datos de densidad obtenidos. Debe resaltarse la importancia que un largo periodo de muestreo tiene para obtener series de datos más fiables, ya que si no se analizan de forma global, los datos obtenidos de forma puntual pueden ser distintos de la verdadera la tendencia general, siendo la causa de esta variabilidad de los datos, tanto la naturaleza de las praderas y como el tipo de muestreo realizado (aleatorio dentro de la zona de la misma zona de *P. oceanica*).

Por lo que respecta a la densidad obtenida en la estación profunda, los datos promedio del año 2018 (319 haces / m^2) fueron ligeramente inferiores a los obtenidos en 2017 (324,30 haces / m^2) y a los del año 2015 (329,16 haces / m^2). La tendencia general de los datos desde el año 2003 nos muestra que la densidad de la pradera en la estación profunda, tiene una tendencia claramente positiva (Figura 2) y estadísticamente se trata de una relación lineal, aumentando la densidad a lo largo de los años muestreados (Tabla 2), variando respecto a los datos obtenidos por Guillén *et al*., 2013, en los que se detectó estabilidad o una ligera tendencia negativa, pero con siete años menos muestreados, mientras que en el presente trabajo los muestreos tienen siete años más.

La cobertura de *P. oceanica* en la estación somera fue del 72,98 %, ligeramente inferior a la obtenida en años anteriores. Los fondos además, tuvieron altos porcentajes de arena (20%) y zonas rocosas, recubiertas de algas fotófilas, en forma de plataformas perpendiculares a la línea de costa (2,84 %), en ocasiones también se detectó la presencia de zonas con mata muerta (4,17%). La tendencia de la cobertura de la estación somera muestra, en el global de años muestreados cierta tendencia positiva, aunque no sufiente como para detectarse estadísticamente, no describiendo ningún tipo de relación lineal positiva o negativa (Figura 5), por lo tanto estabilidad. (Tabla 3). En la estación profunda, la cobertura de *Posidonia oceanica* fue del 88,27%. Los fondos de este punto de muestreo están constituidos, además, por fondos de arena (10,04%) sobre los que se desarrolla la pradera, con ninguna presencia de bloques o zonas rocosas y con apariciones puntuales de mata muerta (1,69 %). Analizando los datos desde el año 2003, se observa que, con las variaciones inherentes al método de muestreo y a los años muestreados, la cobertura tiene una tendencia ligeramente positiva, aunque, al igual que ocurría con la estación somera, (Figura 6) no existe una relación lineal entre los años de muestreo y los datos de cobertura obtenidos (Tabla 4)

Los valores del índice de densidad global en la estación somera fueron inferiores respecto al menor valor de cobertura obtenido, mientras que en la estación profunda los valores fueron los más altos desde 2001, debido fundamentalmente a los mayores valores de cobertura obtenidos (Figura 7).

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED de los últimos años, la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestreo de Cabo Huertas, se encuentra en un estado de conservación positivo. Los valores de densidad reflejaron una tendencia positiva y los de cobertura, estabilidad a lo largo de los años muestreados. A diferencia de años anteriores no se detectaron ejemplares vivos de la especie *Pinna nobilis*, indicador de un buen estado de conservación de la zona. La causa fue la mortandad masiva detectada desde septiembre de 2016, debida a un protozoo parásito del género *Haplosporidium pinnae (*Catanese *et al.,* 2018), que ha afectado, hasta la fecha, a toda la costa mediterránea.

Se detectó el alga invasora *Caulerpa cylindracea* en la estación somera de muestreo.

6. Anexo fotográfico. Estación Cabo Huertas 2018.

Foto 1. *Posidonia oceanica* en la estación de Cabo Huertas**.**

Foto 2. Embarcación de la Policía Local de Alicante utilizada en la inmersión en la estación de Cabo Huertas.

Foto 3. Buceador tomando datos de densidad en la estación de Cabo Huertas.

Fotografía 4. Grupo de voluntarios 2018 junto a la Policía Local en la estación Cabo de Huertas.

3.5.7. Cala La Mina.

Estación/municipio: CALA LA MINA	Fecha: 4/07/2018
Coordenadas: (-5 m): 30S 0756875 4272975 (-9 m): 30S 07568554272919	Profundidad: 5 y 9 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 4

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Instituto de Ecología Litoral.

RESULTADOS:

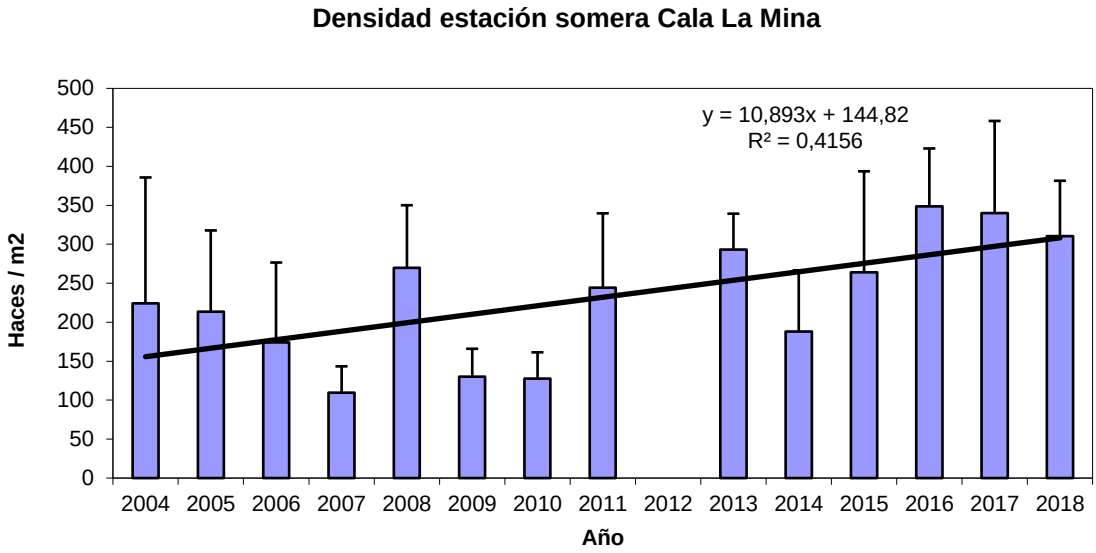


Figura 1: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2004 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

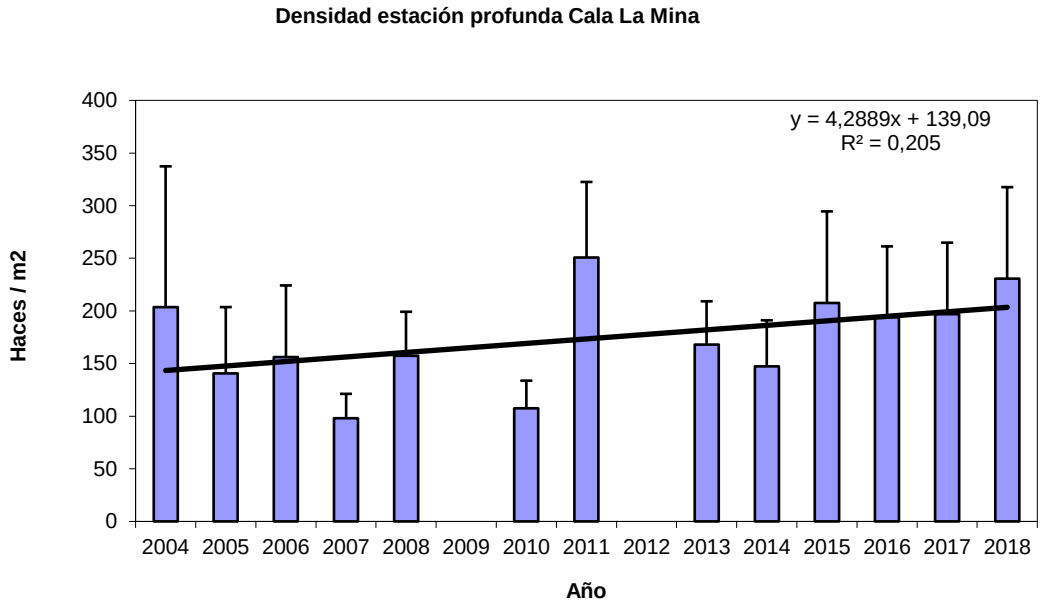


Figura 2 Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2004 – 2018, en la estación profunda ubicada a 9 m de profundidad.

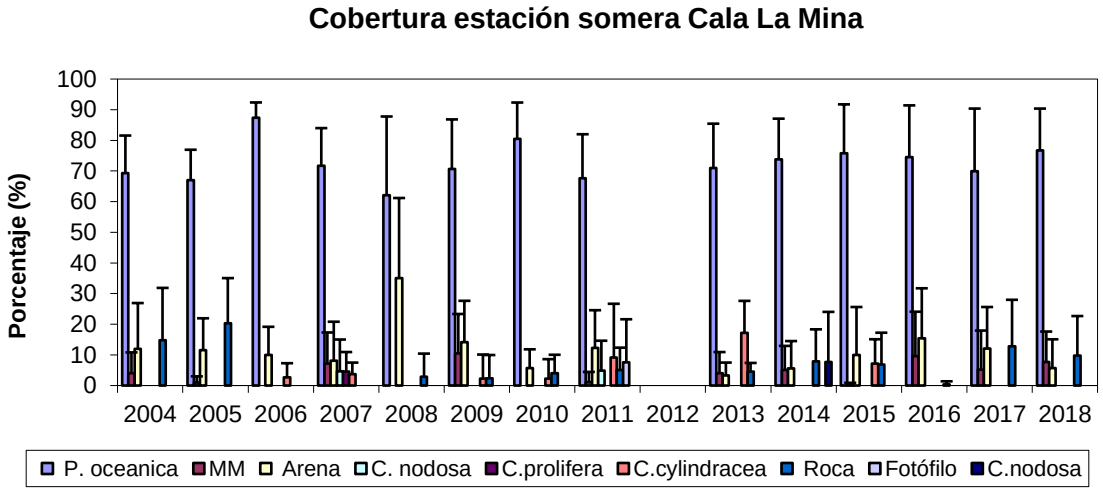


Figura 3: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2004 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

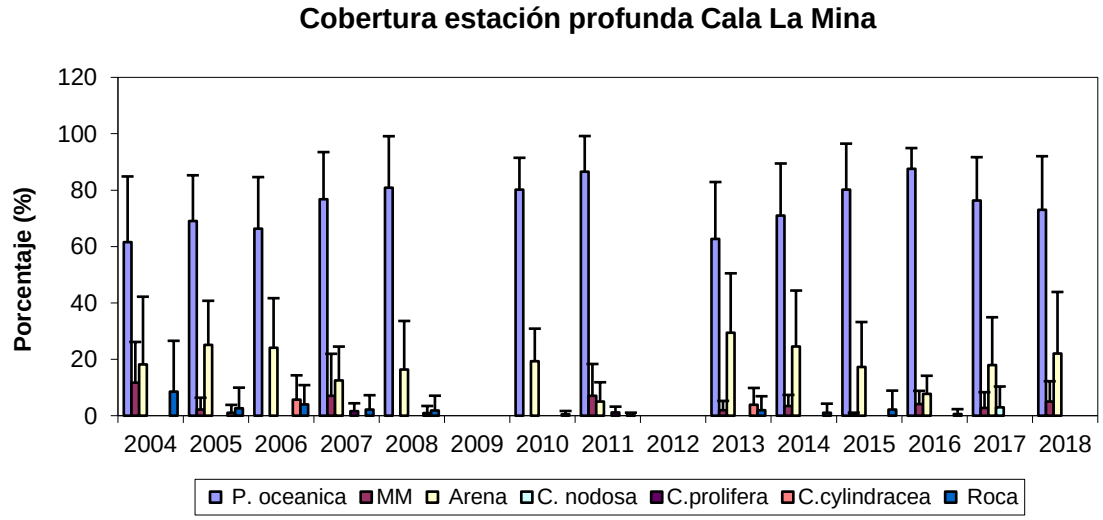


Figura 4: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2004 – 2018, en la estación somera ubicada a 9 m de profundidad.

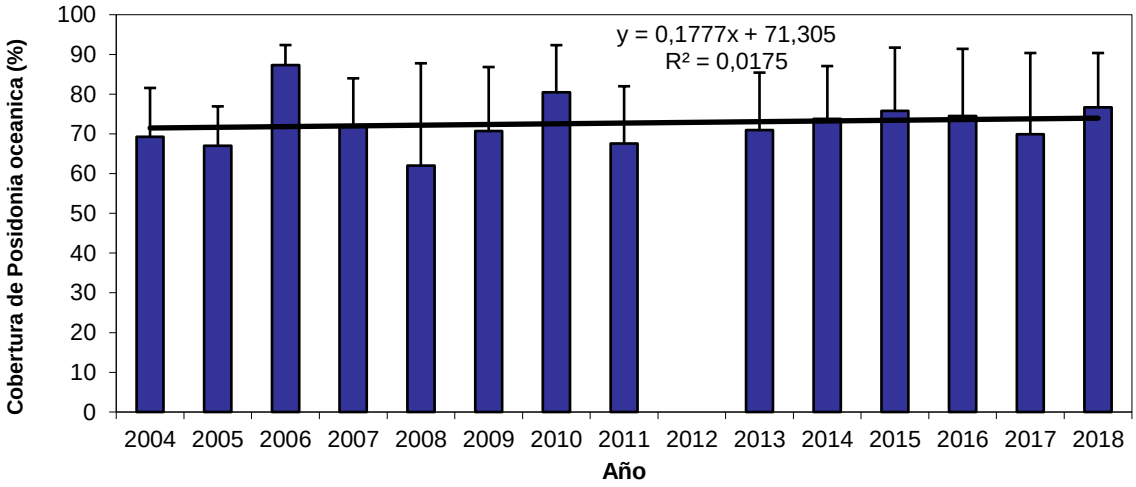


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2004-2018.

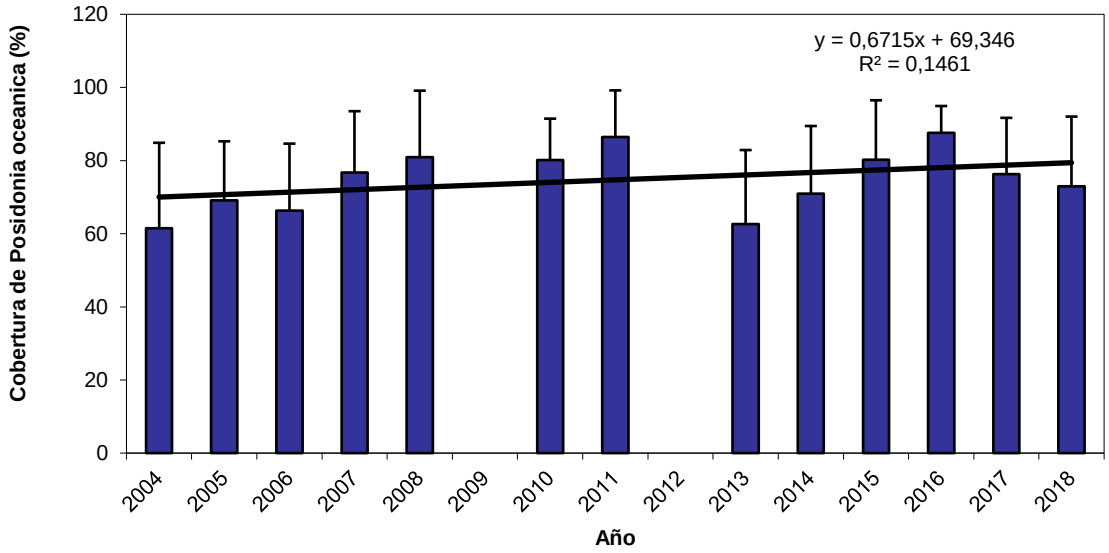


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2004-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r =

coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SM*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	33098,76	33098,76	0,64	0,42	8,53*
Residuos	12	46536,20	3878,016			
Total	13	79634,95				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	5055,88	5055,88	0,45	0,20	2,84ns
Residuos	11	19615,18	1783,20			
Total	12	24671,06				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	24,51	24,51	0,20	0,04	0,50ns
Residuos	12	591,50	49,29			
Total	13	616,01				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	123,98	123,98	0,38	0,15	1,88ns
Residuos	11	724,55	65,87			
Total	12	848,53				

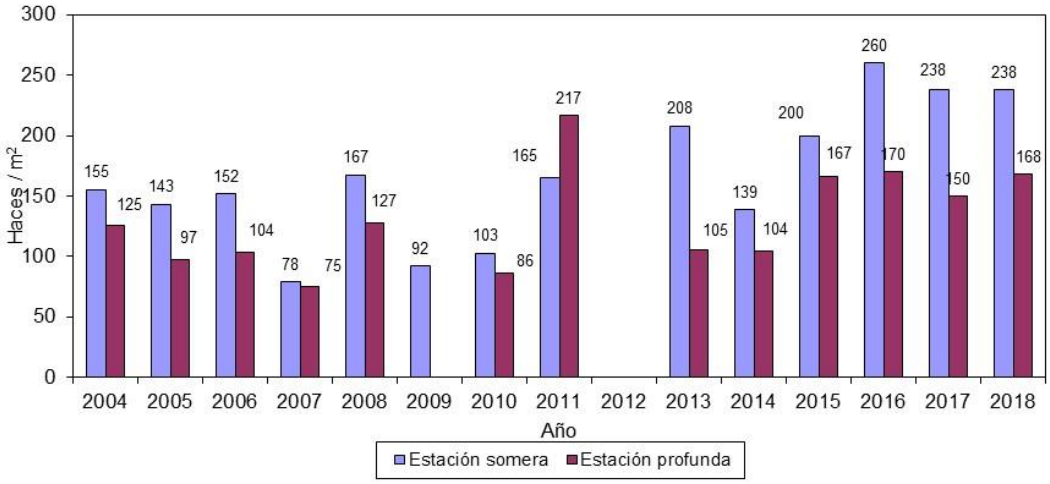


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Cala Mina.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018:

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=6)	310,41±71,06	463
9 m (n=9)	230,56±87,02	386

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***C.nodosa***
5 m (n=6)	76,71±13,65	5,73±9,35	9,82±12,85	7,73±9,89	
9 m (n=6)	72,98±19,05	22,00±21,89		5,02±7,20	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interés	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Cala Mina 2018.

Las inmersiones se realizaron con voluntarios y personal del Instituto de Ecología Litoral, contando con la colaboración del

parque natural de Serra Gelada que aportó la embarcación y su tripulación.
Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-10 m). Se obtuvieron un total de 18 muestras de densidad (9 en la somera y 9 en la profunda) y otras 18 de cobertura (9 en ambas profundidades).

La densidad en la estación somera (310,41 haces / m^2) presentó valores algo inferiores en promedio respecto al dato tomado en el 2017 (339,84 haces / m^2). Analizando de forma global la serie de datos obtenida en el periodo 2004-2018, se observa una tendencia positiva de los datos (Figura 1), siendo lo suficientemente importante como para poder ser detectada estadísticamente (Tabla1) y por lo tanto, pudiéndose afirmar que existe una relación lineal positiva, entre los años de muestreo y los datos de densidad registrados en la estación somera. En la estación profunda los valores de densidad (230,56 haces / m^2) fueron superiores a los obtenidos en el año anterior (196,87 haces / m^2) y a 216 (194,2 haces / m^2) (Figura 2). Respecto a la evolución de la densidad en el periodo 2004-18, la tendencia general es estable, ya que, a pesar de apreciarse en la gráfica cierta tendencia positiva, esta no fue suficiente como para (Figura 2) que exista una relación lineal positiva, ya que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 2).

Los valores promedio de cobertura de *P. oceanica* para la estación somera (76,71%), fueron superiores a los del año 2017 (69,93%) y 2016 (74,53%) (Figura 3). El resto de tipos de fondo presentes en la estación estuvo compuesto por zonas de arena (5,73%), roca (9,82%) y mata muerta (7,73%). Es importante resaltar el valor del porcentaje de mata muerta, el cual fue de un 7,72%, valor mantenido a lo largo de los tres últimos años. En muchas de las zonas con mata muerta se detectó la presencia del alga invasora *Caulerpa cylindracea* (antes *Caulerpa racemosa*) que aprovecha esta circunstancia para ampliar su propagación. En la estación profunda los valores de cobertura del año 2018 (72,98%) fueron ligeramente menores a los del 2017 (76,33%). La estación profunda, además de las praderas de *Posidonia oceanica*, está formada fundamentalmente por fondos de arena (22%) que aumentan su importancia conforme aumenta la profundidad, desapareciendo la pradera alrededor de los 12 m. Es también destacable, al igual que en la estación somera, el aumento de mata muerta (5,02%) respecto al 2017 (2,73%). Se detectó la presencia del alga *Caulerpa cylindracea* en esta estación, aunque su presencia no fue tan elevada como en la estación somera.

El análisis de la tendencia de la cobertura de *Posidonia oceanica* entre los años 2002 y 2018, nos muestra, para la estación somera, estabilidad en todo el periodo de tiempo (Figura 5), que fue

comprobada estadísticamente al no detectarse diferencias significativas en el modelo (Tabla 3), no habiendo, en consecuencia, una relación lineal, y por lo tanto, estabilidad en la serie de datos. En la estación profunda se aprecia en la gráfica una ligera tendencia positiva (Figura 6), pero no lo suficiente como para encontrar diferencias significativas en el análisis estadístico (Tabla 4), por lo que no hay relación lineal entre la variables dependiente (cobertura) y la dependiente (año de muestreo), y por lo tanto, la situación sería de estabilidad.

El índice de densidad global para la estación somera (238 haces / m^2) fue igual al obtenido en los muestreos de 2017 (Figura 7). Este resultado fue consecuencia de que se trata de un índice en el que incluye a la densidad y a la cobertura, así en el año 2017 el valor estuvo más influenciado por el alto valor de densidad mientras que en 2018 el menor valor de densidad se vio compensado por un aumento del valor promedio de cobertura. En la estación profunda, el valor obtenido (168 haces / m^2) fue superior al de 2017 (238 haces / m^2) aunque muy similar al de años anteriores (Figura 7). El aumento del índice de densidad global fue debido a los mayores valores de densidad obtenidos, ya que la cobertura fue ligeramente inferior a la del año 2017.

En resumen, se puede afirmar que, la estación de Cala de La Mina, presenta en el año 2018, resultados similares a los obtenidos durante las campañas del año 2017, aunque el estado sigue alejado de una pradera en buen estado de conservación, particularmente en la estación profunda. Es destacable el ligero aumento del porcentaje de mata muerta observado en la estación somera, ya que, a pesar de la obligatoriedad de fondear en los fondeos fijos disponibles, se ha observado el fondeo de embarcaciones en la zona. Por el contrario en esta estación los valores de densidad presentaron una tendencia ligeramente positiva, mientras que los de cobertura fueron estables. En la estación profunda, la densidad ha sido estable con cierta tendencia positiva durante los últimos años, mientras que la cobertura se ha mantenido estable, aunque presentó problemas de descalzamiento de los rizomas.

No se detectaron ejemplares vivos de la especie *Pinna nobilis*. La causa fue la mortandad masiva detectada desde septiembre de 2016, debida a un protozoo parásito de la especie *Haplosporidium pinnae (**Catanese *et al.,* 2018), que ha afectado, hasta la fecha, a toda la costa mediterránea española. En los muestreos realizados en el año 2018, al igual que en los anteriores, se detectó la presencia de la especie de alga invasora *Caulerpa cylindracea*.

* Catanese, G., Grau, A., Valencia, J. M., Garcia-March, J. R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018). Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of invertebrate pathology*, *157*, 9-24.

