

## **ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS PRADERAS DE POSIDONIA OCEANICA EN LITORAL DE LA COMUNITAT VALENCIANA. 2022**

El presente informe se realiza a petición de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Infraestructuras y Territorio, D.G. Medi Natural i Animal, Servicio de Vida Silvestre y Red Natura 2000 (SVS), para determinar el estado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* de la Comunidad Valenciana. Este informe actualiza el realizado en 2020<sup>1</sup>.

### **1. Series de datos.**

Los datos analizados provienen de la hoja de cálculo (Excel) que mantiene el SVS donde se vuelcan los datos obtenidos de distintos proyectos de seguimiento de praderas de *Posidonia* en las costas valencianas, obtenidos por el IEL dentro de su programa POSIMED, hasta el año 2022 y el seguimiento de la Directiva Marco del Agua, de la Dirección General de Calidad Ambiental, y también del seguimiento de reservas marinas de interés pesquero y LICs, de la Dirección General de Pesca. Los datos hacen referencia a los parámetros: densidad, definida en el número de haces de *P. oceanica* por metro cuadrado; cobertura de pradera, expresada en porcentaje de pradera registrada; densidad global, o producto de los dos anteriores parámetros; y presencia de especies algales invasoras.

En la Tabla 1 se relacionan las diferentes estaciones de seguimiento de praderas de *P. oceanica* en los espacios marinos protegidos de competencia autonómica en materia de biodiversidad en la Comunidad Valenciana, y que cuentan con una serie interanual de más de 5 años. De estos espacios se excluyen el frente marino de l'Albufera, al carecer de praderas de *P. oceanica*, y el de la Serra d'Irta, donde la serie temporal es de sólo 3 años.

---

<sup>1</sup> IEL, 2020. Informe 3/20. Análisis de los datos de macrodescriptores de praderas de *Posidonia oceanica* como descriptor de Estrategias Marinas, para el Servicio de Vida Silvestre de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Inf. Técn. 17 pp.

Tabla 1. Relación de estaciones de seguimiento de praderas de *Posidonia oceanica* en espacios marinos de competencias autonómica en la Comunidad Valenciana, con indicación de la red de muestreo y entidad responsable de su toma de datos y número de años en los que se ha realizado. Abreviaturas de Entidades: IEL: Instituto de Ecología Litoral; UA: Universidad de Alicante; UCV: Universidad Católica de Valencia. Las letras S y P, significan nivel somero (5 m) y profundo (en torno a 10 o más m de profundidad).

LIC	Red muestreo	Estación	Prof. (m)	Entidad	Años
Prat de Cabanes - Torreblanca	Servicio de Pesca G.V.	Cabanes 1	8,5	IEL/UCV	6
		Cabanes 2	7,3	IEL/UCV	8
El Montgó	POSIMED	Cala del Tangó S	5	IEL	10
		Cala del Tangó P	10	IEL	10
Serra Gelada i litoral de la Marina Baixa	POSIMED / Servicio de Pesca G.V. / D.G. Calidad Ambiental	Cala de la Mina S	5	IEL	18
		Cala de la Mina P	11	IEL	17
		Altea S	5	IEL	20
		Altea P	17	IEL	20
		Altea (DMA)	15	UA	11
		Benidorm 1 S	5	IEL	19
		Benidorm 1 P	10	IEL	20
		Benidorm 2 S	5	IEL	6
		Benidorm 2 P	10	IEL	6
		Racó del Conill S	5,4	IEL	11
		Racó del Conill P	11	IEL	10

Además, en la tabla 2, se aportan los datos de los espacios de la red Natura 2000 costera competencia del Ministerio para la Transición Ecológica. Para evitar la falta de significación estadística, en el presente análisis se ha considerado tomar únicamente aquellas estaciones o localidades con una serie temporal mínima de 5 años. Contando con estaciones en todos los espacios marinos, con la excepción del LIC de Alguers de Burriana, Nules, Moncofa, del que no se posee información de ninguna estación de seguimiento.