Anexo fotográfico. Estación Cala Mina 2018.

Fotografía 1. Zona mixta de arena y pradera de P.oceanica.

Fotografía 2. Buceador tomando datos de cobertura.

Fotografía 3. Barco del parque natural de Serra Gelada utilizado durante las inmersiones.

Fotografía 4. Voluntarios que participaron en las inmersiones y guardas del parque natural de Serra Gelada.

3.5.8. Calpe.

Estación / municipio: CALPE	Fecha: 21/07/2018
Posición GPS: 31S 0245108 4280417 (-9 m) 31S 0245136 4280416 (-5 m)	Profundidad: 5 y 9 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD: 8**

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Exmo. Ayuntamiento de Calp
  Real Club Náutico de Calp.

RESULTADOS:

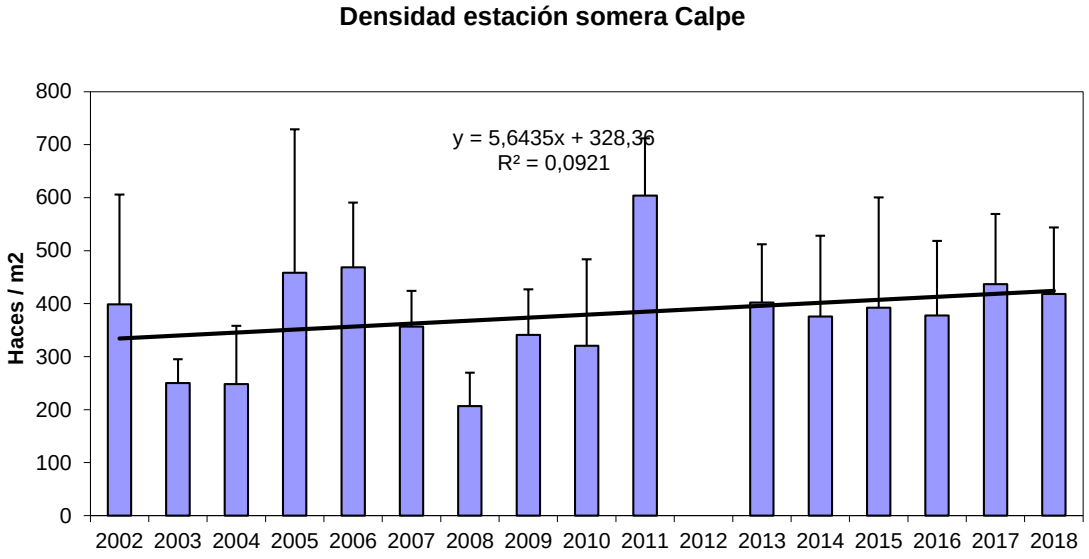


Figura 1: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

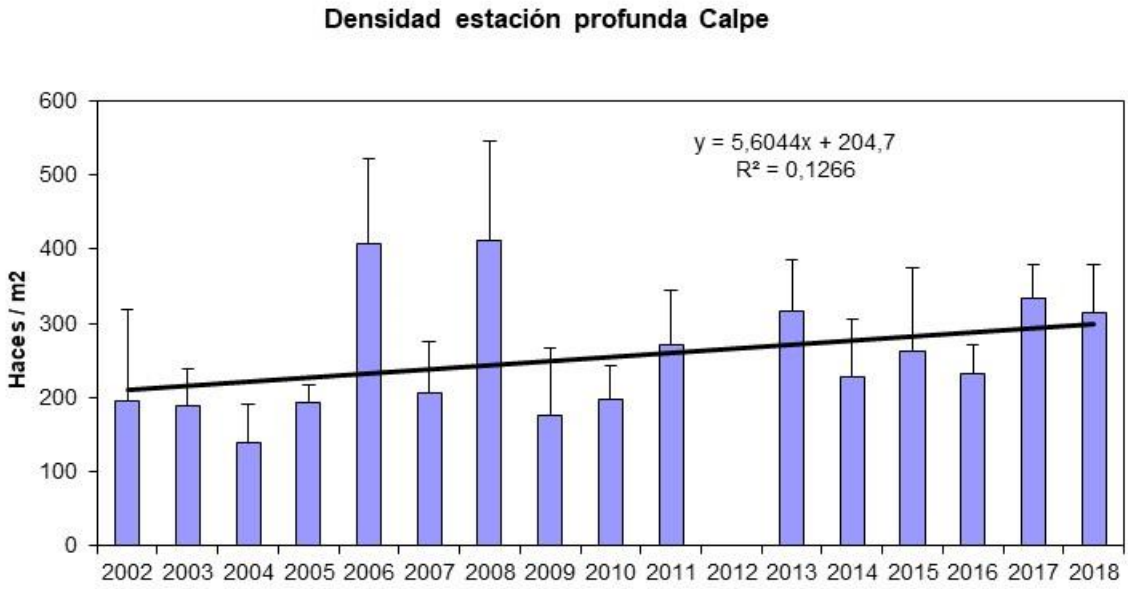


Figura 2: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 9 m de profundidad. *R^2 = coeficiente de determinación.*

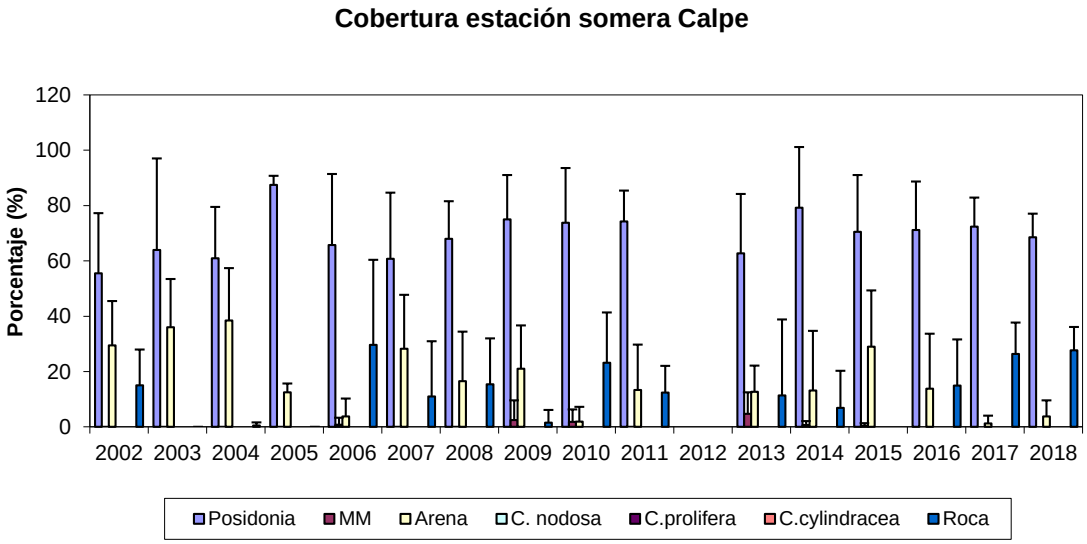


Figura 3: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

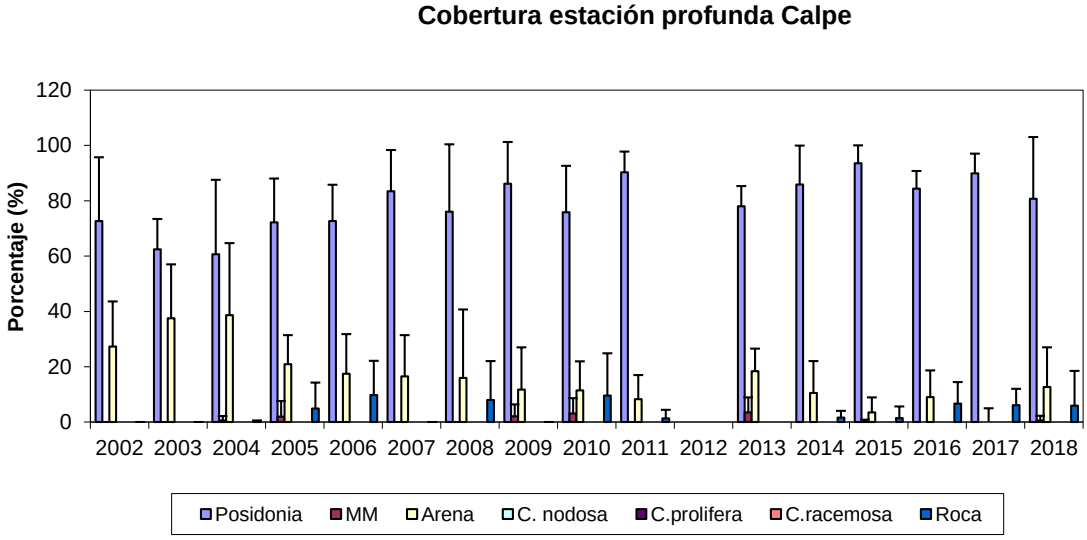


Figura 4: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 9 m de profundidad.

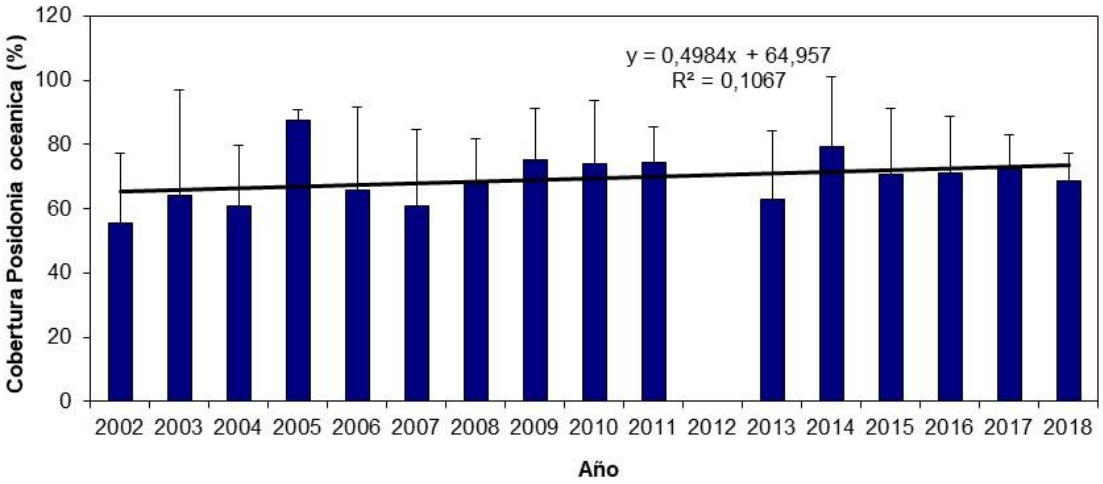


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2002-2018.

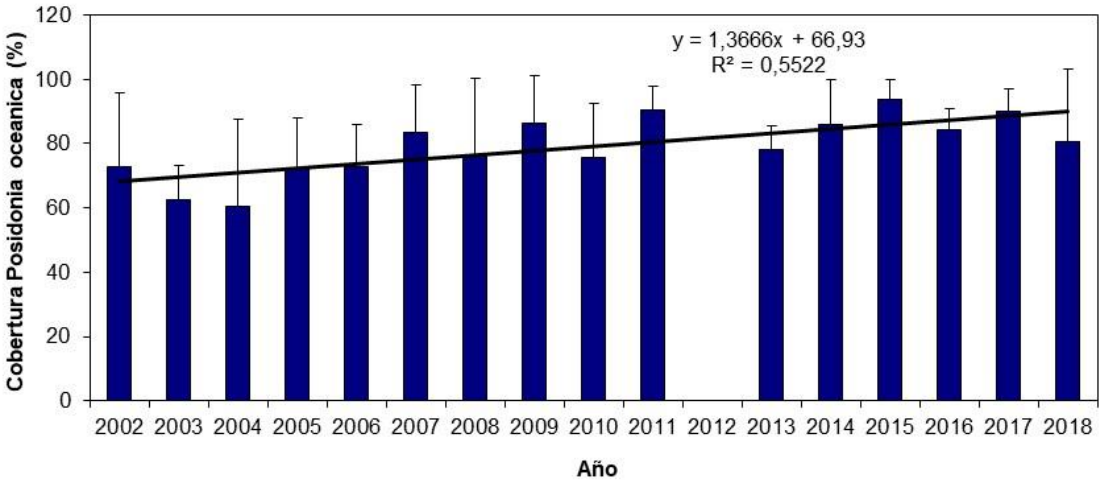


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SM*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	12859,2605	12859,2605	0,304	0,092	1,4207^{ns}
Residuos	14	126711,52	9050,82287			
Total	15	139570,781				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	12681,6054	12681,6054	0,356	0,127	2,0285^{ns}
Residuos	14	87522,414	6251,601			
Total	15	100204,019				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	100,293768	100,293768	0,33	0,11	1,6720^{ns}
Residuos	14	839,730526	59,9807519			
Total	15	940,024294				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	754,034066	754,034066	0,74	0,55	17,2639*
Residuos	14	611,476604	43,6769003			
Total	15	1365,51067				

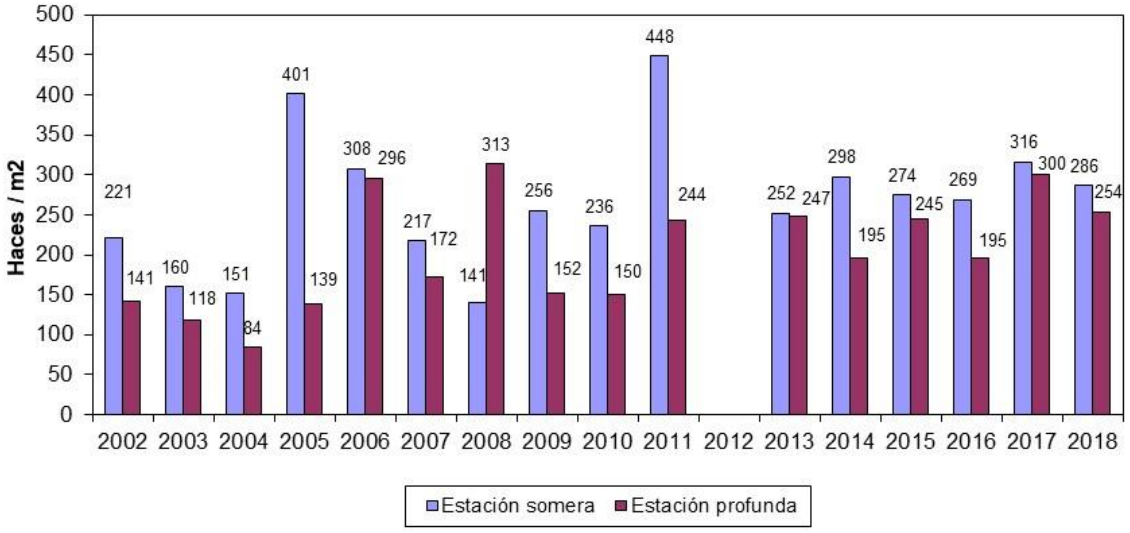


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Calpe

4.4. DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=9)	418,05±125,56	286
9 m (n=9)	314,58±64,06	254

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***
5 m (n=9)	68,51±8,59	3,77±5,87	27,71±8,4	
9 m (n=9)	80,71±22,29	12,75±14,32	5,97±12,48	0,57±1,73

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Calpe 2018.

Las inmersiones se realizaron con la colaboración de personal perteneciente al Auntamiento de Calp y una embarcación cedida por el R.C.N. de Calp. Participaron en las inmersiones 7 voluntarios. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-9 m). Se obtuvieron 18 muestras de densidad (9 a 5 m de profundidad; 9 a 9 m de profundidad) y 18 de cobertura (9 en cada profundidad).

El valor promedio de densidad de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el año 2018 fue de 418 haces/ m^2 ligeramente inferior a los 436,8 haces / m^2 del año 2017 y superior a los 377,77 haces / m^2 del año 2016 (Figura 1). Por lo que respecta a los datos obtenidos en la estación profunda, la densidad promedio del año 2018 fue de 314,6 haces / m2, también ligeramente inferior a los 344 haces / m^2 del año 2017, pero superior a los 231,11 haces / m^2 de 2016 y 261,80 haces / m^2 del año 2015. (Figura 2). El análisis de la serie histórica de los datos de densidad, indica el buen estado de conservación de ambas praderas, tanto somera como profunda, con tendencia positiva en ambas profundidades (Guillén *et al*., 2013) aunque esta tendencia positiva es bastante clara en las gráficas,

todavía no fue lo suficiente como para que el modelo de regresión se ajuste a una relación lineal entre las variables X e Y, no detectando diferencias estadísticamente positivas y , por lo tanto, afirmar que la tendencia es claramente positiva (Tablas 1 y 2) por lo que la densidad de la pradera se ha mantenido estable en este periodo de tiempo (2002-2018).
La cobertura de *Posidonia oceanica* en la estación somera fue del 68,5 % similar al 72,41 % de 2017 y al 71,2 % obtenido en el 2016. Los fondos de la zona somera se caracterizan, además, por la presencia de fondos de arena (3,77%) y sobre todo, por los bloques rocosos (27,71%). Por lo que respecta a la estación profunda la cobertura de *P. oceanica* fue del 80, 71% algo inferior al 89 % del año 2017 y 84,35% obtenido en el 2016. Los fondos de la estación profunda se caracterizaron por tener pendientes suaves con *P. oceanica*, interrumpidos por manchas de arena (12,75%) y rocas (6%).
Para comprobar el estado de la pradera, lo más adecuado es el estudio de la serie histórica de datos para de esta manera poder evaluar la situación actual, así, la cobertura en la estación somera presenta una ligera tendencia positiva (Figura 5) aunque no suficiente como para poder afirmarlo estadísticamente, ya que, realizado el análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas (Tabla 3) por lo que la tendencia todavía no es lo suficientemente fuerte como para ser detectada estadísticamente. Por lo que respecta a la estación profunda, se observa en la gráfica una tendencia positiva (Figura 6), aunque, como n el caso anterior, no lo suficiente como para encontrar diferencias significativas (Tabla 4) y por lo tanto, aceptar el modelo lineal positivo que describe la recta.

Los valores del índice de densidad global obtenidos en la estación somera durante los muestreos realizados en el 2018, fueron inferiores (286 haces / m^2) a los obtenidos en el año 2017 (316), debido, fundamentalmente, a los mayores valores de densidad obtenidos en el año anterior, ya que la cobertura fue similar ambos años. El Valor de este índice en la estación profunda fue de 254 haces / m^2, inferior a los 300 haces / m^2 del año 2017, el motivo fue la mayor densidad contabilizada en el año 2017, ya que la cobertura sólo fue ligeramente inferior. Esta variación de los resultados respecto a 2017 no es preocupante ya que se trata de una variabilidad normal inherente al método de muestreo utilizado y es la serie histórica de datos la que nos refleja de forma más fehaciente el estado de la pradera.

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED (Guillén *et al*. 2013), la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestreo de Calpe, basándose en datos de los últimos 15 años, se encuentra en buen estado de conservación y con tendencia estable o positiva. Es destacable, respecto a otros

años, la presencia inexistente de la especie *Pinna nobilis*, debido al evento de mortalidad masiva detectada en el mediterráneo español desde finales del año 2016. La causa de la mortalidad es debida a al protozoo *Haplosporidium pinnae,* que actúa de forma fulminante sobre la especie (*Catanese et al., 2018).

Se detectó la presencia del alga invasora *Caulerpa* en la estación de muestreo somera.

* Catanese, G., Grau, A., Valencia, J. M., Garcia-March, J. R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018). Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of invertebrate pathology*, *157*, 9-24.

5. Anexo fotográfico. Estación Calpe 2018

Fotografía 1. Grupo de peces *Sphiraena sphiraena* en Calpe.

Fotografía 2. Buceador tomando datos de densidad en la estación profunda de Calpe.

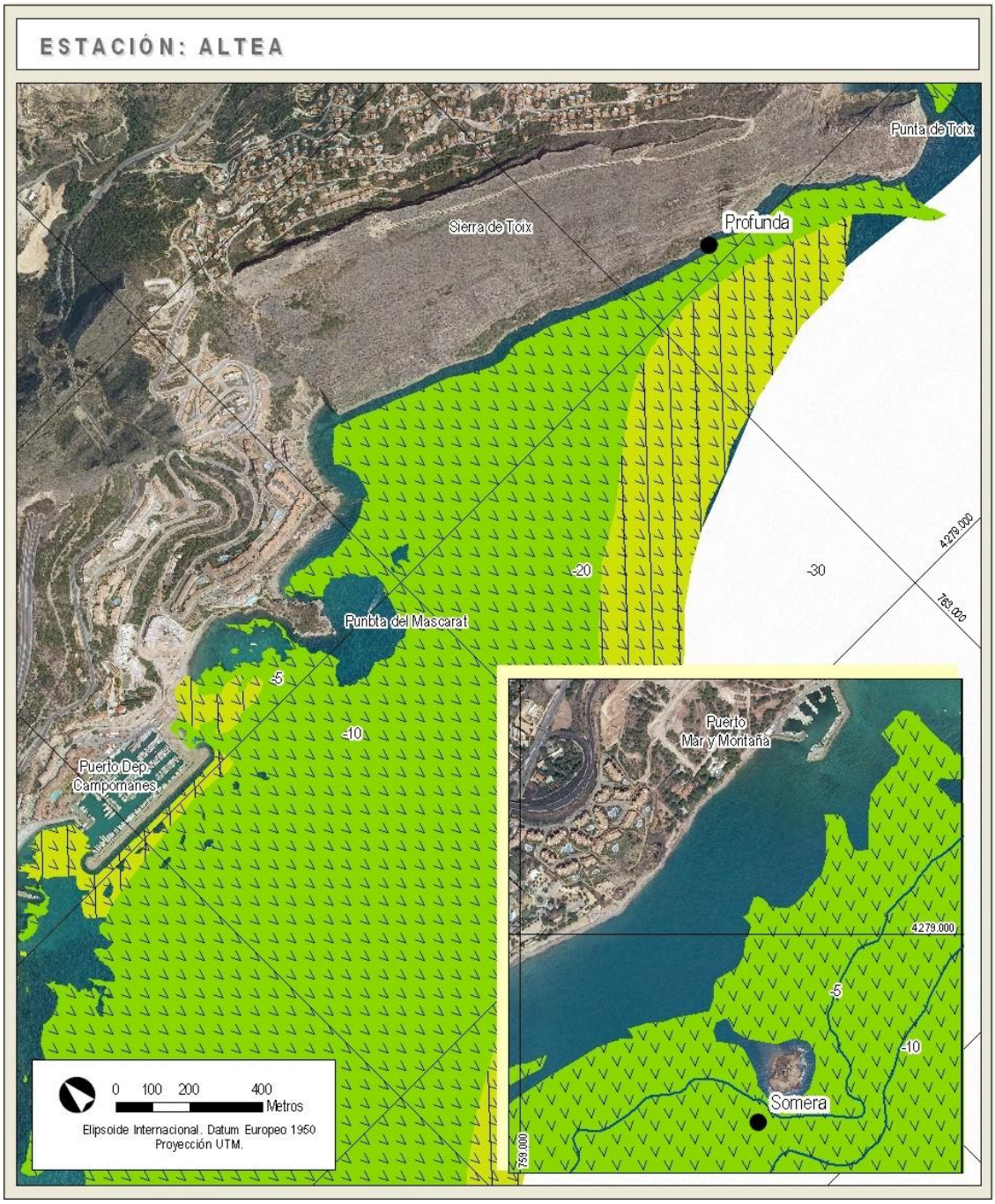
Fotografía 3. Buceadores tomando datos en la estación de Calpe.

Fotografía 4. Pradera de *P. oceanica* con acumulación de algas mucilaginosas en sus hojas.

3.5.9. Altea.

Estación/municipio: ALTEA	Fecha: 25/07/2018
Coordenadas: (-5m): 31 S 0240926 4279918 (-17,5m): 30 S 0759541 4278573	Profundidad: 5 y 17,5 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:



. PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD: 6**

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Club Buceo Arrecife. Parque Natural de Serra Gelada.
  Responsable: Joaquín Martínez Vidal.

RESULTADOS:

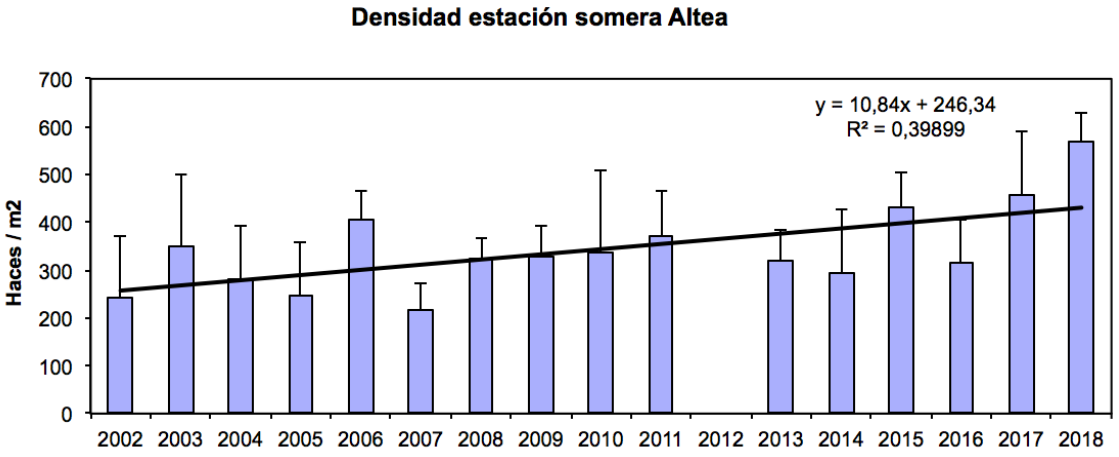


Figura 1: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

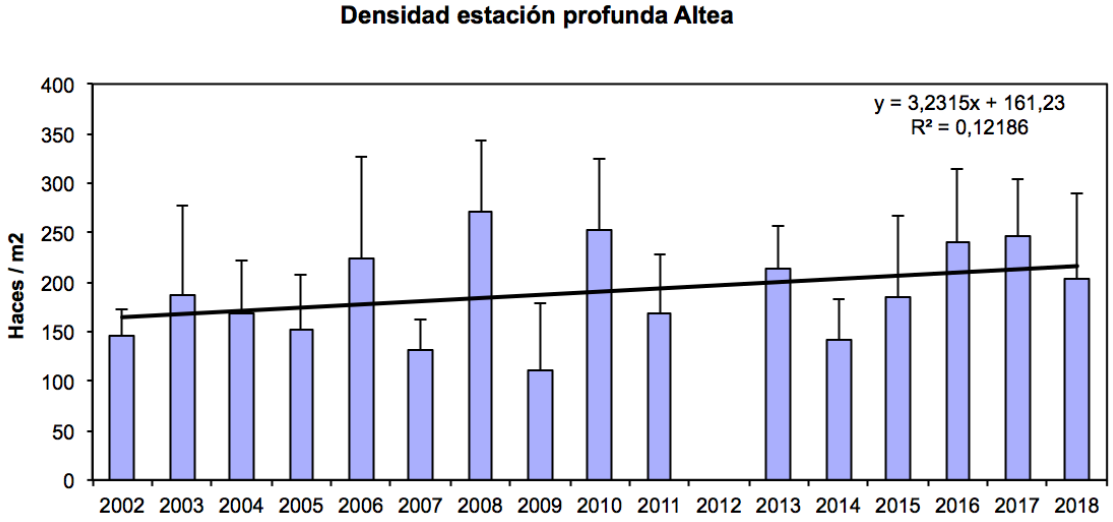


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 17.5 m de profundidad.

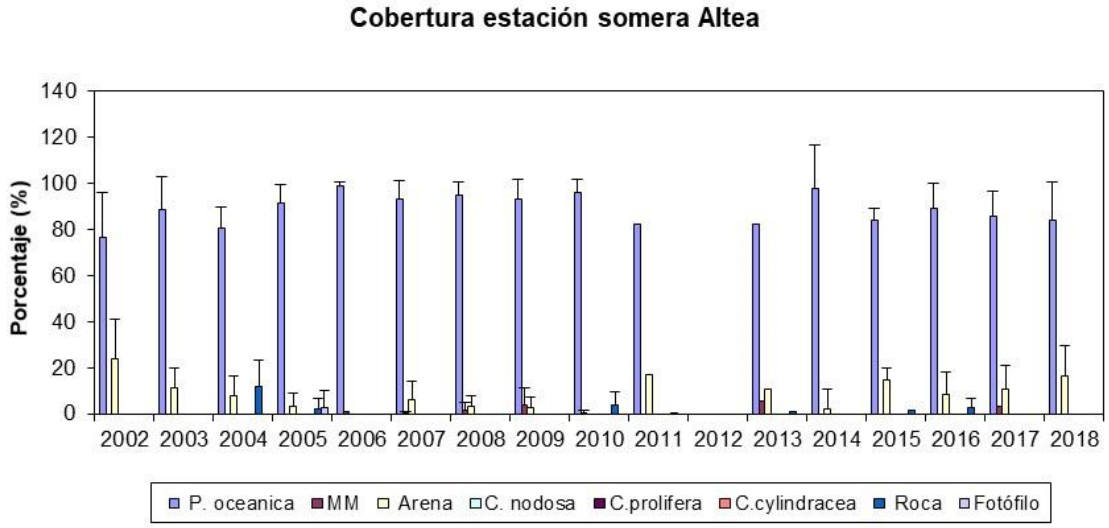


Figura 3: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

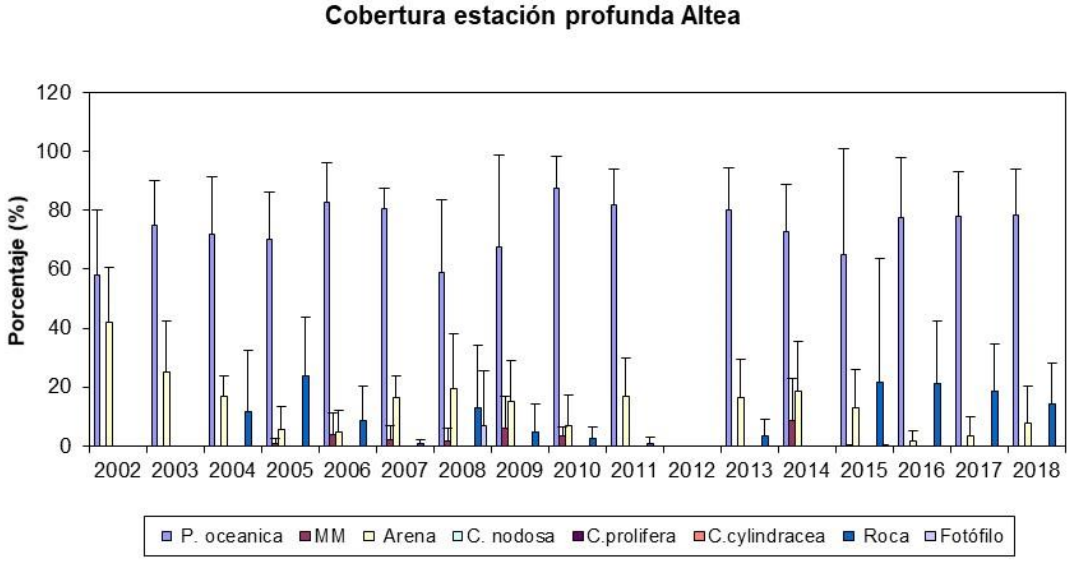


Figura 4: Promedio de cobertura de pradera de Posidonia oceanica (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 17.5 m de profundidad.

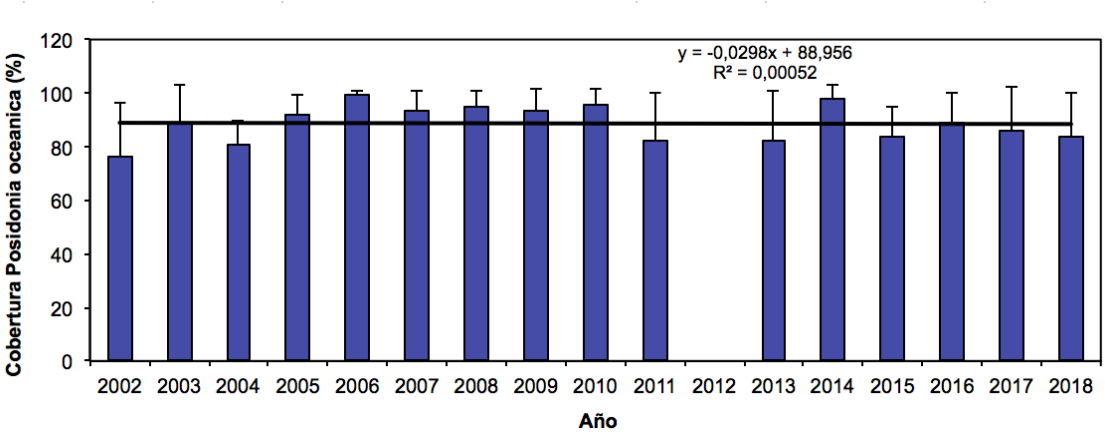


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2002-2018.

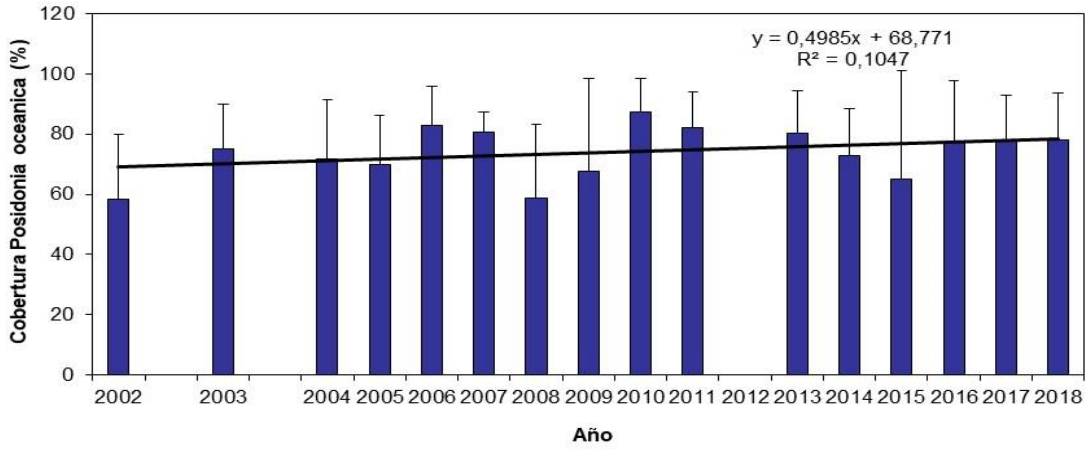


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SM*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	47446,74	47446,74	0,63	0,40	$9,29^{*}$
Residuos	14	71471,64	5105,18			
Total	15	118918,38				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	6780,38	6780,38	0,43	0,18	$1,94^{ns}$
Residuos	14	30723,73	2194,55			
Total	15	37504,11				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de

correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	0,36	0,36	0,02	0,0005	0,93*
Residuos	14	693,94	49,57			
Total	15	694,30				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	94,24	94,24	0,30	0,09	1,34ns
Residuos	14	982,13	70,15			
Total	15	1076,37				

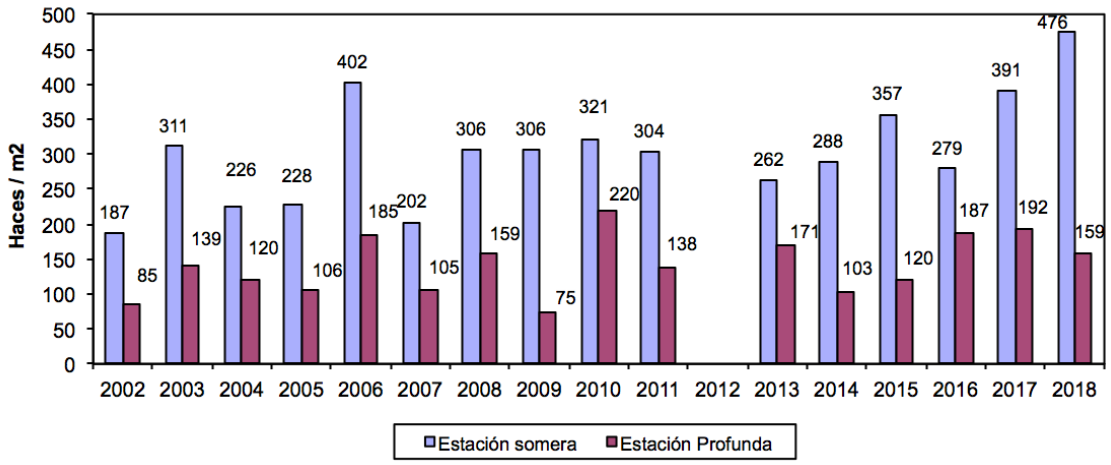


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Altea.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018:

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n=9)	567,71± 60,26	476
17,5 m (n=9)	203,47± 85,53	193

n = número de muestras

	% Cobertura promedio			
Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***M. muerta***
5 m (n=9)	83,83 ±16,08	16,17±16,97		
17,5 m (n=9)	78,22±15,57	7,64±12,51	14,13±14,12	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis	X	

5. Resumen. Estación Altea 2018.

Las inmersiones se realizaron con el club de buceo Arrecife, contando con la participación de voluntarios y la colaboración del parque natural de Serra Gelada, que aportó la embarcación y la tripulación a su cargo. La principal característica de esta estación de muestreo, además del excelente estado de sus praderas de *Posidonia oceanica*, es la distancia existente entre la zona somera y la profunda, la primera se encuentra en aguas próximas a la illa de L´Olla y la más profunda junto a los acantilados cercanos al Morro de Toix (ver mapa de situación). Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-17 m). Se obtuvieron un total de 18 muestras de densidad (9 a cada profundidad) y 18 de cobertura.

Los datos de densidad de las estaciones del año 2018, muestran para la estación somera valores (567,71 haces / m^2) superiores a los obtenidos en 2017 (456,25 haces / m^2) y 2016 (313 haces / m^2). Por el contrario, los valores de densidad promedio en la estación profunda (203,47 haces/ m^2) fueron inferiores a los obtenidos en el 2017 (246 haces/ m^2) y a los de 2016 (241 haces / m^2), resultado de la variabilidad inherente al tipo de muestreo utilizado y a las características de la pradera. Para el global de datos analizados desde el año 2002, en la estación somera, se observa una tendencia claramente positiva (Figura 1), tanto como para que la pendiente sea estadísticamente significativa, traduciéndose en una mejora del estado de la pradera desde el primera año muestreado (Tabla 1). En la estación profunda se observa una ligera disminución de la densidad de haces en el último año, sin embargo estos resultados no son significativos, por lo que esta variabilidad interanual puede deberse a la aleatoriedad de los muestreos. Los datos globales de la estación profunda confirman la estabilidad de la pradera, en los últimos años y en el global de los muestreos realizados desde el año 2002 (Figura 2), con las variaciones inherentes a la naturaleza de la especie y de la metodología empleada. Realizado un análisis estadístico, mediante análisis de varianza, se confirma este hecho, por lo que no hay una relación lineal en la tendencia descrita por la recta (Tabla 2), siendo, por lo tanto estable en densidad de haces la pradera profunda de la estación de Altea.

La cobertura, porcentaje de recubrimiento de *Posidonia oceanica*, en la estación somera fue del 83,83, valor similar al obtenido en 2017 (85,6%) y en 2016 (88%).Los fondos sobre los que se asienta la pradera están interrumpidos por manchas de arena (10,86 %), en esta ocasión no se han registrado fondos de roca y/o interrupciones de rocas en la pradera (Figura 3). En la estación profunda los valores de cobertura del año 2018 (78,22%) fueron prácticamente idénticos a los de 2017 (78%) y similares a los de 2016 (77,4%), es característica de esta estación la alta cobertura rocosa (14,13%) y, en menor porcentaje, lo fondos de carácter arenoso (7,64%).

El análisis de la tendencia de la cobertura de *Posidonia oceanica* entre los años 2002 y 2018, nos muestra estabilidad en la estación somera (Figura 5), confirmado estadísticamente, por la no significación del modelo de regresión una vez aplicado el análisis de varianza (Tabla 3). Por lo que respecta a la estación profunda, se observa, de igual modo, estabilidad en la cobertura, incluso una ligera tendencia positiva (Figura 6) aunque todavía no suficiente como para ser detectada estadísticamente (Tabla 4). La confirmación de estas tendencias será confirmada con la adición de nuevos datos de cobertura en años posteriores.

Según los resultados obtenidos mediante el índice de densidad global, la pradera somera de la estación de Altea muestra valores muy elevados en el año 2018, debido a los mayores valores de densidad obtenidos durante los muestreos, ya que los valores de cobertura para esta estación fueron similares a los del anterior año de muestreo. La pradera profunda, como es lógico, presenta valores más bajos que la estación somera, debido a la elevada profundidad a la que está (-17,5 m), lo que influye en los menores datos de densidad obtenidos. Por lo que respecta al valor obtenido en 2018, fue algo inferior al de 2017 por el menor valor en la densidad promedio contabilizada.

En resumen, las praderas de *Posidonia oceanica* de la estación de Altea se encuentran en un buen estado de conservación, en las que la densidad y cobertura son estables, o con una tendencia ligeramente positiva, en la serie histórica de datos tomados desde el año el año 2002. Es destacable, respecto a otros años, la presencia inexistente de la especie *Pinna nobilis*, debido al evento de mortalidad masiva detectada en el mediterráneo español desde finales del año 2016. La causa de la mortalidad es debida a un protozoo del la especie *Haplosporidium pinnae (**Catanese *et al.,* 2018*),* que actúa de forma fulminante sobre la especie.

Se detectó la presencia de algas invasoras, en concreto, la presencia de *Caulerpa cylindracea (antes Caulerpa racemosa)*.

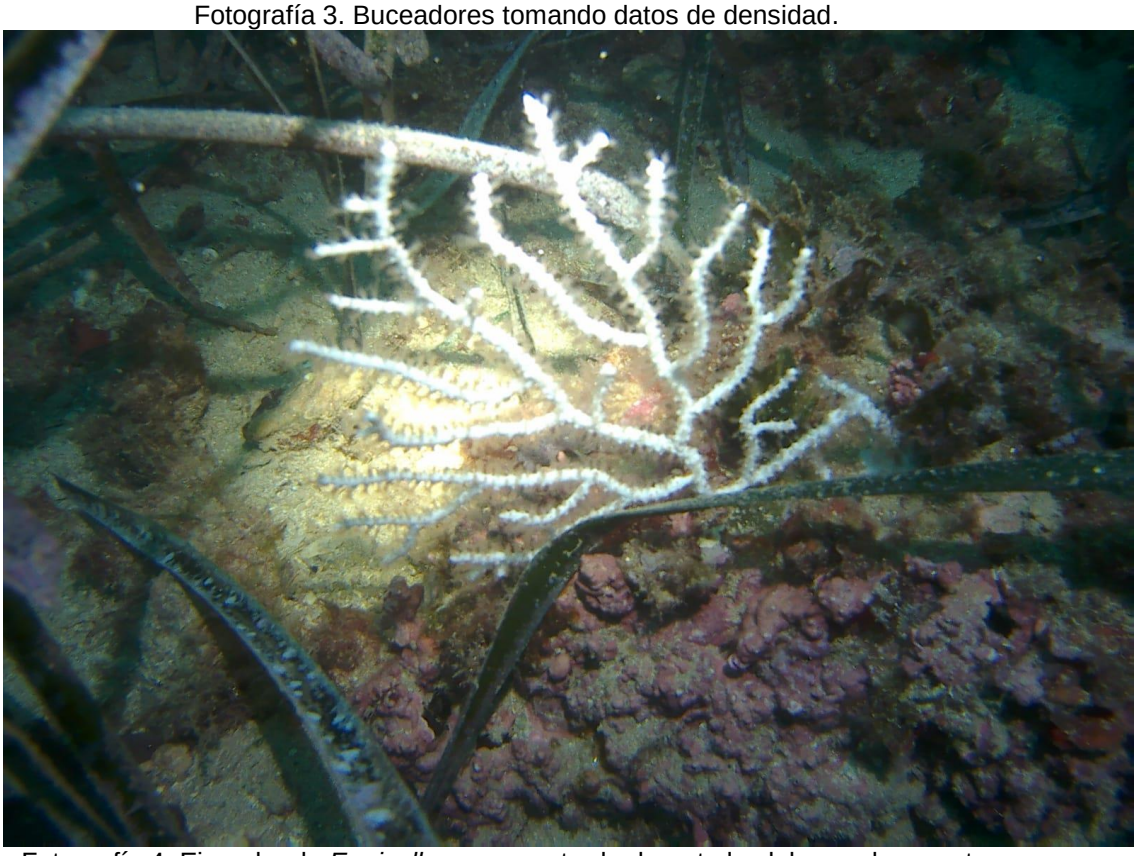
* Catanese, G., Grau, A., Valencia, J. M., Garcia-March, J. R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018). Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of invertebrate pathology*, *157*, 9-24.

Anexo fotográfico. Estación Altea 2018.

Fotografía 1: Grupo de voluntarios en la estación de Altea.

Fotografía 2. Buceador muestreando cobertura en la estación de Altea.

Fotografía 3. Buceadores tomando datos de densidad.



Fotografía 4. Ejemplar de *Eunicella sp*. encontrado durante las labores de muestreo

3.5.10. Jávea (Cala Tangó)

Estación / municipio: Jávea	Fecha:05/07/2018
Posición GPS: 31S 0256102 4298291 (-10 m) 31S 0256102 4298291 (-6m)	Profundidad: 6 y 10 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD: 9**
- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**

Buceo Cabo La Nao

RESULTADOS:

Figura 1. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2), en la estación somera ubicada a 6 m de profundidad. Años 2013-18.