Tabla 2.. Relación de estaciones de seguimiento de praderas de *Posidonia oceanica* en otros LICs, con indicación de la red de muestreo y entidad responsable de su toma de datos y número de años en los que se ha realizado. Abreviaturas de Entidades: IEL: Instituto de Ecología Litoral; UA: Universidad de Alicante.

LIC	Red muestreo	Estación	Prof. (m)	Entidad	Nº años
Orpesa i Benicàssim	D.G. Calidad Ambiental	Oropesa	16	UA	15
		Benicàssim	15	UA	15
L'Almadrava	POSIMED	Denia S	5	IEL	15
		Denia P	13	IEL	15
	D.G. Calidad Ambiental	Denia (DMA)	15	UA	9
Marina Alta	D.G. Calidad Ambiental	Jávea (DMA)	15	UA	7
Ifac	POSIMED	Calpe S	5	IEL	20
		Calpe P	9	IEL	20
	D.G. Calidad Ambiental	Calpe (DMA)	14	UA	14
Cap de Les Hortes	POSIMED	Cabo de Huertas S	5	IEL	19
		Cabo de Huertas P	12	IEL	19
		El Campello S	6	IEL	19
		El Campello P	11	IEL	19
	D.G. Calidad Ambiental	Cabo de Huertas (DMA)	14	UA	8
Tabarca	POSIMED	Nao S	5	IEL	20
		Nao P	13	IEL	20
		Escull Negre S	5	IEL	20
		Escull Negre P	9	IEL	19
		Santa Pola S	5	IEL	16
		Santa Pola P	9	IEL	19
	D.G. Calidad Ambiental	Tabarca (DMA)	15	UA	5
		Alicante (DMA)	16	UA	11
		S. Pola (DMA)	14	UA	10
Cabo Roig	POSIMED	Campoamor S	5,5	IEL	7
		Campoamor P	9,5	IEL	7
	D.G. Calidad Ambiental	Torrevieja (DMA)	14	UA	7
		Pilar de la Horadada (DMA)	16	UA	8

La metodología seguida en cada red de muestreo es la misma, la propuesta por Romero (1985)<sup>2</sup> y Sánchez Lizaso (1993)<sup>3</sup>. Consistente para el caso de las medidas de densidad, en el conteo de haces en cuadrados de 40 cm de lado ubicados al azar dentro de la pradera y, en el caso de la cobertura en la realización de transectos de entre 20 y 30 m de longitud sobre los que se anotan los tramos ocupados por pradera de *P. oceanica*, los claros de arena, mata muerta o sustratos rocosos. En todos los casos, se toma el mismo número de réplicas: 9 réplicas tanto para densidad como para cobertura en cada estación o localidad. Por tanto, los resultados son plenamente comparables.

Los análisis realizados para valorar el estado de las praderas de *P. oceanica* son dos:

- Análisis de pendientes aplicado a los descriptores: densidad, cobertura y, densidad global.
- Análisis de tendencias aplicando el programa TRIM.

2 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.

3 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.

## 2. Análisis de pendientes.

Para valorar la significación estadística de las series de valores, se ha optado por calcular las respectivas rectas de regresión para cada estación, valorando su pendiente, como tendencia positiva o negativa, y su correspondiente grado de significación estadística, realizando para ello un análisis de regresión lineal por el método de "mínimos cuadrados". Los valores de ajuste ( $R^2$ ) se han testados mediante análisis de varianza, interpretando que no hay significación estadística, cuando el factor de significación de F es  $< 0,1$  (nivel de significación P por debajo del 90%); hay escasa significación si  $0,05 \leq F < 0,1$  (P entre 90 y 95%); significación media si  $0,01 \leq F < 0,05$  (P entre 95 y 99%); y alta significación estadística si  $F \leq 0,01$  (P por encima del 99%). La falta de significación estadística o un bajo nivel de ésta, puede ser debido a tres causas:

- Una serie relativamente corta de valores.
- Un cambio en la tendencia durante la serie asociado a una alteración producida en una pradera estable o en recuperación.
- Una falta de correlación clara entre tendencias positivas o negativas, que se asociaría con una situación estacionaria.