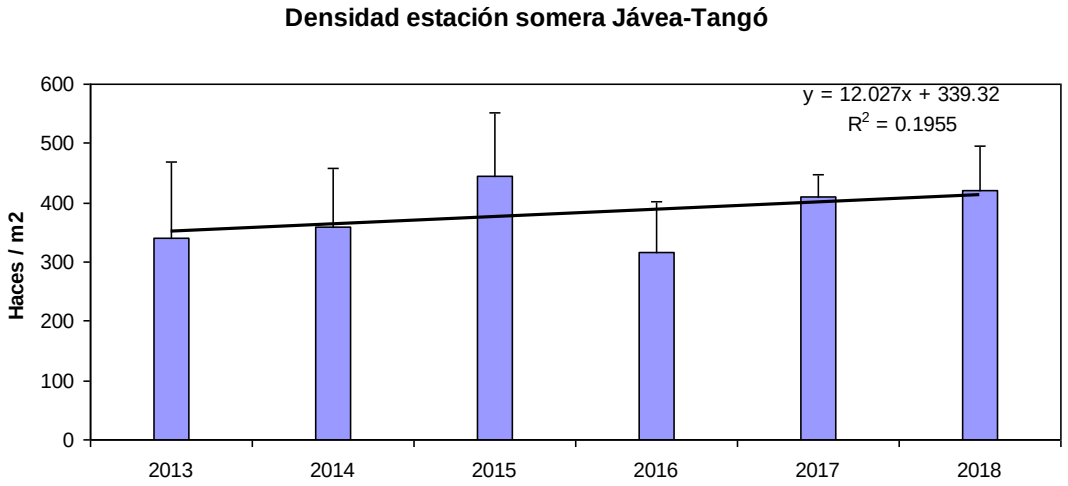
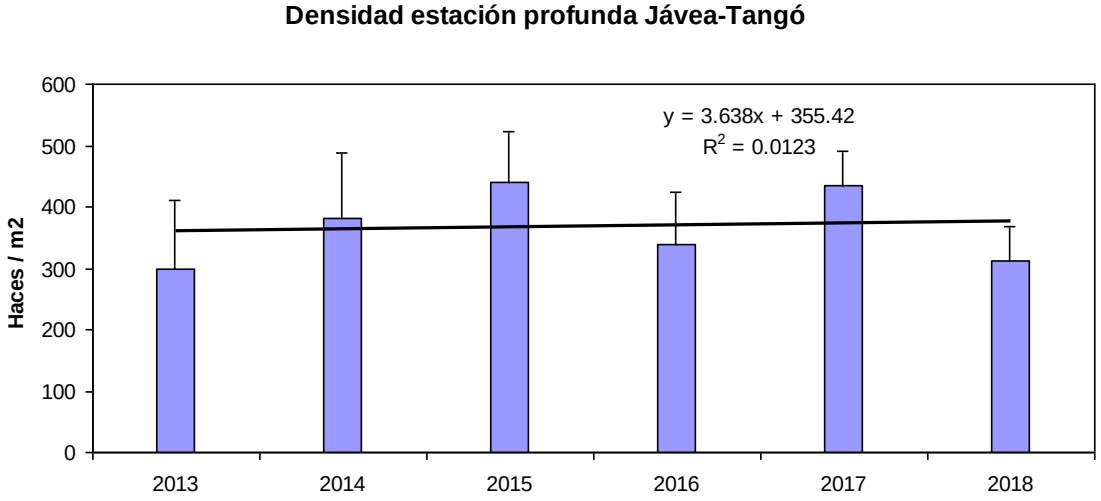


Figura 2: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2), en la estación profunda ubicada a 10 m de profundidad. *Años 2013-18.*



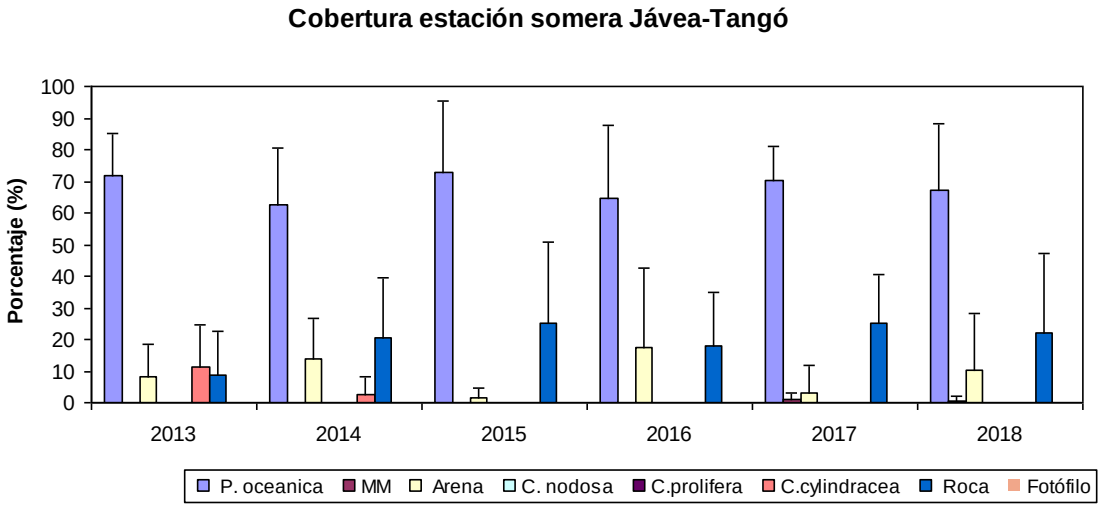


Figura 3: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) a 6 m de profundidad. Años 2013-18.

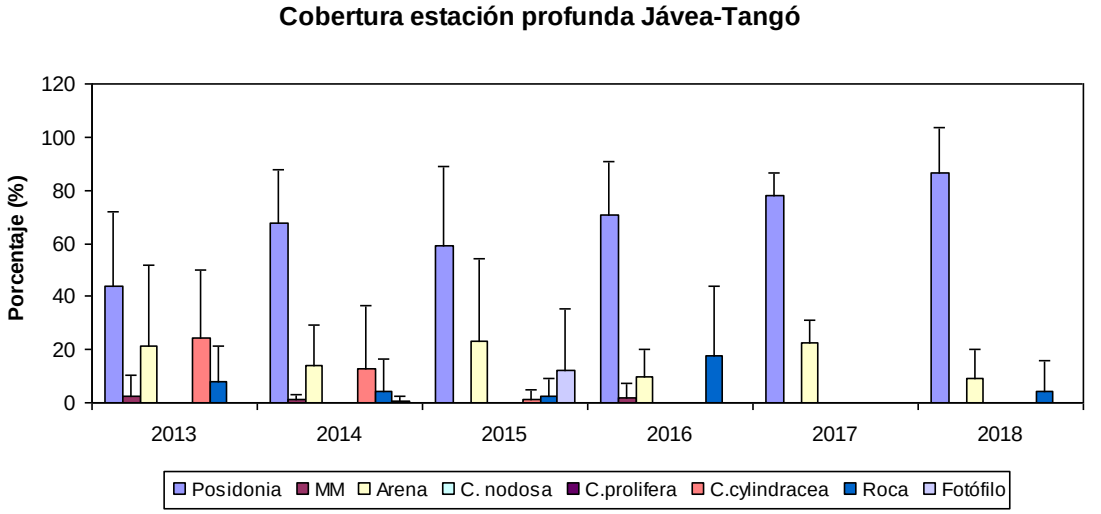


Figura 4. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) a 10 m de profundidad. Años 2013-18.

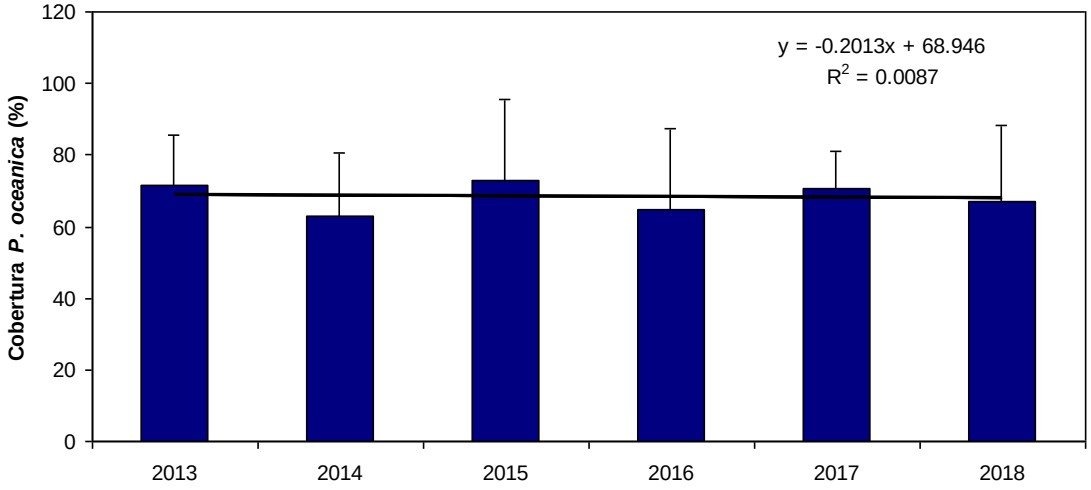


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2013-2018.

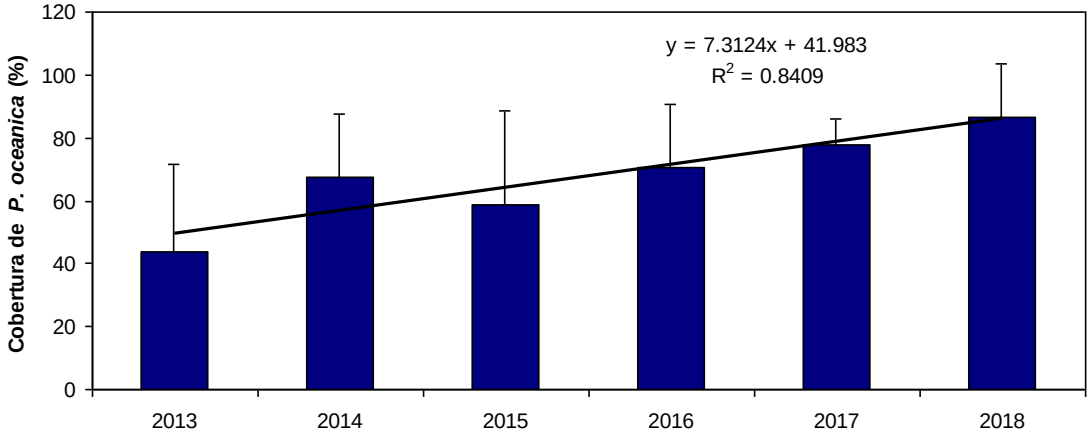


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2013-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SM*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	2531.43339	2531.43339	0.44212831	0.19547744	0.971892^{ns}
Residuos	4	10418.5695	2604.64237			
Total	5	12950.0029				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	231.608217	231.608217	0.110922	0.012303	0.04982^{ns}
Residuos	4	18592.5049	4648.12623			
Total	5	18824.1131				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	0.70930053	0.70930053	0.0934944	0.00874121	0.03527317^{ns}
Residuos	4	80.4351257	20.1087814			
Total	5	81.1444262				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	935.742641	935.742641	0.9170274	0.84093931	21.1476336^{*}
Residuos	4	176.992406	44.2481016			
Total	5	1112.73505				

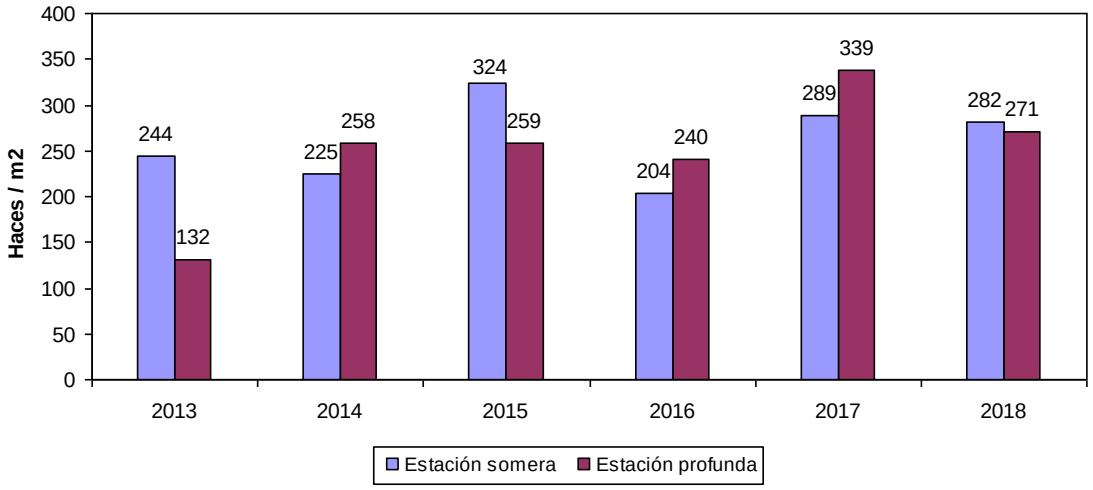


Figura 7. Densidad global en la estación de Jávea (Cala Tangó). *Años 2013-18.*

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018

Profundidad (m)	*Densidad promedio(haces/m2)*	*Densidad global*
6 m (n= 9)	419,444±77,336	282
10 m (n = 9)	311,805±55,67	271

n = número de muestras

Profundidad	*P. oceanica*	*Arena*	*Roca*	*Mata muerta*
6 m (n=9)	67,2±21,05	10,09±18,25	22,18±24,91	0,53±1,6
10 m (n=9)	86,76±16,75	9,24±10,57	4±12	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	*SI*	*NO*
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interés	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Javea (Cala Tangó) 2018.

Las inmersiones se realizaron con el centro de buceo Cabo la Nao de Jávea. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-6 m) y otra profunda (-10 m). Se obtuvieron 18 muestras de densidad, 9 encada profundidad y 18 de cobertura, al igual que la densidad, 9 en cada una de las dos profundidades.

Los valores de densidad en la estación somera (419,44 haces/m^2) fueron ligeramente superiores a los obtenidos en 2017 (410,15 haces/m^2) y con un valor más elevado respecto a los obtenidos en 2016 (315,1 haces/m^2). Para el total de datos muestreados desde el año 2013, la tendencia tuvo una ligera tendencia positiva (Figura 1), aunque no suficiente como para detectarla estadísticamente (Tabla 1). La estación profunda tuvo valores de densidad (311,81 haces/m^2) inferiores a los obtenidos en 2017 (435,93 haces/m^2) y 2016 (340 haces/m^2). La serie de datos de densidad para la estación profunda no describe ninguna tendencia clara (Figura 2), lo que fue

corroborado por el análisis estadístico, al no detectar diferencias significativas en la línea descrita por la gráfica. (Tabla 2).

El valor promedio de cobertura *Posidonia oceanica* en la estación somera (67 %) fue ligeramente inferior al obtenido en 2017 (70%) y ligeramente superior al obtenido en 2016 (64,2 %) por lo que se aprecia estabilidad en el valor de recubrimiento. La pradera de esta estación, al estar próxima a zonas acantiladas, presenta zonas con abundantes rocas (22 %) tapizadas por algas fotófilas y zonas de arena (10%) (Figura 3). Analizados los datos de forma global desde el inicio de los muestreos, se observa como la gráfica describe una tendencia ligeramente negativa, aunque no suficiente como para detectarse estadísticamente (Figura 5). La cobertura en la estación profunda tuvo un valor promedio del 86%, dato superior al de 2017 (77%) y 2016 (70,57%) (Figura 4). El análisis de la serie de datos muestra una clara tendencia positiva (Figura 6), que fue detectada estadísticamente mediante técnicas de análisis de varianza (Tabla 4).

El índice de densidad global tuvo valores diferentes en función de la profundidad, así en la estación somera el valor promedio (282 haces / m^2) fue ligeramente inferior al obtenido en 2017 (289 haces / m^2). De igual manera, en la estación profunda el valor obtenido (271 haces / m^2) fue muy inferior al obtenido en el año 2017 (339 haces / m^2) pero superior al de 2016 (240 haces / m^2), como consecuencia de una mayor cobertura pero con valores más bajos de densidad. Estos resultados deberán contrastarse en futuros muestreos, ya que son habituales variaciones interanuales de este tipo, por lo que deberán ser corroborados o descartados con la adición de muestreos en futuras campañas que amplíen la serie histórica de datos.

En resumen; con los datos obtenidos de densidad, cobertura e índice de densidad global, las praderas de *Posidonia oceanica* estudiadas en la zona próxima a la cala Tangó, se encuentran en un estado estable de conservación. La especie de bivalvo *Pinna nobilis*, tuvo una presencia inexistente, debido al evento de mortalidad masiva detectada en el mediterráneo español desde finales del año 2016. La causa de la mortalidad es debida al protozoo del género *Haplosporidium pinnae* (*Catanese et al., 2018), que actúa de forma fulminante sobre la especie.

La diferencia entre los datos obtenidos en las praderas somera y profunda fue debida fundamentalmente a la composición de sus fondos, con abundantes zonas rocosas en la pradera somera y fondos sin pendiente, con grandes zonas compuestas por arenas gruesas, en la profunda. Esta circunstancia se vio reflejada en los datos de cobertura obtenidos, siendo más importante este hecho que los debidos a la diferencia de profundidad, ya que, únicamente, hay 150 m de distancia entre las dos estaciones. Es destacable la

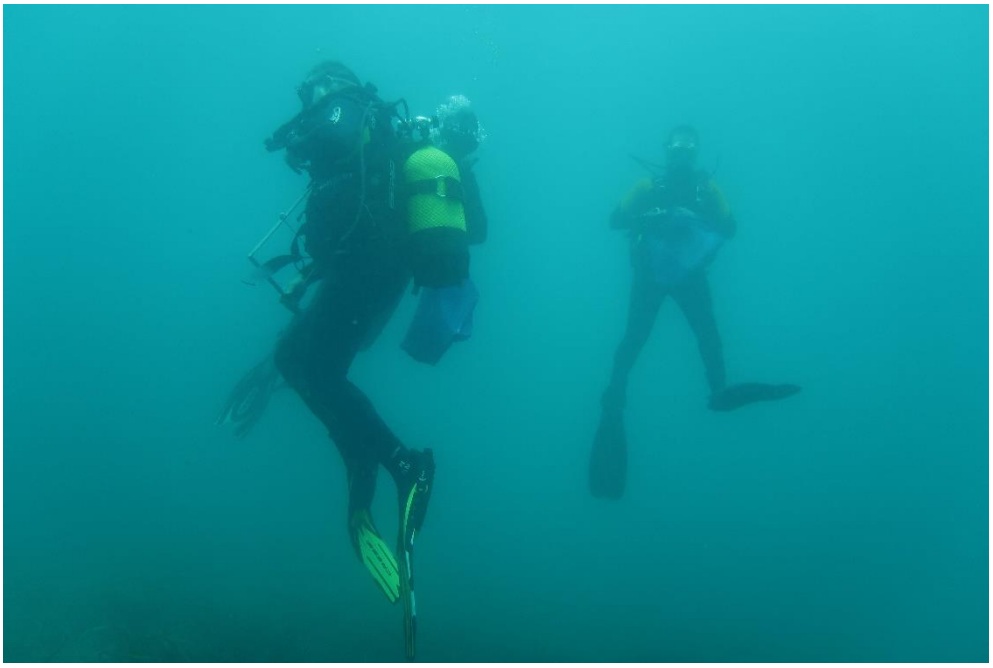
presencia del alga invasora *Caulerpa cylindracea* (antes *Caulerpa racemosa*) en ambas profundidades.

* Catanese, G., Grau, A., Valencia, J. M., Garcia-March, J. R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018). Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of invertebrate pathology*, *157*, 9-24.

5. Anexo fotográfico. Estación Javea (Cala Tangó) 2018.

Fotografía 1. Buceadores realizando conteos de densidad en Cala Tangó.

Fotografía 2. Embarcación del centro de buceo Cabo La Nao utilizada durante la salida.



Fotografía 3. Buceadores durante la inmersión

Fotografía 4. Grupo de voluntari@s en la estación de Jávea-Cala Tangó 2018.

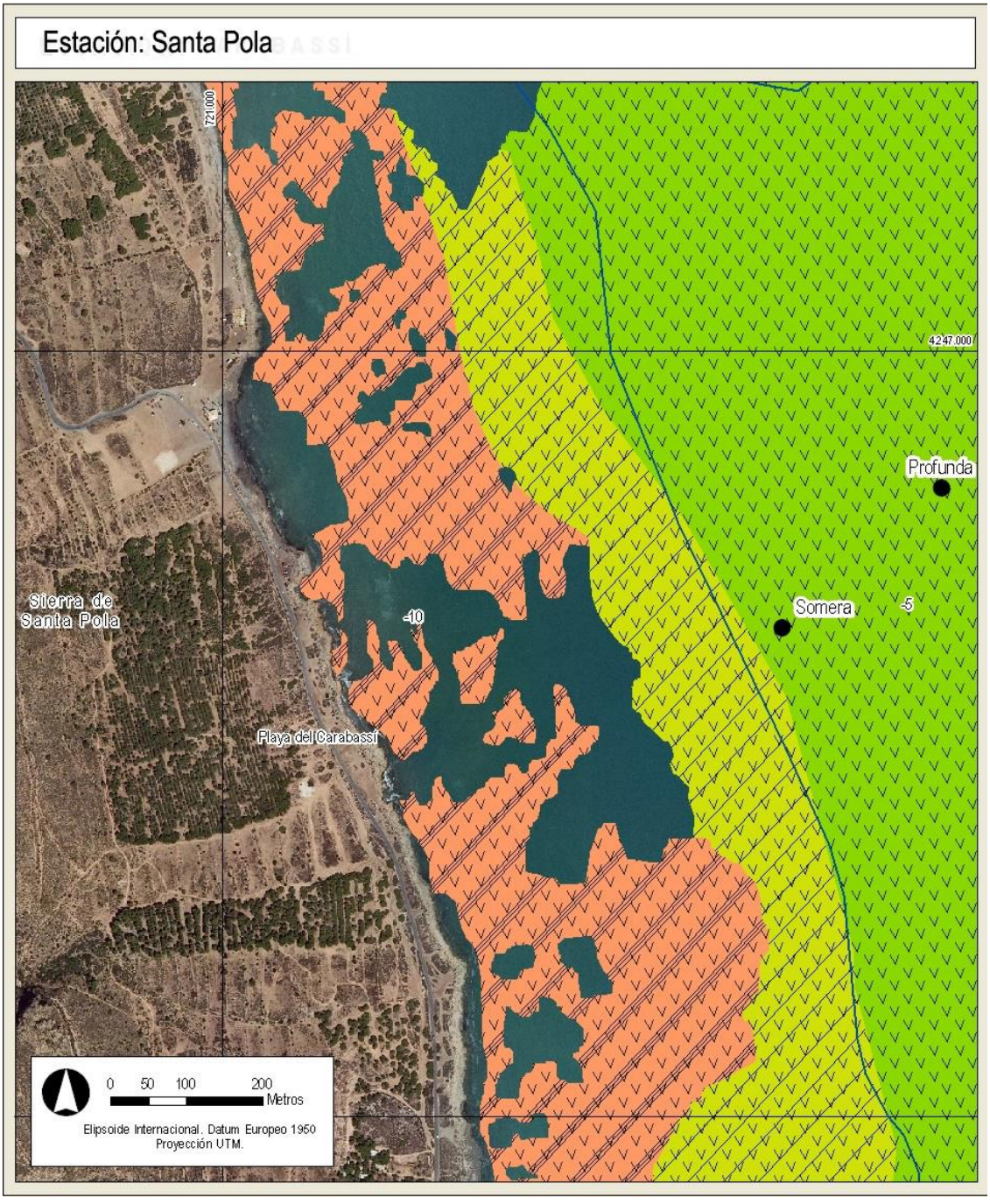
3.5.11. Santa Pola.

Estación/municipio: Santa Pola	Fecha: 6 julio 2017
Coordenadas: (-5 m): 30 S 0718733 4233639 (-9 m): 30 S 0718941 4233822	Profundidad: 5 y 9 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

Estación/municipio: Santa Pola	Fecha: 28 junio 2018
Coordenadas: (-3,5 m): 30 S 0718733 4233639 (-7,6 m): 30 S 0718941 4233822	Profundidad: 3,5 y 7,6 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:



. PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 6

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Posidonia Ecosport

4.1. RESULTADOS

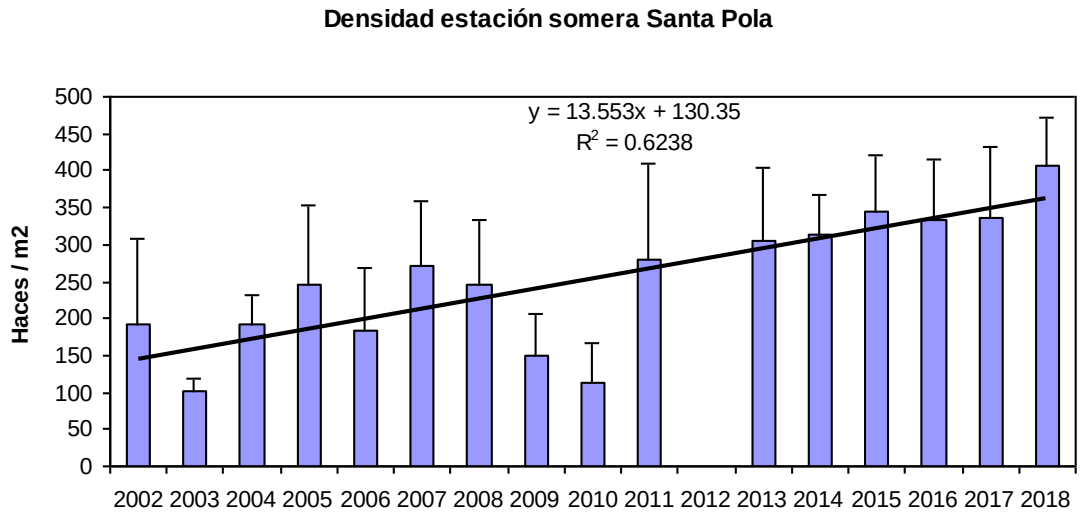


Figura 1. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 3,5 m de profundidad.

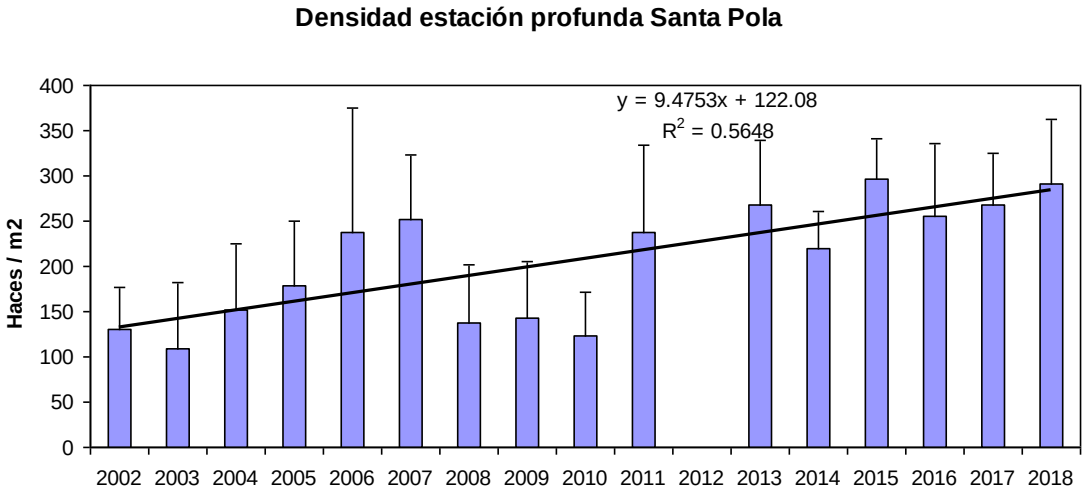


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 7,6 m de profundidad.

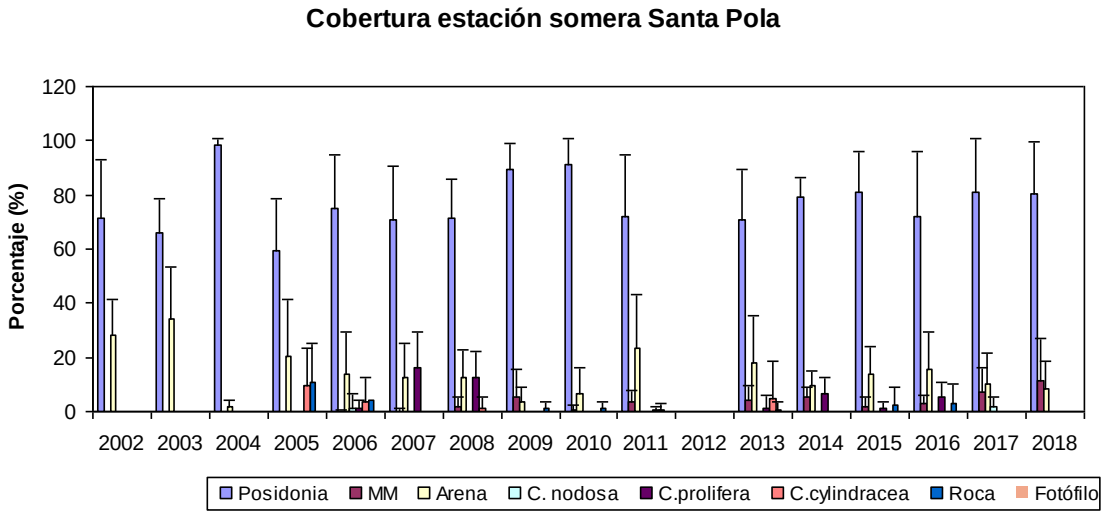


Figura 3. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 3,5 m de profundidad. MM = mata muerta.

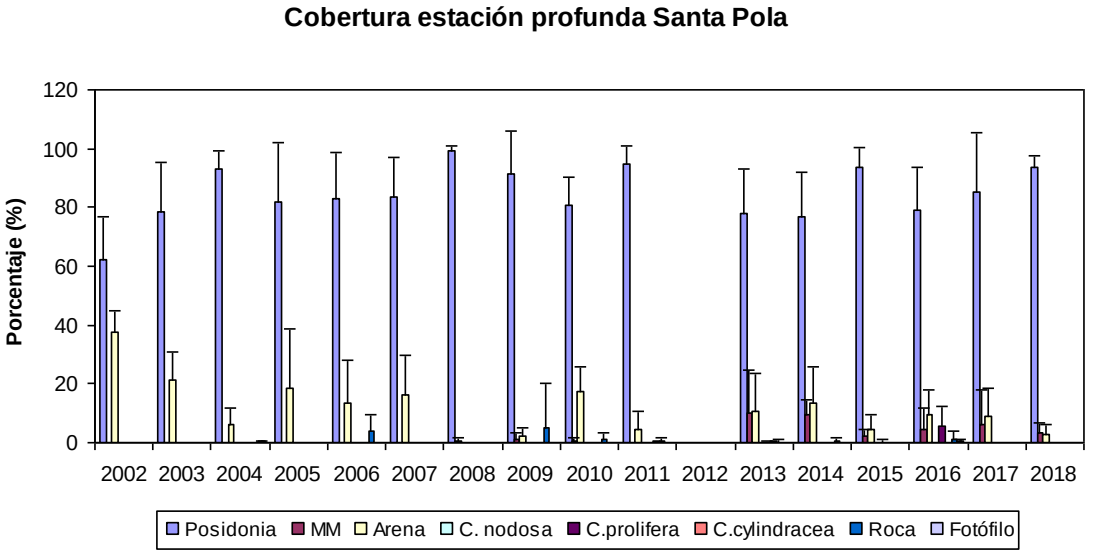


Figura 4. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 7,6 m de profundidad. MM = mata muerta.

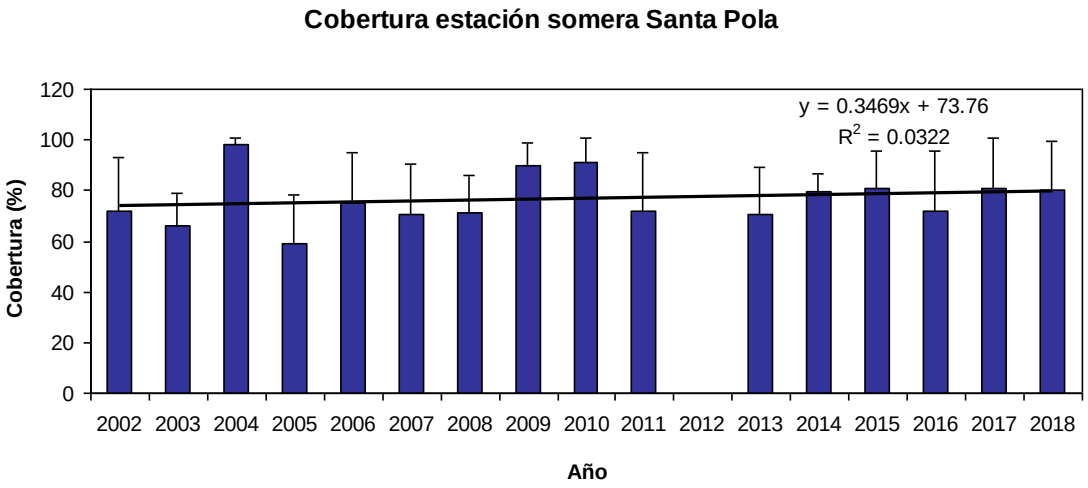


Figura 5. Promedio y línea de tendencia de la cobertura de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 3,5 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

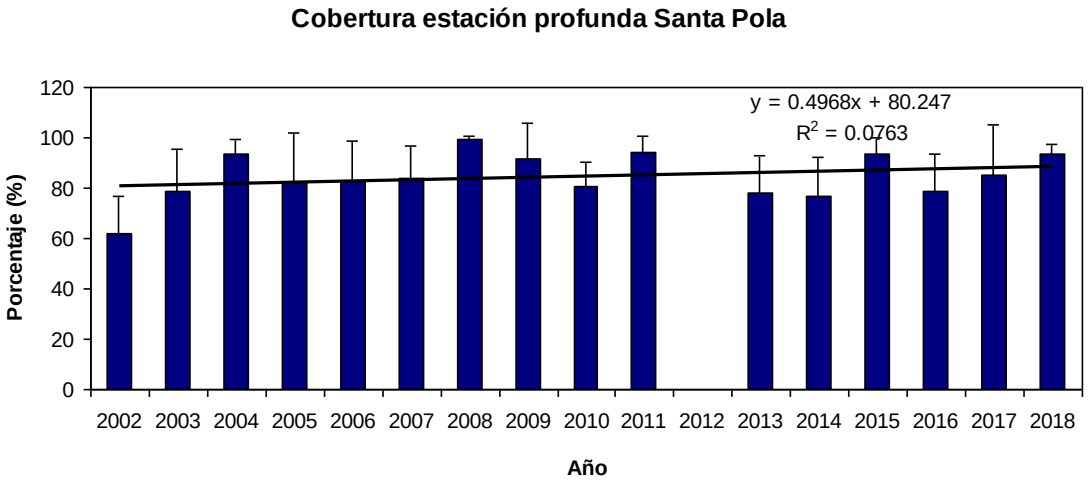


Figura 6. Promedio y línea de tendencia de la cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 7,6 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	74161.1472	74161.1472	0.789810	0.623800	23.214324*
Residuos	14	44724.8028	3194.62877			
Total	15	118885.95				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	36249.3063	36249.3063	0.75156275	0.564846	18.17256*
Residuos	14	27926.1858	1994.72756			
Total	15	64175.4921				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	48.5879485	48.5879485	0.1795773	0.03224803	0.4665165^{ns}
Residuos	14	1458.10736	104.150526			
Total	15	1506.69531				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	99.6372198	99.6372198	0.276184	0.07627811	1.1560769^{ns}
Residuos	14	1206.59879	86.1856281			
Total	15	1306.23601				

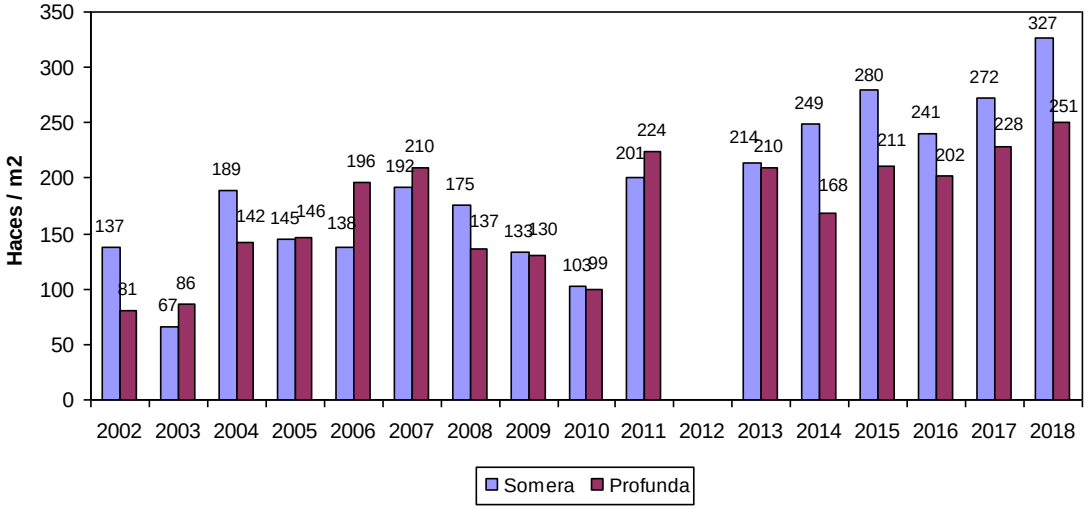


Figura 6. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Santa Pola.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
3,5 m (n=10)	406,944±64,077	327
7,6 m (n=9)	291,667±70,572	251

n = número de muestras

Cobertura promedio						
Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***C. prolifera***	***Fotófilos***
3.5 m (n=10)	80,31±19.25	8,44±10,22	0	11,24±15,54	0	0
7,6 m (n=9)	93,68±3,96	2,84±3,58	0	3,46±3,11	0	0

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

5. Resumen. Estación Santa Pola 2018.

Las inmersiones se realizaron con voluntarios y medios propios del Instituto de Ecología Litoral, efectuando la salida desde el puerto de de Santa Pola.

Participaron un total de 6 voluntarios. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-3,5 m) y otra profunda (-7,6 m). Se obtuvieron 19 muestras de densidad (10 en la somera y 9 en la profunda) y otras 19 de cobertura (10 y 9 respectivamente en cada profundidad)

Los valores de densidad *Posidonia oceanica* en la estación somera (406,94 haces/m^2) fueron más elevados que los obtenidos en 2017 (335,41 haces/m^2), observándose una tendencia positiva desde los datos tomados en el año 2002, como así ya lo indicaban Guillén *et al*. 2013. Esta tendencia positiva fue estadísticamente significativa (Tabla 1) y por lo tanto se establece una relación lineal entre los años de muestreo y el aumento de densidad en la pradera somera. Por lo que respecta a los datos de densidad obtenidos en la estación profunda (291,66 haces/m^2), éstos fueron mayores que los obtenidos en el 2017 (267,96 haces/m^2) y 2016 (255,63 haces/m^2). El análisis de la serie histórica de los datos de densidad en la estación profunda indicaría una clara tendencia positiva de la densidad de haces en la pradera de la zona (Figura 2), siendo estadísticamente significativo (Tabla 2) y por lo tanto estableciéndose una relación lineal positiva entre los datos de densidad y los años de muestreo realizados.

La cobertura media en la estación somera fue del 80%, resultado muy similar al obtenido en 2017 (81%) (Figura 3). Los fondos presentaron un porcentaje medio de arenas superior al 8%, que describirían el tipo de paisaje submarino de la zona, con *Posidonia oceanica* sobre fondos blandos “parcheados” por zonas de arena. Durante el año 2018 ha sido detectado un aumento del 4% de mata muerta (del 7% en 2017 al 11% en 2018). Este incremento puede deberse al tipo de muestreo utilizado, aleatorio, por lo que los transectos no pasan exactamente por el mismo sitio. De todas formas, se realizará un seguimiento durante los próximos años para comprobar si se trata de un valor puntual o consecuencia de algún tipo de alteración en el medio marino. En la estación profunda, la cobertura (93,68%) fue superior a la del 2017 (84,98%) siendo el valor más alto desde 2011 (94,5 %). Los fondos de *P. oceanica* de la estación profunda en 2018 están interrumpidos por zonas de arena (2,84%). (Figura 4).

En la medición de este año en la estación profunda no se ha detectado el alga invasora *C. cylindracea.*

El análisis de los datos de cobertura en la estación somera, obtenidos desde el año 2002, muestra estabilidad respecto a esta variable (Figura 5), siendo la pendiente prácticamente inexistente, siendo estadísticamente no significativa y por lo tanto, no existiendo relación lineal entre los años muestreados y los datos de cobertura obtenidos (Tabla 3), lo que reflejaría un estado estable de la cobertura. Para la estación profunda la gráfica muestra también una pendiente casi inexistente aunque con una tendencia suavemente positiva, lo que tuvo como consecuencia la falta de significación estadística, y, por lo tanto, ausencia de relación lineal (Tabla 4) entre las variables, por lo que los datos de cobertura en la estación profunda desde el año 2002 se mantendrían estables.

El índice de densidad global tuvo un valor 327 haces/m^2 en la estación somera, siendo éste el valor más alto de toda la serie histórica, debido al alto valor de densidad ya que la cobertura no fue muy diferente de los años anteriores. En la estación profunda el valor también fue elevado (251 haces/m^2), debido al aumento de los valores de cobertura y densidad obtenidos.

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y la información proporcionada por la red POSIMED de los últimos 16 años (Guillén et al. 2013), la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestreo de Santa Pola, se encontraría en buen estado de conservación, siendo similares los valores de cobertura, mientras que los de densidad tuvieron una tendencia positiva en el periodo 2002-2017. Se detectó la presencia del alga invasora *Caulerpa cyilindracea* (antes *Caulerpa racemosa*). No fue observada la presencia de *Pinna nobilis* como consecuencia del episodio de mortalidad masiva que se viene produciendo desde septiembre del año 2016, producido por el protozoo *Haplosporidium pinnae* (*Catanese et al., 2018) que infecta a los ejemplares de estas especies, haciendo que enfermen y mueran.

* Catanese, G., Grau, A., Valencia, J. M., Garcia-March, J. R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018). Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of invertebrate pathology*, *157*, 9-24.

6. Anexo Fotográfico. Estación Santa Pola 2018.

Fotografía 1. Aspecto de la pradera de *P. oceanica* en la estación de muestreo.

Fotografía 2. Medición de la densidad en matas de *P. oceanica*.

Fotografía 3. Embarcación de muestreo en la estación de Santa Pola.

Fotografía 4. Boya de señalización de la estación somera.

3.5.12. Postiguet.

Estación / municipio: POSTIGUET / ALICANTE	Fecha: 31 mayo 2018
Posición GPS: 30S 0720779 4246942 (- 6,1 m) 30S 0720844 4247210 (- 3,8 m)	Profundidad: 3,8 y 6,1 m

4.1. Mapa bionómico de la estación de muestreo:

4.2. Participación:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD: 7**

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Policía Local de Alicante.

4.3. Serie de datos 2002-2018

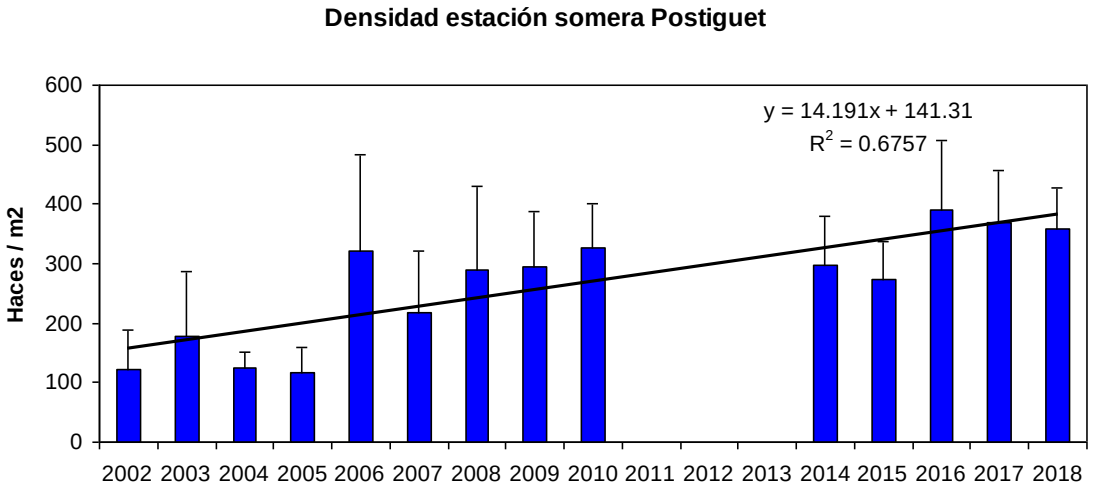


Figura 1. Promedio y línea de tendencia de la densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 3,8 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

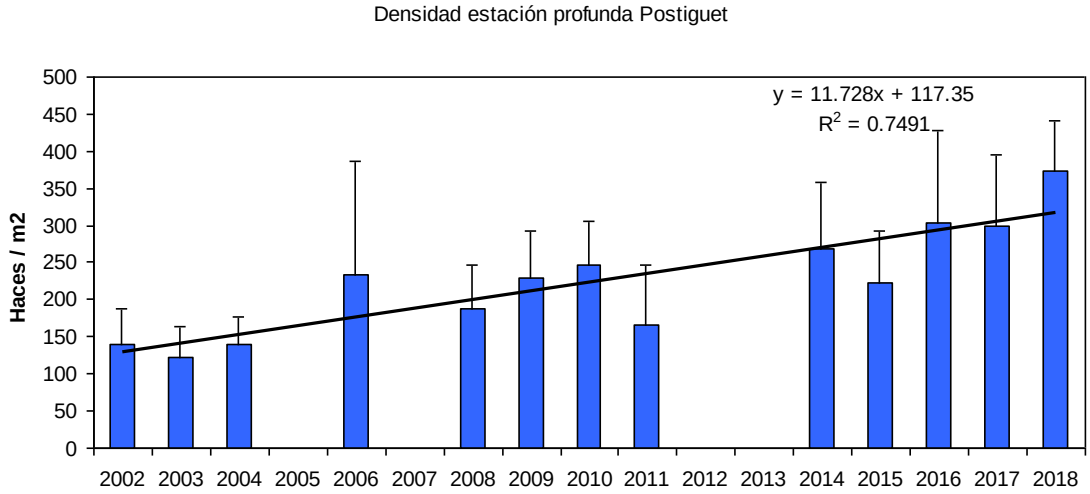


Figura 2. *Promedio y línea de tendencia de la densidad de pradera de Posidonia oceanica (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018,* en la estación profunda ubicada a 6,1 m de profundidad. *R^2 = coeficiente de determinación.*

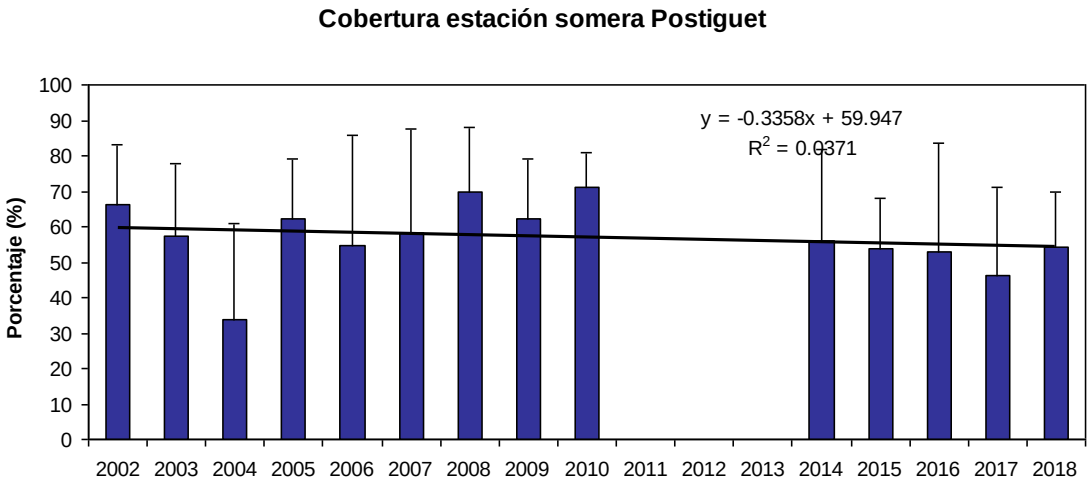


Figura 3. Promedio y línea de tendencia de la cobertura de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 3,8 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