Para valorar la evolución experimentada en las praderas en los últimos años, sólo se han considerado aquellas estaciones, con al menos un valor en los últimos 3 años, resultando las estaciones y espacios tanto de competencia valenciana como estatal, que se exponen en la Tabla 3.

Tabla 3. Estaciones con una serie temporal de al menos a cinco años por LIC o parque natural y, con valores en al menos uno de los últimos tres años.

LIC	Estación	Serie temporal	Nº de años
Prat de Cabanes	Cabanes 1	2013, 2017, 2019 - 2022	6
	Cabanes 2	2013, 2014, 2017 - 2022	8
L'Almadrava	Denia S	2002, 2003, 2005, 2006, 2008, 2009, 2013, 2015 - 2022	15
	Denia P	2002, 2003, 2005, 2006, 2008, 2009, 2013, 2015 - 2022	15
Montgó	Cala del Tangó S	2013 - 2022	10
	Cala del Tangó P	2013 - 2022	10
Ifac	Calpe S	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
	Calpe P	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
Serra Gelada	Cala de La Mina S	2004 - 2011, 2013 - 2022	18
	Cala de La Mina P	2004 - 2008, 2010 - 2011, 2013 - 2022	17
	Altea S	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
	Altea P	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
	Benidorm 1 S	2002 - 2006, 2009 - 2022	19
	Benidorm 1 P	2002 - 2007, 2009 - 2022	20
	Racó del Conill S	2004 - 2005, 2008 - 2011, 2013 - 2022	16
	Racó del Conill P	2004 - 2005, 2008 - 2011, 2013 - 2022	16
Cap de Les Hortes	Cabo de Huertas S	2003 - 2008, 2010 - 2022	19
	Cabo de Huertas P	2003 - 2008, 2010 - 2022	19
	El Campello S	2002 - 2005, 2007 - 2009, 2011 - 2022	19
	El Campello P	2002 - 2005, 2007 - 2009, 2011 - 2022	19
Tabarca	Nao S	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
	Nao P	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
	Escull Negre S	2002 - 2007, 2009 - 2022	20
	Escull Negre P	2002 - 2009, 2011 - 2018, 2019-2022	19
	Santa Pola S	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
	Santa Pola P	2002 - 2011, 2013 - 2022	20
Cabo Roig	Campoamor S	2015, 2016, 2018 - 2022	7
	Campoamor P	2015, 2016, 2018 - 2022	7

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis de las pendientes observadas en la evolución interanual de densidad de haces, porcentaje de cobertura de pradera, y densidad global de haces, con los respectivos resultados de los análisis de varianza, reflejando su nivel de significación estadística.

Tabla 4. Análisis de pendientes en las rectas de regresión de las series temporales relativas a densidad de haces, cobertura y, densidad global de *P. oceanica* en los diferentes espacios marinos estudiados.: = estacionario + positiva; - negativa; Significación: n.s. no significativa; \* escasa significación ( $P < 0,5$ ); \*\* significación media ( $P < 0,01$ ); \*\*\* alta significación ( $P < 0,001$ ). El código de colores indica: verde oscuro: tendencia positiva con significación estadística; verde claro: tendencia positiva sin significación estadística; azul claro: estable sin significación estadística; naranja: tendencia negativa sin significación estadística; rojo: tendencia negativa con significación estadística.