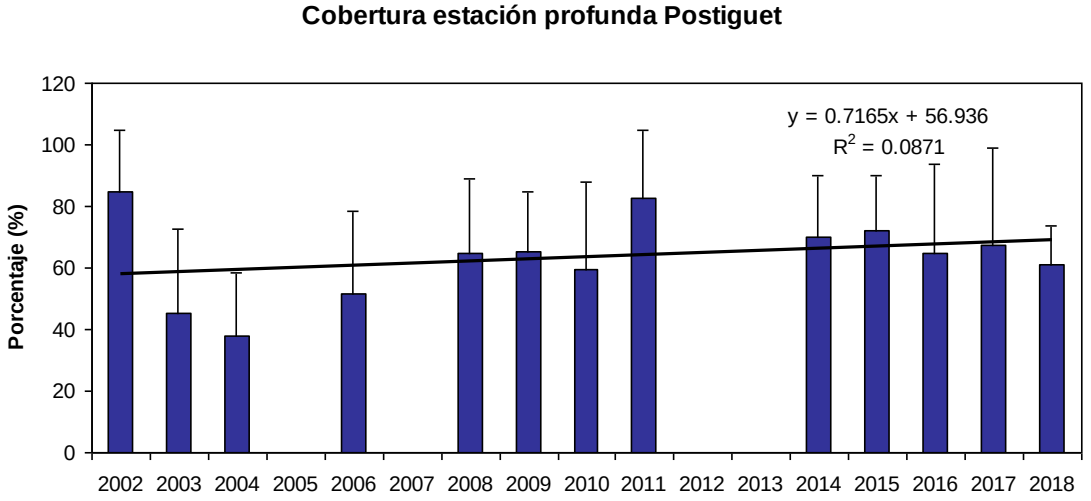


Figura 4. Promedio y línea de tendencia de la cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 6,1 m de profundidad. R^2 = coeficiente de determinación.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	78827.241	78827.241	0.82198783	0.67566400	24.9986682*
Residuos	12	37839.0914	3153.25761			
Total	13	116666.332				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de Variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	49562.0258	49562.0258	0.86550815	0.74910435	32.8429289*
Residuos	11	16599.6853	1509.0623			
Total	12	66161.7111				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	44.1297277	44.12972773	0.19256971	0.037083	0.4621345^{ns}
Residuos	12	1145.89308	95.49109001			
Total	13	1190.02281				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	184.95698	184.95698	0.29512591	0.0870993	1.04950334^{ns}
Residuos	11	1938.56149	176.232863			
Total	12	2123.51847				

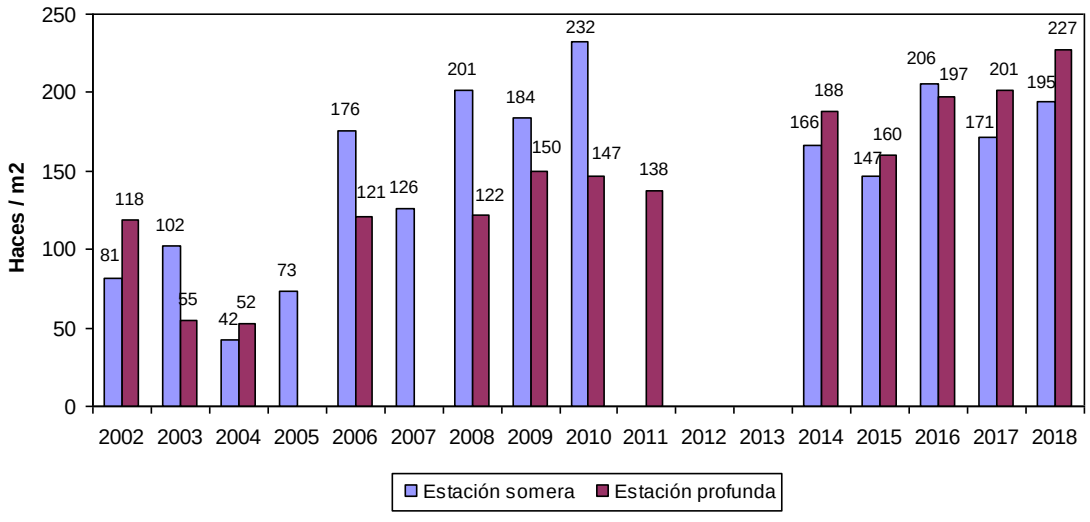


Figura 5. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación del Postiguet.

4.4. DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018

Profundidad (m)	***Densidad promedio (haces/m2)***	***Densidad global***
3,8 m (n=10)	358,125± 70,52	195
6,1 m (n=10)	373,125± 68,595	227

n = número de muestras

	% Cobertura promedio					
Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***Cymodocea nodosa***	***Caulerpa cylindracea***
3,8m (n=9)	54,31±15,31	39,15±17,7	0,089± 0,27	6,44±8,4		
6,1 m (n=10)	58,88±14,8	23,88±18,94		17,24±11,22		

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea		X
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

5. Resumen. Estación Postiguet 2018.

Las inmersiones se realizaron con la embarcación y dotación de la Policía Local de Alicante. Durante los muestreos se contó con la colaboración de 5 buceadores voluntarios. Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-3,8 m) y otra profunda (-6,1 m). Se obtuvieron 20 muestras de densidad (10 a 3,8 m de profundidad; 10 a 6,1 m de profundidad) y 19 de cobertura (9 y 10 respectivamente en cada profundidad).

El valor promedio de densidad de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el año 2018 (358 haces/m^2) fue algo inferior al del año 2017 (370 haces/m^2) así como al de 2016 (390,9 haces/m^2). Estas variaciones pueden deberse a la variabilidad propia del método de muestreo utilizado y al de la propia especie. Por lo que respecta a los datos de densidad obtenidos en la estación profunda, el valor promedio del año 2018 (373,12 haces/m^2) fue bastante superior al del año 2017 (299,3 haces/m^2) y al del año 2016 (303,47 haces/m^2). Para comprobar el estado y evolución de la pradera de *P. oceánica*, es imprescindible para realizar un diagnóstico fiable de la pradera, analizar la serie histórica de datos, que determina la tendencia y estado real de misma.

Analizando los datos de densidad obtenidos desde el año 2002 hasta la actualidad, se observa una tendencia claramente positiva de la pradera en la estación somera, siendo la pendiente resultante, una vez aplicado el análisis de regresión, estadísticamente significativa, por lo que existe una relación lineal entre el número de años muestreados y el aumento de la densidad registrada (Tabla1).

Por lo que respecta a la pradera de la estación profunda, se observa también una evolución positiva de los datos de densidad en el periodo muestreado (2002-2018), confirmándose los resultados de años anteriores, siendo los valores obtenidos en 2018 los más altos de la serie histórica. Desde el punto de vista estadístico, la línea de tendencia (Figura 2) nos muestra una relación lineal positiva significativa (Tabla 2), entre los años muestreados y los valores de densidad de haces de *P. oceanica*.

La cobertura, en la estación somera, fue del 54%, ligeramente superior al valor promedio del 2017 (46%) y del 2016 (52%). En el global de los años muestreados se aprecia cierta tendencia negativa, con valores algo inferiores a los primeros años muestreados (Figura 3). A pesar de la apariencia en la línea de tendencia, el análisis estadístico ANOVA no detectó ningún modelo lineal, por lo que se no se puede afirmar que exista, por el momento, en el global de datos, una tendencia negativa real de la cobertura de la pradera, aunque la evolución de esta tendencia será comprobada en los próximos años de muestreo.

Por el contrario, en la estación profunda, la cobertura de *Posidonia oceanica* en el año 2018 (60,88 %) fue algo inferior a la del 2017 (67,11%) y 2016 (64,85%). Esta variación puede ser producto de que, como se mencionó con anterioridad, no todos los años se muestrea exactamente en el mismo punto, existiendo ligeras

variaciones entre los distintos años de muestreo. En esta profundidad los datos indicaron alta presencia de fondos arenosos (23,6 %) que interrumpen la continuidad de la pradera de *Posidonia oceánica*. Si se analiza la pradera con el total de datos obtenidos desde el año 2002 se observa una ligera evolución positiva (Figura 4), aunque desde el punto de vista estadístico, el modelo no fue significativo, por lo que el estado de la cobertura en la pradera profunda, se puede considerar estable. (Tabla 4).

El índice de densidad global, en la estación somera, tuvo un valor de 195, superior al del año 2017 con 171 haces/m^2, e inferior al valor del año 2016 (206 haces/m^2), aunque es el segundo valor más alto dentro de los últimos cinco años, después del 2016. El valor de la estación profunda (227 haces/m^2) fue superior al del año 2017 (201 haces/m^2) así como al del año 2016 (197), el valor del año 2018 en la estación profunda es el más alto medido en la serie histórica 2002-2018, debido al aumento de la densidad contabilizada, ya que la cobertura no fue algo inferior a la del año 2017.

Teniendo en cuenta los resultados de cobertura, densidad e índice de densidad global y con la información proporcionada por la red POSIMED de los últimos años (Guillén *et al*. 2013), la pradera de *Posidonia oceanica* de la estación de muestreo del Postiguet, se encuentra en estado estable de conservación, con claros síntomas de tendencia positiva en la densidad y estabilidad en la cobertura, aunque con ligera tendencia negativa en la estación somera, algo que se deberá corroborar en posteriores años de muestreo. Se observó gran cantidad de residuos de origen antrópico acumulados entre la *P. oceanica* en la estación somera, degradando la calidad ambiental de ésta. Asimismo también se puede encontrar entre las zonas arenosas otra fanerógama marina, *Cymodocea nodosa*.
Se recomienda, como acción puntual, tras la temporada estival y debido a su degradación ambiental, la organización de alguna jornada de limpieza submarina en la estación somera. Con esta acción se podría aliviar en lo posible la acumulación de residuos y simultáneamente realizar una acción de concienciación-sensibilización ambiental, favoreciendo la participación de buceadores voluntarios.

La especie de bivalvo *Pinna nobilis*, tuvo una presencia inexistente, debido al evento de mortalidad masiva detectada en el mediterráneo español desde finales del año 2016. La causa de la mortalidad es debida al protozoo del género *Haplosporidium pinnae* (*Catanese et al., 2018), que actúa de forma fulminante sobre la especie.

* Catanese, G., Grau, A., Valencia, J. M., Garcia-March, J. R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018). Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of invertebrate pathology*, *157*, 9-24.

6. Anexo fotográfico. Estación Postiguet 2018.

Fotografía 1. Sepia común (*Sepia officinalis*) sobre la pradera de posidonia.

Fotografía 2. Acumulación de residuos entre la pradera de *P. oceanica*.

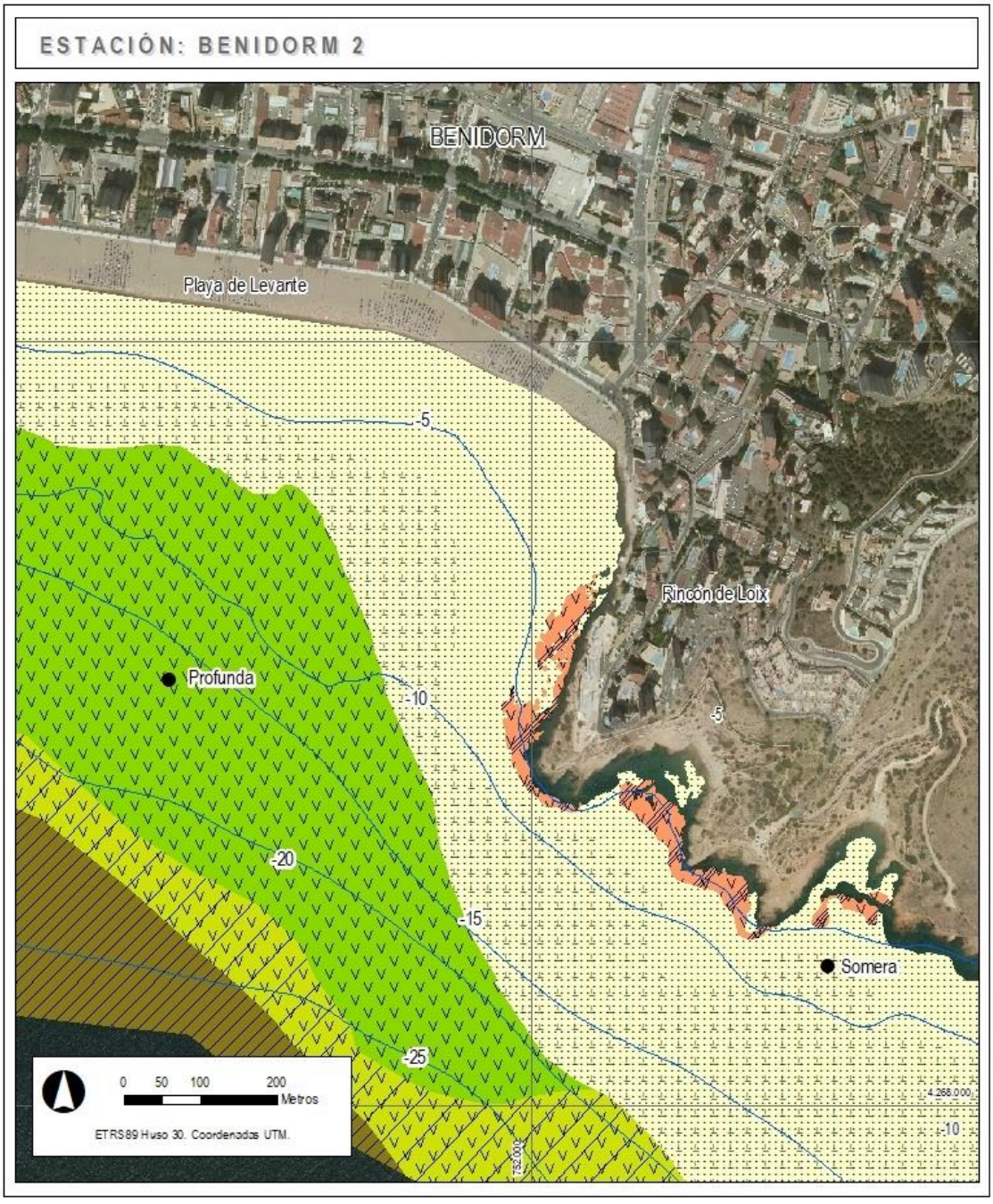
Fotografía 3. Voluntarios al inicio de la inmersión sumergiéndose desde la embarcación de la Policía Local de Alicante.

Fotografía 4. Fotografía del grupo de voluntarios después de la inmersión.

3.5.13. Benidorm 2.

Estación / municipio: Benidorm 2 / Benidorm	Fecha:19 /06/2018
Posición GPS: 30 S 752396 4268255 (-5 m) 30 S 751542 4268630 (-10 m)	Profundidad 5 y 10 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:



PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD: 8**

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**

Centro de buceo NISOS

RESULTADOS:

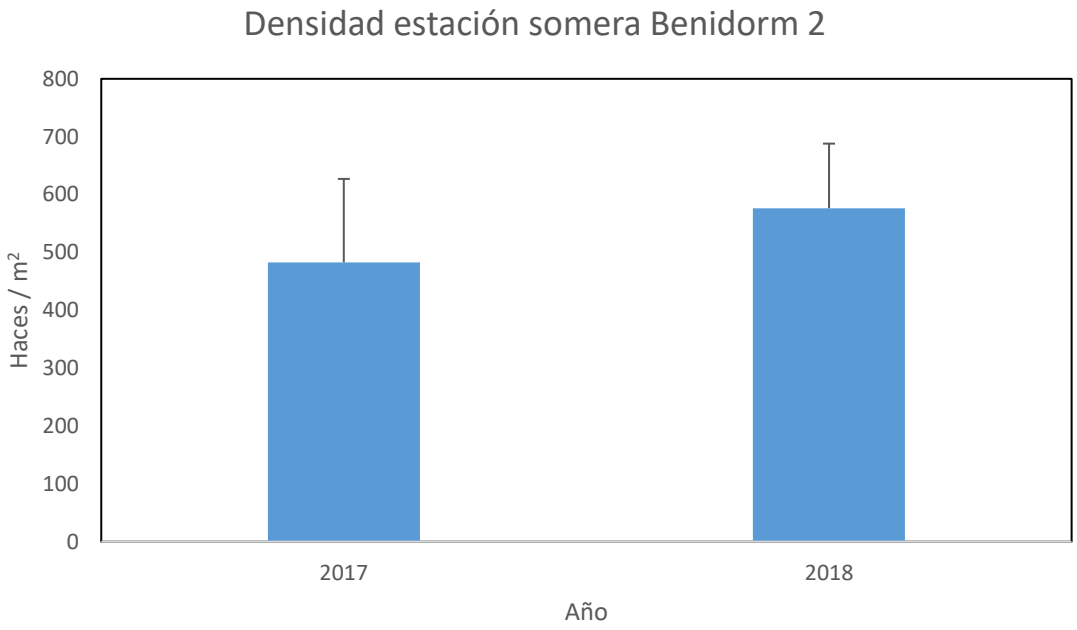


Figura 1: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceánica* en la estación somera.

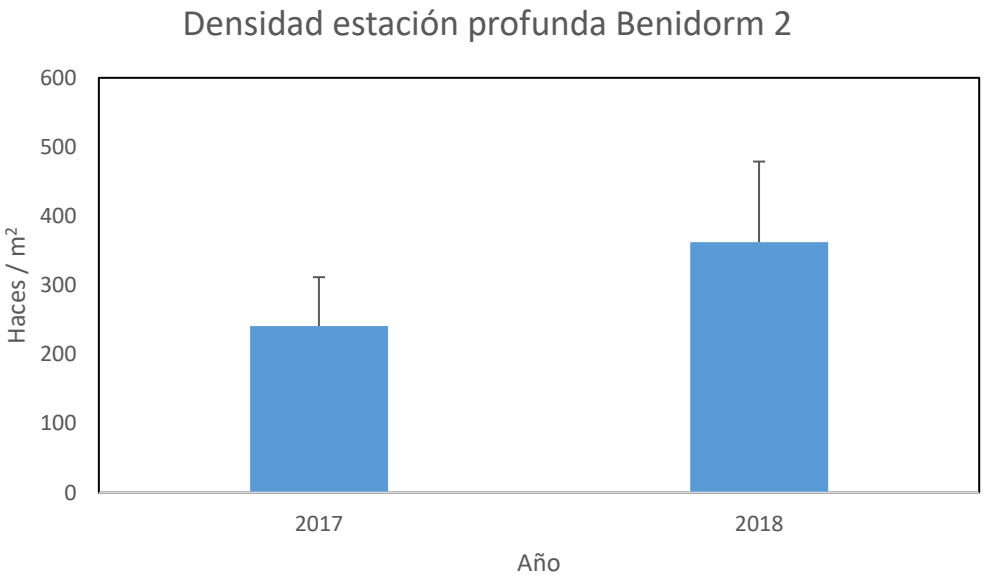


Figura 2: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceánica* en la estación profunda.

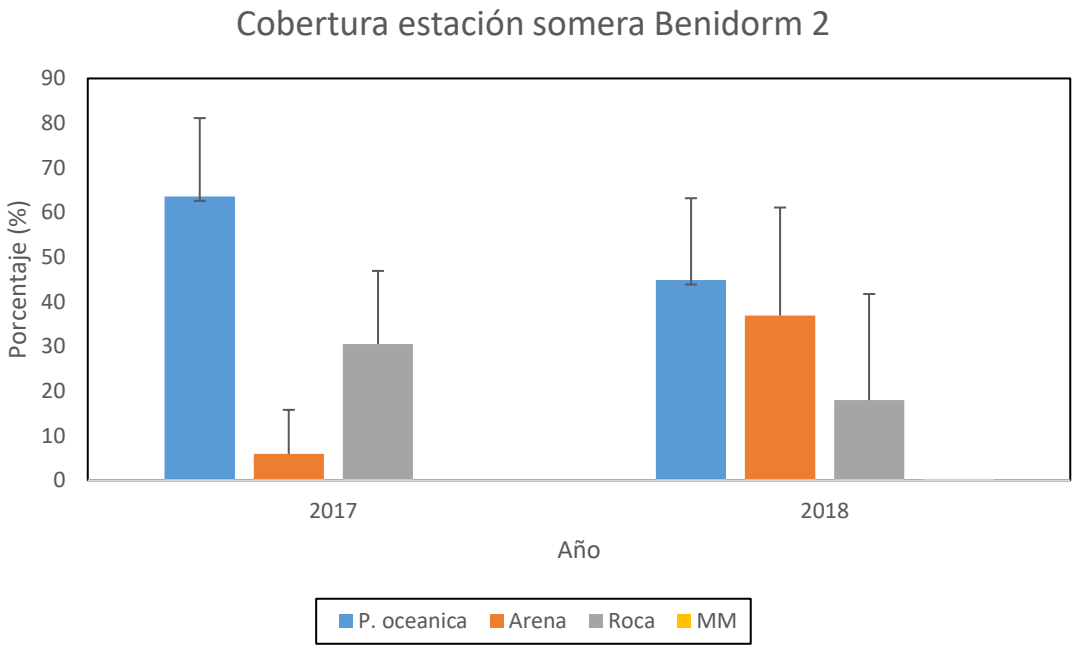


Figura 3: Promedio de cobertura de pradera de Posidonia oceanica. en la estación somera.

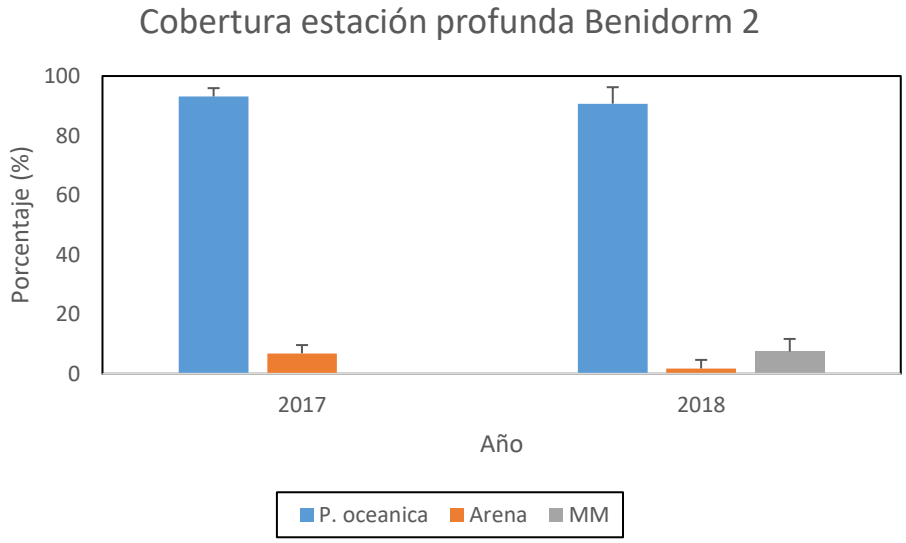


Figura 4 Promedio de cobertura de pradera de Posidonia oceanica en la estación profunda.

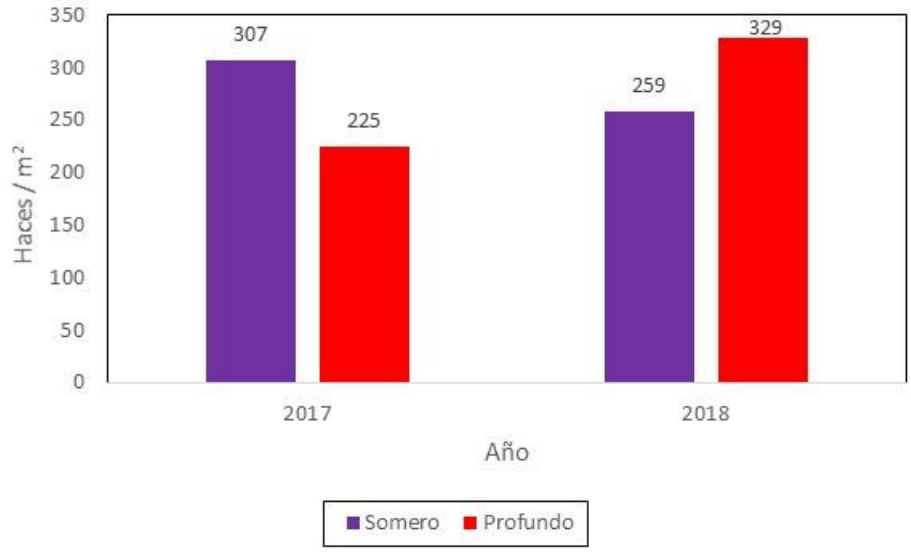


Figura 5. Densidad global en las estaciones de somera y profunda de la estación de muestreo de Campoamor-Orihuela.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018:

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m (n= 8)	576± 11.6	259
10 m (n = 7)	362,5 ± 116,4	329

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***M. muerta***
5 m (n=6)	44,85±18,32	36,9±24,19	17,95±23,78	0,3±0,84
10 m (n=6)	90,71±5,53	1,8±2,87		7,48±4,22

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindraceaa	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Benidorm2- 2018.

Las inmersiones se realizaron con personal propio del Instituto de Ecología Litoral (IEL) y voluntarios aportados por el centro de buceo NISOS de Benidorm. Las estaciones fueron muestreadas por segunda vez, por lo que no se dispone todavía de series históricas de datos con las que estudiar la tendencia y evolución de las praderas de esta zona.

Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-10 m). La primera situada frente a la Cala del Tío Ximo y la segunda en el Rincón de Loix, en la playa de Levante (Benidorm).

Se obtuvieron 15 muestras de densidad (8 en la somera y 7 en la estación profunda) y 12 de cobertura (seis en cada una de las estaciones).

El valor de densidad de en la estación somera fue 576 haces / m^2, promedio que puede considerarse normal-elevado dentro del rango de profundidad en el que se encuentra. Por otro lado, en la estación profunda la densidad fue de 362,5 haces / m^2, valor superior a los 241 haces / m^2 del año 2017. (Figuras 1 y 2).

La cobertura de *Posidonia oceanica* en la estación somera fue del 42 %, inferior al 63 % obtenido en 2017. La causa de este descenso se justifica por la metodología de muestreo, ya éstos no se realizan siempre en los mismos lugares exactos sino que pueden variar varios metros, lo que implica que, como ocurre en el año 2018, lo datos puedan incluir un mayor porcentaje de arenas (5,92 % en 2017 y 36,9 % en 2018). Esto no significa un empeoramiento de la pradera sino que se trata de una consecuencia del método de muestreo, por lo que sólo con la toma de datos en los próximos años se podrá comprobar la evolución real de la pradera de la zona. La menor cobertura encontrada en la estación somera fue debida a las características naturales de esta pradera, en la que manchas de *P. oceanica* de alta densidad se intercalan con grandes bloques rocosos (17,95%) y manchas de arena (36,9 %). Por el contrario, la estación profunda estuvo caracterizada por la ausencia de pendiente y la presencia de fondos arenosos, biotopo característico que favorece la presencia de praderas de *P. oceanica* (Figuras 3 y 4) con una densidad elevada (362, 5 haces / m^2) y una cobertura del 90 %.

Respecto al índice de densidad global, fue más elevado en la estación profunda (329) que en la somera (259), en esta última los valores descendieron respecto a 2017 debido a los menores valores de cobertura registrados, no por el empeoramiento del estado de la pradera sino por la variabilidad introducida al muestrearse de forma aleatoria dentro de la misma zona, como ya se comentó en el

párrafo anterior. Respecto a la zona profunda, el aumento del valor de la densidad global fue debida a los altos valores de densidad obtenidos, ya que la cobertura fue similar (90 %) a la registrada en 2017 (Figura 5).

En resumen, en función de estas variables (densidad y cobertura) se puede considerar que la pradera de *Posidonia oceánica* en las estaciones somera (Cal Tío Ximo) y profunda (Rincón de Loix), se encuentra en un buen estado de conservación, aunque para confirmarlo serán necesarios más años de muestreo, a través de los cuales se pueda comprobar la tendencia, tanto en densidad como en cobertura.

Al igual que en el año 2017, se detectó la presencia del alga invasora *Caulerpa cylindracea* en la estación somera.

Anexo fotográfico. Estación Benidorm2-2018.

Fotografía 1. Aspecto de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda.

Fotografía 2. Bloques rocosos en la estación somera próxima a la Cala del Tío Ximo.

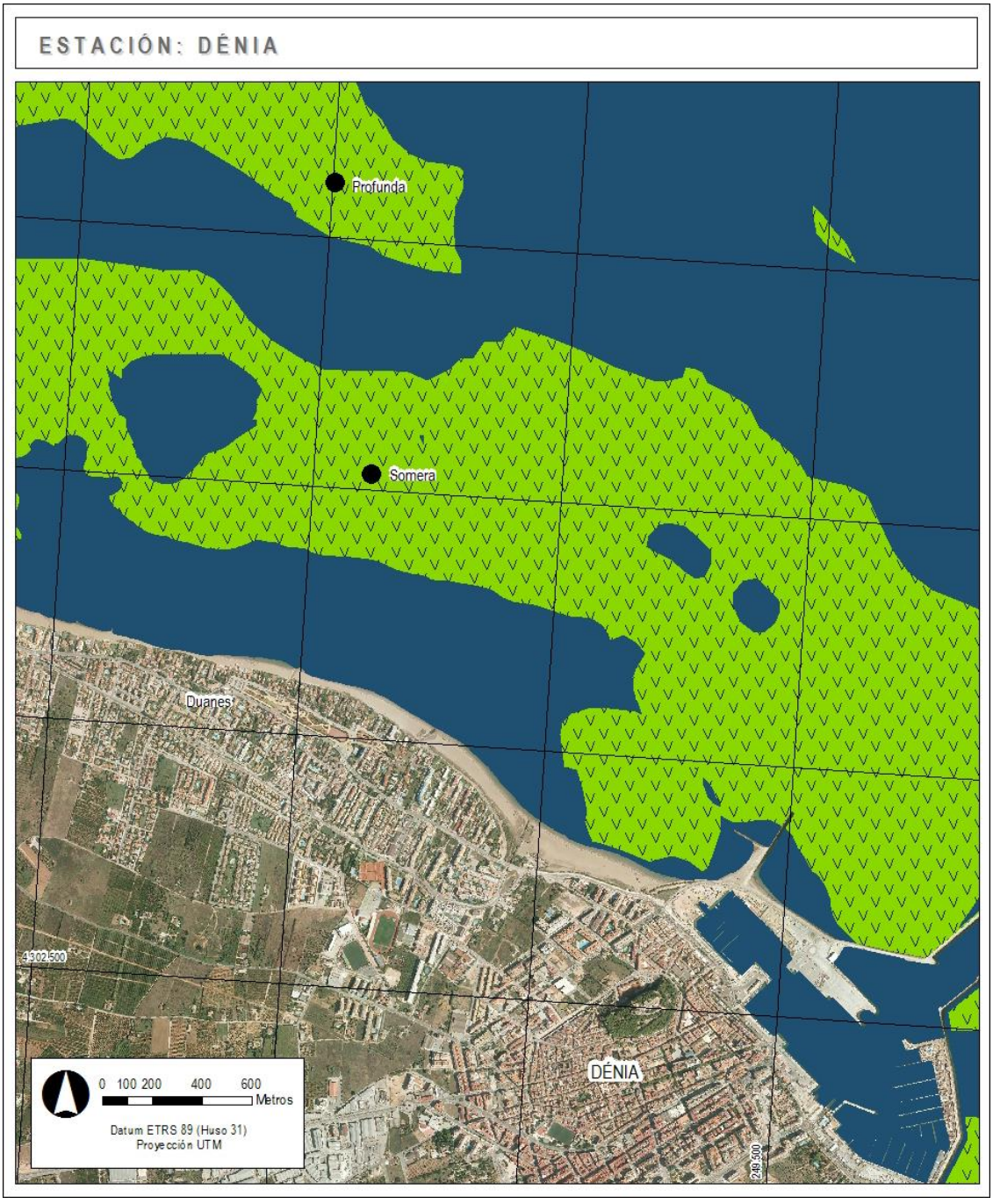
Fotografía 3.Toma de datos de densidad en la estación profunda.

Fotografía 4. Voluntarios participantes en las inmersiones de la estación Benidorm 2.

3.5.14. Denia.

Estación / municipio: DENIA / ALICANTE	Fecha: 29/05/2018
Posición GPS: 31S 0247778 4306828 (-13 m) 31S 0247924 4305658 (-5 m)	Profundidad: 5 y 13 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:



PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD:** 5

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  Centro de Buceo Mardays (Denia). Responsable: Santiago Jiménez-Gutiérrez.

RESULTADOS:

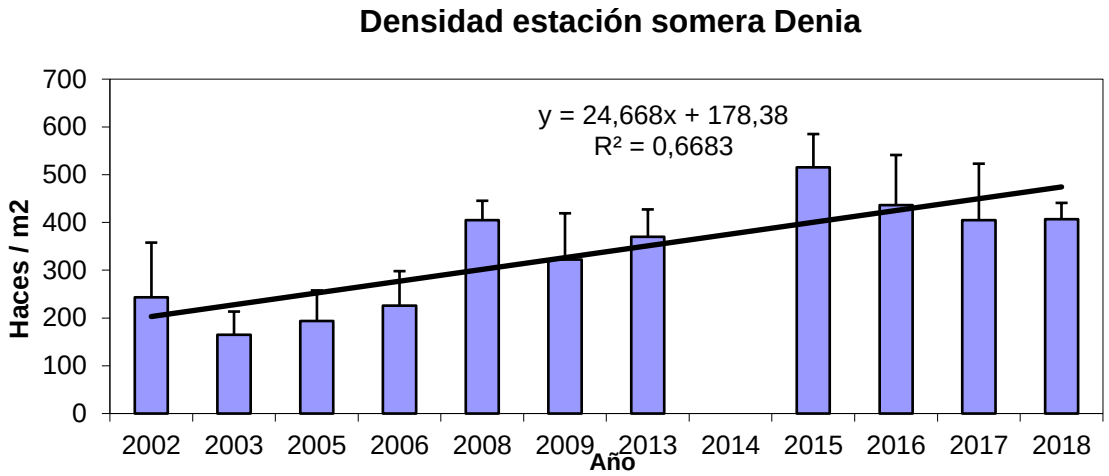


Figura 1: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

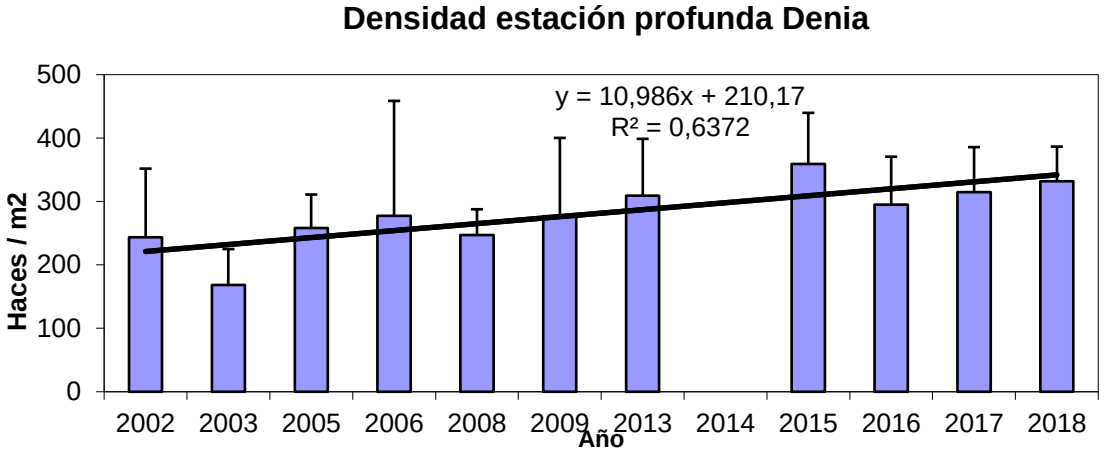


Figura 2: Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 13 m de profundidad.

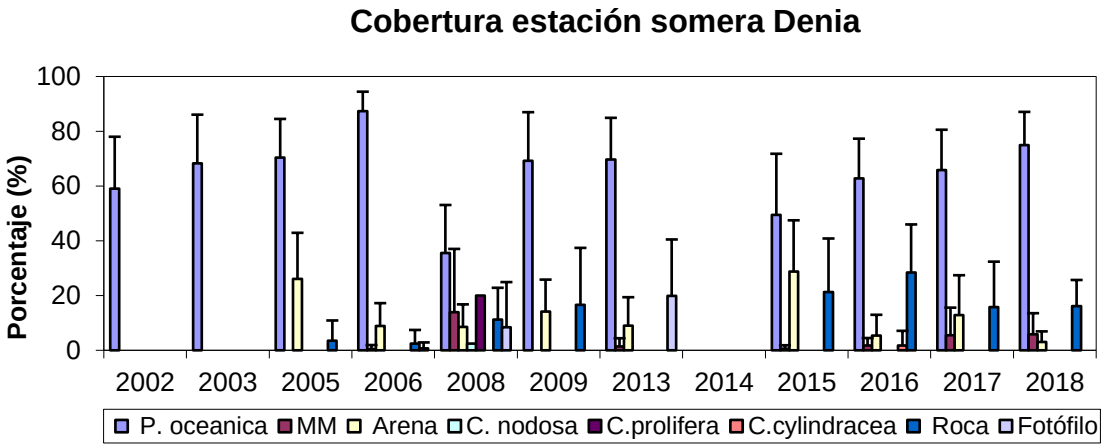


Figura 3: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación somera ubicada a 5 m de profundidad.

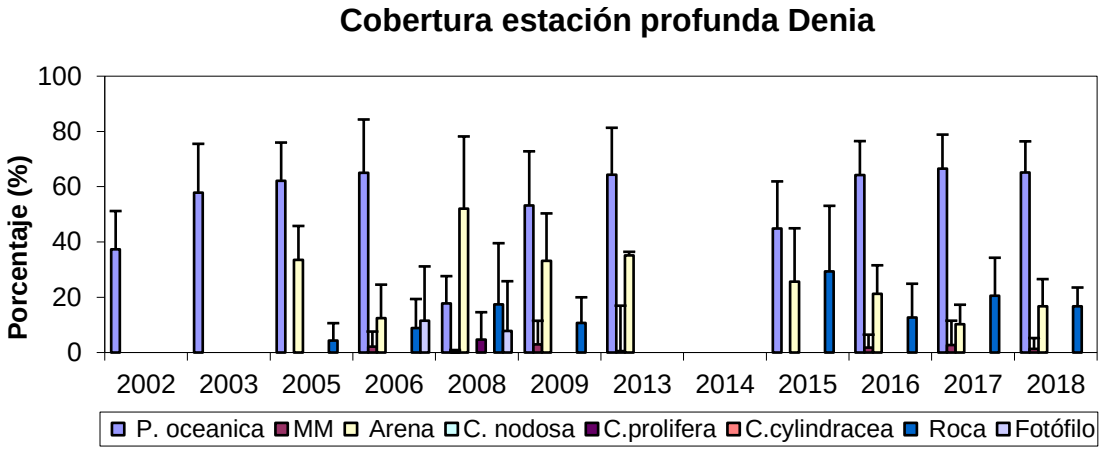


Figura 4: Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2002 – 2018, en la estación profunda ubicada a 13 m de profundidad.

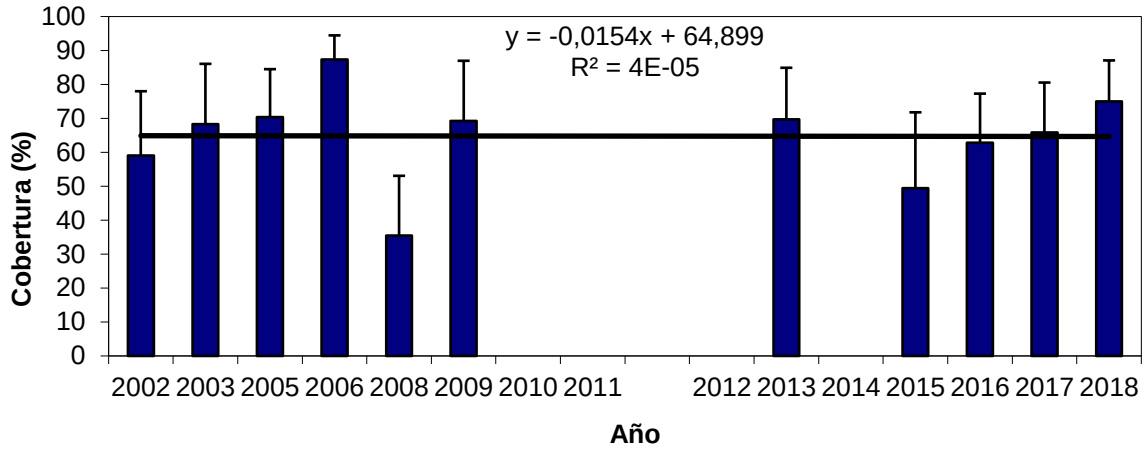


Figura 5. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación somera durante el periodo 2002-2018.

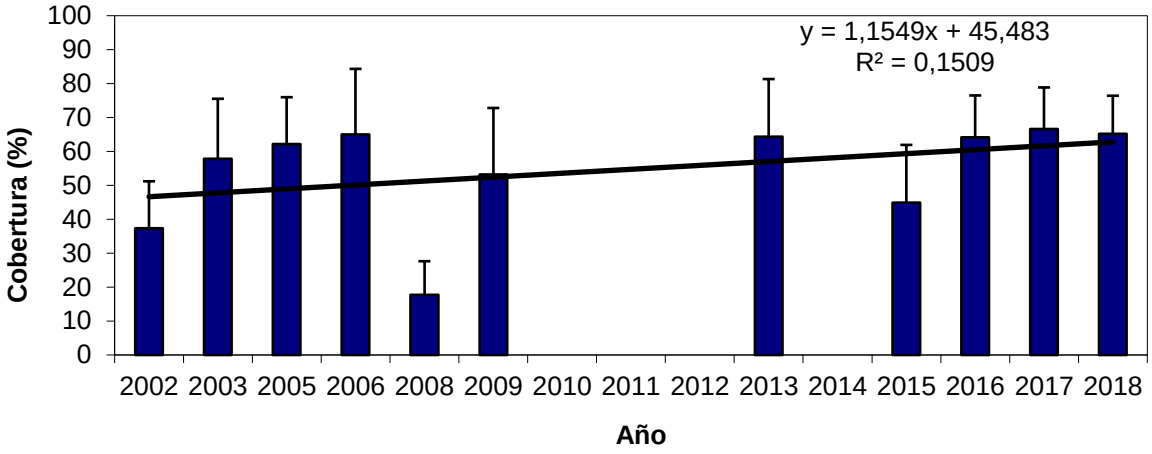


Figura 6. Cobertura y línea de tendencia de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda durante el periodo 2002-2018.

Tabla 1. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SM*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	92149,34	92149,34	0,85	0,72	23,15*
Residuos	9	35829,76	3981,084			
Total	10	127979,10				

Tabla 2. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable densidad para la estación profunda. SC= suma de cuadrados; CM= promedio de los cuadrados; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	18194,94	18194,94	0,83	0,68	19,44*
Residuos	9	8425,70	936,19			
Total	10	26620,64				

Tabla 3. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación somera . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	2,22	2,22	0,035	0,0012	1,29ns
Residuos	9	1828,77	203,20			
Total	10	1830,99				

Tabla 4. Resultado del contraste de hipótesis (análisis de varianza) de la variable cobertura para la estación profunda . SC= suma de cuadrados; CM cuadrados medios; r = coeficiente de correlación lineal simple; R^2= coeficiente de determinación; gl = grados de libertad; F = F calculado: * = P < 0,05. ns = no significativo.

Fuentes de variación	*gl*	*SC*	*CM*	*r*	R^2	*F*
Regresión	1	297,35	297,35	0,35	0,13	0,29*
Residuos	9	2072,75	230,31			
Total	10	2370,09				

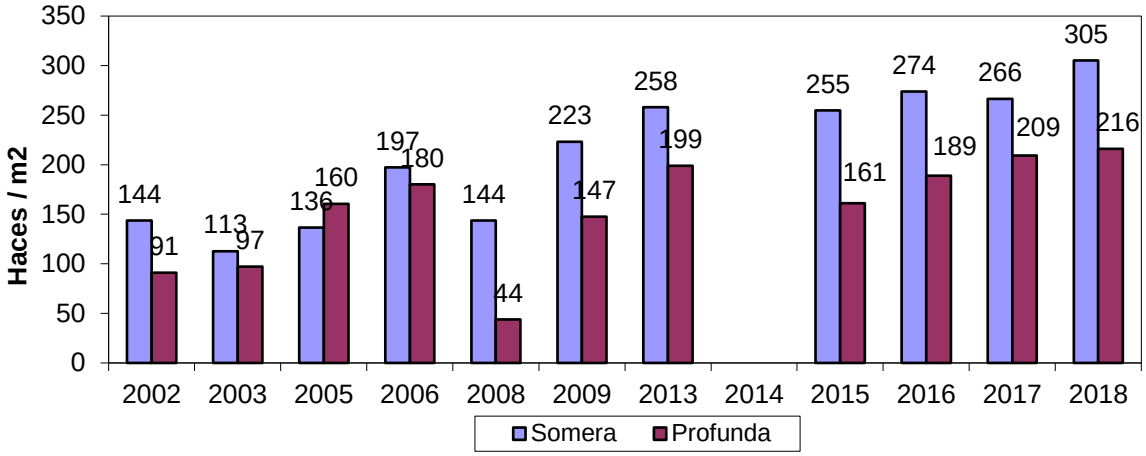


Figura 7. Evolución de la densidad global en cada una de las campañas realizadas en la estación de Denia.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018.

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5 m n= 9	406,94± 34,01	305
13 m n = 9	332,00± 54,62	216

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***C.cylindracea***
5 m (n = 9)	74,98±12,10	3,02±3,88	16,18±9,51	5,82±7,73	
13 m (n=9)	65,20±11,21	16,76±9,81	16,68±6,84	1,38±3,86	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindracea	X	
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Denia 2018.

Las inmersiones se realizaron con un grupo de 5 voluntarios, personal propio del Instituto de Ecología Litoral (IEL). Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5 m) y otra profunda (-13 m). Se obtuvieron un total de 18 muestras de densidad (9 en cada una de las dos profundidades) y 18 de cobertura (con 9 réplicas por profundidad).

En la estación somera se obtuvo una densidad promedio de 406 haces / m^2, similar al obtenido en 2017 e inferior a los 436 haces / m^2 registrados en 2016, manteniéndose la tendencia positiva en la evolución de la pradera desde el año 2002 (Figura 1), que fue comprobada estadísticamente, obteniéndose diferencias significativas, rechazándose la hipótesis nula y corroborando la relación lineal positiva entre el año de muestreo y la densidad de haces en la estación somera (Tabla 1). En la estación profunda, se obtuvo un valor de densidad superior (332 haces / m^2) al obtenido en el año 2017 (295 haces / m^2) hecho probablemente circunstancial, debido al tipo de muestreo realizado, con disposición aleatoria de los cuadrantes de densidad dentro de la misma zona. Analizando los valores de forma global desde el año 2002, la densidad de la estación profunda presentó una tendencia positiva (Figura 2), con una alta significación estadística (Tabla 2), lo que indica la existencia de una relación lineal entre los años de muestreo y los datos de densidad obtenidos en el periodo de tiempo anteriormente comentado.

La cobertura, entendiendo como tal, el porcentaje de recubrimiento de *Posidonia oceanica*, en la estación somera fue del 74,98% superior al 62,8% registrado en 2017. La composición de los fondos de la zona, se completó con altos porcentajes de roca (16,18%) seguidos de arena (3,02%) y zonas de mata muerta (5,82%) (Figura 3). Por lo que respecta a la estación profunda, los valores de *P. oceanica* (65,20%) fueron similares a los obtenidos en 2017 (66,5 %) y 2016 (64 %). El resto de tipos de fondo presentes en la estación profunda fueron los fondos arenosos (16,76%), rocosos (16,68%) y en menor porcentaje, mata muerta (1,38%), (Figura 4).

El análisis de la tendencia de la cobertura de *Posidonia oceanica* entre los años 2002 y 2018, muestra aparentemente una ligera pendiente negativa, aunque no suficiente, (Figura 5), la cual fue confirmado por los análisis estadísticos al no detectar diferencias significativas entre los datos de cobertura y los años de muestreo (Tabla 3). Por lo que respecta a la estación profunda, los datos nos cierta tendencia positiva (Figura 6), no siendo suficiente todavía la pendiente como para ser confirmada estadísticamente, ya que no hubo significación del modelo de regresión una vez aplicado el análisis de varianza (Tabla 4).

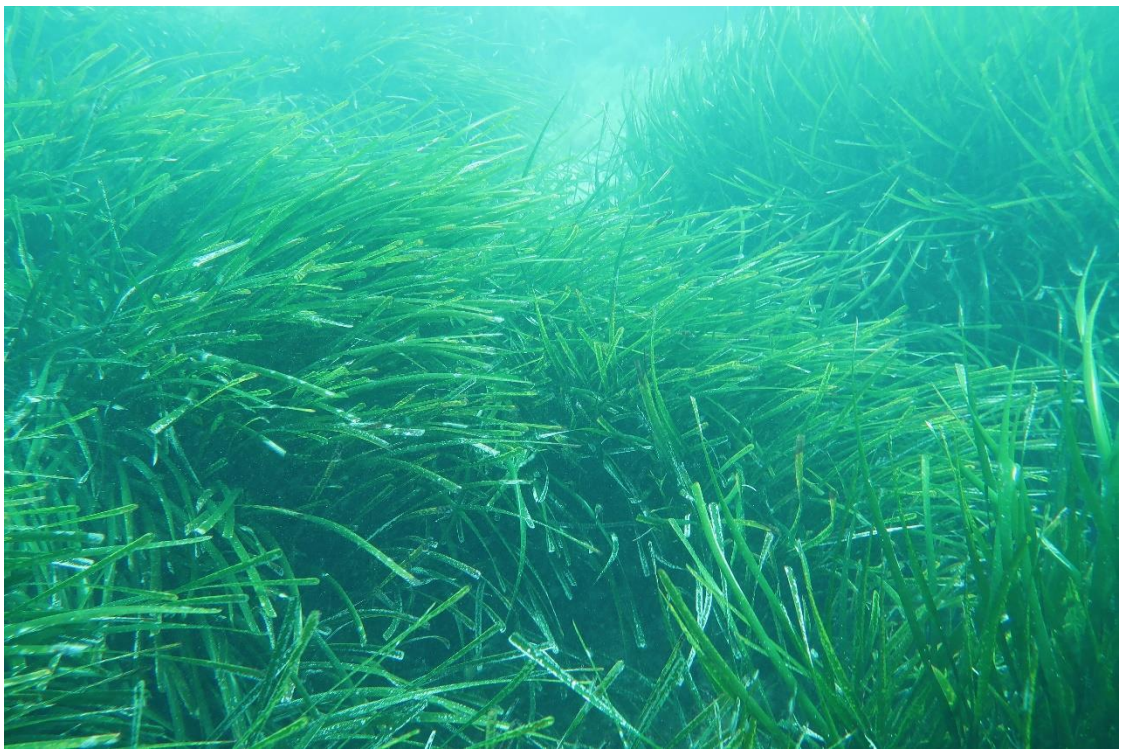
El índice de densidad global reflejó, para ambas estaciones, valores superiores a los obtenidos durante los últimos años (Figura 7). La estación somera tuvo el mayor valor de todas las campañas (305 haces / m2) como consecuencia de la conjunción de una elevada densidad y cobertura. Por su parte, la estación profunda (216 haces / m2) tuvo valores similares a los obtenidos en el año 2017 (209

haces / m2) consecuencia de una cobertura similar y un ligero aumento de la densidad.

En resumen, las estaciones de muestreo somera y profunda presentaron tendencias positivas en cuanto a la variable densidad (haces / m^2), mientras que para la cobertura de *P. oceanica* (%) se apreciaron tendencias estables; si bien esta fue ligeramente positiva en la estación profunda y negativa en la somera, aunque su importancia todavía no fue suficiente como para ser tener significación estadística. Estos datos son prácticamente coincidentes con Guillén *et al*., 2013, por lo que no se ha apreciado un cambio en las tendencias, teniendo en cuenta que los datos utilizados por estos autores fueron tomados en el periodo 2002 - 2009.

Se detectó la presencia del alga invasora *Caulerpa cylindracea*, antes *Caulerpa racemosa,* en las estaciones muestreadas.

5. Anexo fotográfico. Estación Denia 2018.



Fotografía 1. *Posidonia oceanica* en la zona de muestreo.

Fotografía 2. Presencia de individuos de *Chrysaora hysoscella*.

Fotografía 3. Voluntarios para realizar las tareas de buceo.

Fotografía 4. Preparativos de la inmersión en el puerto de Denia.

3.5.15. Campoamor-Orihuela.

Estación / municipio: Campoamor-Orihuela	Fecha: 25/07/2018
Posición GPS: 30 S 0698167 4196613 (-5,5 m) 30 S 0698547 4196785 (-9,5 m)	Profundidad 5,5 Y 9,5 m

MAPA BIONÓMICO DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO:

PARTICIPACIÓN:

- **Nº DE PARTICIPANTES EN LA ACTIVIDAD: 8**

- **CENTRO / CLUB DE BUCEO COLABORADOR:**
  BALISER. Instituto de Ecología Litoral.

RESULTADOS:

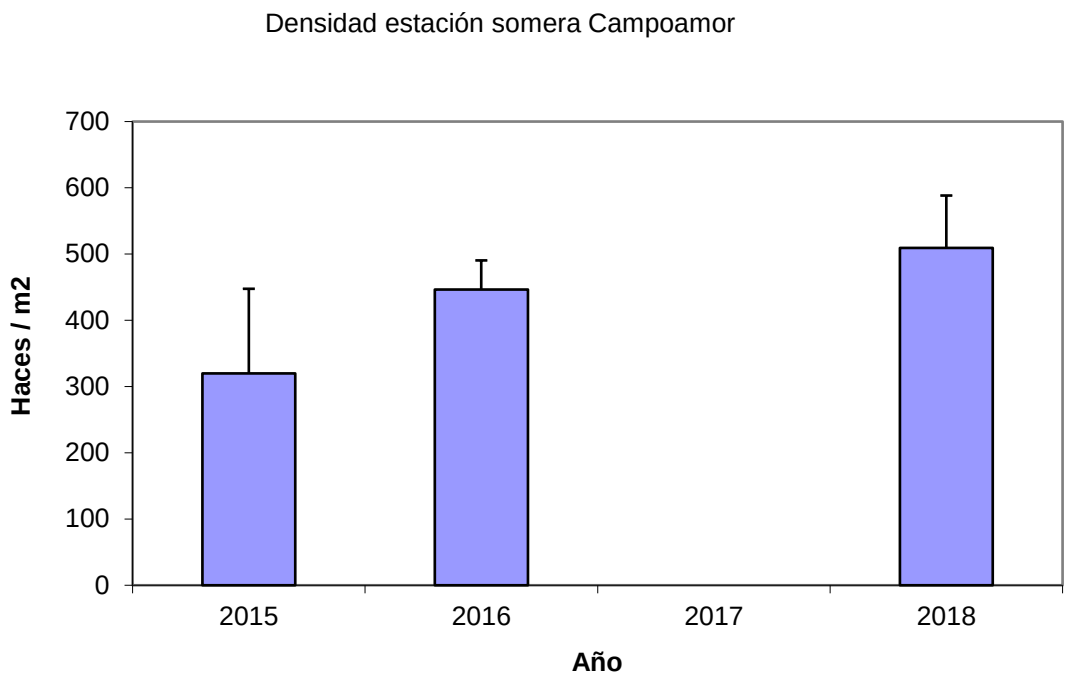


Figura 1 Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m^2) en el período 2015 – 2016, en la estación somera.

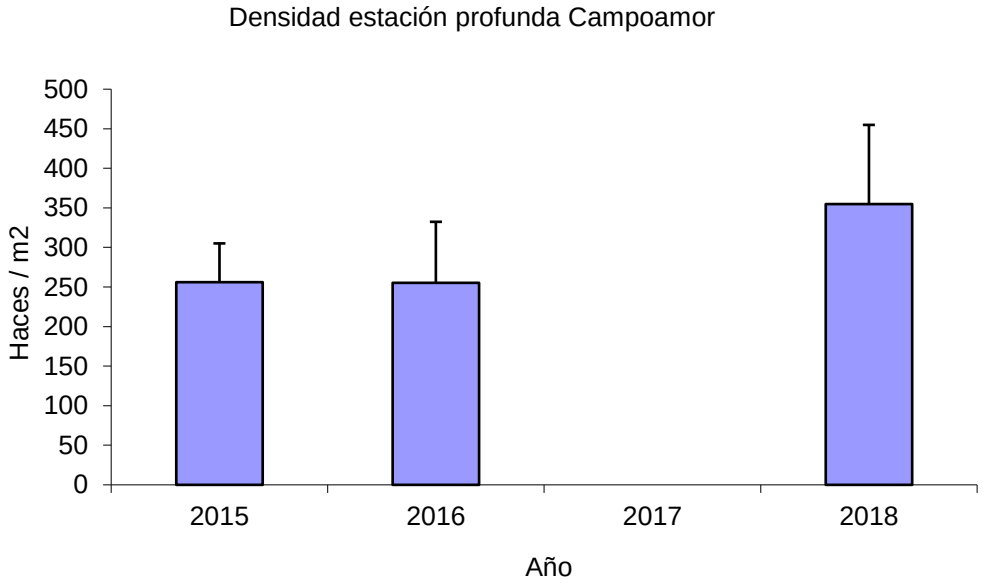


Figura 2. Promedio de densidad de pradera de *Posidonia oceanica* (en haces/m2) en el período 2002 – 2016, en la estación profunda.

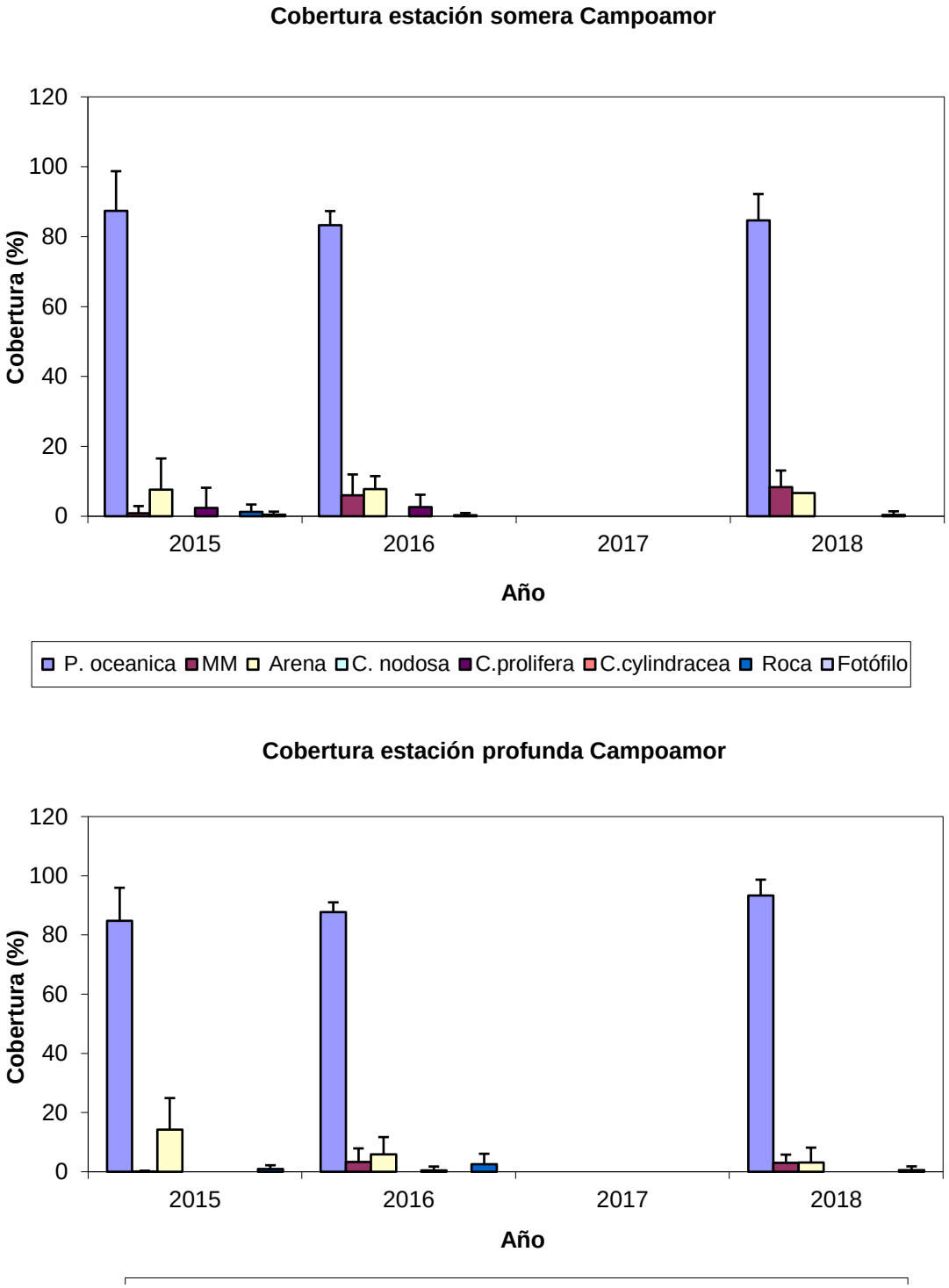


Figura 4. Promedio de cobertura de pradera de *Posidonia oceanica* (en %) en el período 2015 – 2016, en la estación profunda.

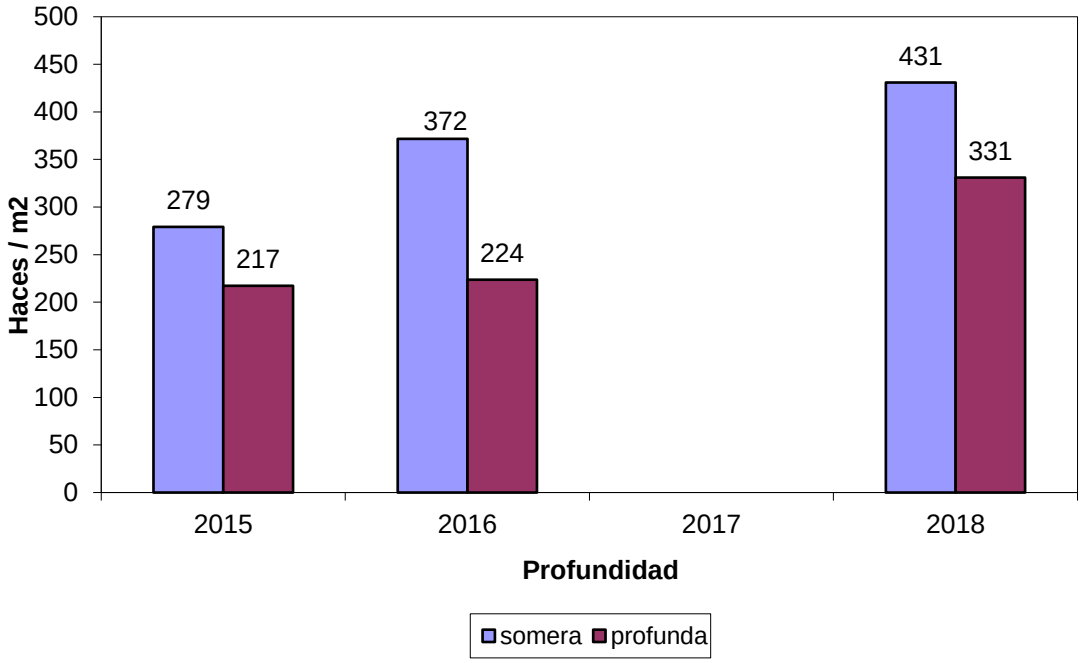


Figura 5. Densidad global en las estaciones de somera y profunda de la estación de muestreo de Campoamor-Orihuela.

DATOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2018

Profundidad (m)	***Densidad promedio(haces/m2)***	***Densidad global***
5,5 m (n= 9)	509,02± 79,31	431
9,5 m (n = 9)	354,86±99,98	331

n = número de muestras

Profundidad	***P. oceanica***	***Arena***	***Roca***	***Mata muerta***	***C.prolifera***
5,5 m (n=6)	84,66±7,53	6,62±8,08	0,35±1,06	8,35±4,73	
9,5 m (n=9)	93,28±5,39	3,11±5,05	0,57±1,25	3,02±2,77	

n = número de transectos

Presencia de OTRAS ESPECIES

Especies invasoras	***SI***	***NO***
Caulerpa cylindraceaa		X
Caulerpa taxifolia		X
Asparagopsis taxiformis		X
Lophocladia lallemandii		X
Especies de interéss	***SI***	***NO***
Pinna nobilis		X
Pinna rudis		X

Resumen. Estación Campoamor-Orihuela 2018.

Las inmersiones se realizaron con personal propio del Instituto de Ecología Litoral (IEL), con la colaboración de la empresa local BALISER y voluntarios. Las estaciones fueron muestreadas por

tercer año desde 2015, por lo que no se dispone todavía de series históricas de datos suficientes con los que estudiar la tendencia y evolución de las praderas de esta zona.

Se muestrearon dos estaciones, a dos profundidades, una somera (-5,5 m) y otra profunda (-9,5 m) en una zona situada en las cercanías del puerto de deportivo Campoamor.

Se obtuvieron 18 muestras de densidad (9 en cada una de las estaciones de muestreo) y 18 de cobertura.

El valor de densidad en la estación somera fue 509 haces / m^2, promedio superior al obtenido en 2016 (447 haces / m^2) y que puede considerarse un valor normal dentro del rango de profundidad en el que se encuentra. En la estación profunda la densidad fue de 354 haces / m^2 también superior a la en los años 2015 y 2016 (255 haces / m^2).

La cobertura de *Posidonia oceanica* sobrepasó el 80 en ambas estaciones. En la estación somera el porcentaje de recubrimiento de *Posidonia oceanica* fue del 84,66%, seguido en importancia por mata muerta (8,35 %) y por arena (6,6%), esta última con la presencia del alga *Caulerpa prolifera* y, en menor medida, fondos rocosos (0,35 %). Por lo que respecta a la estación profunda, la cobertura de *P. oceanica* fue 93, 28% valor algo superior al 87,73% del año 2016. Respecto al resto de tipos de fondo presentes en la estación de muestreo, le siguieron en importancia los fondos de arena (3,11 %) y los de mata muerta (3 %).

El índice de densidad global fue más elevado tanto en la estación somera (431) que en los años 2015 y 2016, debido a los mayores valores de densidad obtenidos en 2018. En la estación profunda, el valor de densidad global (331) fue también superior a los obtenidos en 2015 (224) y 2016 (216) debido a que los valores tanto de densidad com de cobertura fueron superiores a los obtenidos en las anteriores campañas de muestreo.

En resumen, los resultados obtenidos de los muestreos realizados en la estación de Campoamor-Orihuela durante el año 2018, tienen valores promedio superiores de densidad y cobertura a los obtenidos los años 2015 y 2016, por lo que se considera que la pradera durante este tiempo no ha sido afectada por nuevos impactos que la hayan podido degradar, de hecho los valores indicarían una mejoría que habría que comprobar con los muestreos que se produzcan en los próximos años.

Por lo tanto, en función de las variables densidad y cobertura, se puede considerar que la pradera de *Posidonia oceanica* está en un buen estado de conservación, aunque para confirmarlo serán

necesarios años de muestreo a través de los cuales poder comprobar las tendencias en ambas variables. Otros factores de tipo cualitativo que nos ayudan a confirmar un buen estado de esta fanerógama marina: en primer lugar no se ha detectado el alga invasora *Culerpa cylindracea*, antes *Caulerpa racemosa* . No se han detectado individuos vivos de la especie de bivalvo *Pinna nobilis,* afectado por un protozoo (*Haplosporidium pinnae*) que ha acabado con todas las poblaciones conocidas en la provincia de Alicante.

5. Anexo fotográfico. Estación Campoamor-Orihuela 2018.

Fotografía 1. Aspecto de la pradera de *Posidonia oceanica* en la estación profunda de Campoamor-Orihuela.

Fotografía 2. Toma de datos de cobertura en la pradera de *Posidonia oceanica*.

Fotografía 3. El alga *Caulerpa prolifera* en claros de *Posidonia oceanica*.

Fotografía 4. Embarcación utilizada durante los muestreos.

AGRADECIMIENTOS

El Instituto de Ecología Litoral agradece la participación de la Policía Local de Alicante, Policía Local de Benidorm, Ayuntamiento de Calpe, Reserva marina de la isla de Tabarca, centros de buceo, clubes y asociaciones deportivas. Especialmente queremos dar las gracias a todos los voluntarios y voluntarias, ya que sin su labor desinteresada, no hubiera sido posible la realización de este proyecto.

Equipo de trabajo Instituto de Ecología Litoral:

Juan Guillén Nieto (Dr en Biología)

Santiago Víctor Jiménez Gutiérrez (Licenciado en Biología)

Joaquín Martínez Vidal (Licenciado en Ciencias del Mar)

Jesús López Pastor (Grado en Biología)

Paula Pérez Sánchez (Grado en Ciencias del Mar)

Redacción informe:

Santiago Víctor Jiménez Gutiérrez (Licenciado en Biología)

Jesús López Pastor (Licenciado en Biología)

Paula Pérez Sánchez (Grado en Ciencias del Mar)

El Campello, 2 de octubre 2018.

Dr. Gabriel Soler Capdepón

Director científico Instituto de Ecología Litoral