LIC	Estación	Nº años	Densidad (haces/m <sup>2</sup> )		Cobertura %		Densidad global (haces/m <sup>2</sup> )	
			Tendencia	Significación	Tendencia	Significación	Tendencia	Significación
Prat de Cabanes	Cabanes 1	6	+	ns	+	ns	+	ns
	Cabanes 2	8	+	ns	-	ns	+	ns
L'Almadrava	Denia S	15	= +	***	+	ns	+	***
	Denia P	15	+	***	+	*	+	**
Montgó	Cala del Tangó S	10	+	ns	= +	ns	+	ns
	Cala del Tangó P	10	-	ns	+	**	+	ns
Ifac	Calpe S	20	+	**	= -	ns	+	ns
	Calpe P	20	+	**	+	**	+	**
Serra Gelada	Cala de La Mina S	18	+	***	=	ns	+	***
	Cala de La Mina P	17	+	**	= +	ns	+	***
	Altea S	20	+	***	= -	ns	+	**
	Altea P	20	+	ns	+	ns	+	ns
	Benidorm 1 S	19	+	***	= -	ns	+	**
	Benidorm 1 P	20	+	**	+	*	+	***
	Benidorm 2 S	6	+	**	-	ns	+	ns
	Benidorm 2 P	6	+	*	=	ns	+	**
	Racó del Conill S	16	+	**	=	ns	+	**
Racó del Conill P	16	+	*	= +	ns	+	*	
Cap de Les Hortes	Cabo de Huertas S	19	+	***	=	ns	+	***
	Cabo de Huertas P	19	+	***	= +	ns	+	*
	El Campello S	19	+	***	= +	**	+	***
	El Campello P	19	+	**	= -	**	+	*
Tabarca	Nao S	20	+	***	=	ns	+	***
	Nao P	20	+	*	=	ns	+	ns
	Escull Negre S	20	+	***	+	*	+	***
	Escull Negre P	19	+	***	=	ns	+	***
	Santa Pola S	20	+	***	= +	ns	+	***
	Santa Pola P	20	+	***	= +	ns	+	***
Cabo Roig	Campoamor S	7	+	ns	= -	ns	+	ns
	Campoamor P	7	+	ns	=	ns	+	ns

## 2.1. Densidad de haces.

Las pendientes fueron positivas en todos los casos, salvo en “Tangó P” donde fue negativa, y la estación “Denia S”, donde fue estacionaria. En cuanto al nivel de significación estadística, el 73% de las estaciones tuvieron significación estadística, 12 de ellas fueron altamente significativas; 7 alcanzaron un nivel de significación medio; y el resto fueron de baja significación estadística. En este sentido la estación con pendiente negativa “Tangó P”, no tuvo significación estadística.

Los resultados muestran pendientes positivas estadísticamente significativas en el Parc Natural de Serra Gelada -salvo la estación profunda de Altea-, y los LICs de Cap de Les Hortes, Tabarca, y l’Almadrava. Por el contrario, los valores obtenidos en el Prat de Cabanes – Torreblanca, el Montgó, y Cabo Roig, a pesar de presentar una pendiente positiva, no han alcanzado la significación estadística del 95% (P 0,05) (Tabla 4).

La valoración de los resultados de densidad puede efectuarse, no sólo respecto a la pendiente, si no también respecto a valores de referencia considerados como esperados o potenciales. Sin embargo, dicha valoración es compleja ya que, a menudo las fuentes bibliográficas provienen de zonas geográficas con distintos ambientes costeros (tipo de sedimento, pendiente batimétrica, sustratos, o condiciones tróficas de la columna de agua), que motivan que unos valores de referencia sean válidos para una zona y no para otra. Además, pueden añadirse a su vez diferencias metodológicas que, añadan una mayor fuente de variabilidad. Por ello, se ha elaborado un patrón con relación a los 580 datos, de 74 estaciones de seguimiento de la Comunidad Valenciana, en una serie temporal que llega en determinadas estaciones hasta 20 años, considerando los máximos de densidad por estación y, seleccionando la curva con mayor correlación, que se ajusta a una ecuación logarítmica (Gráfico 1).

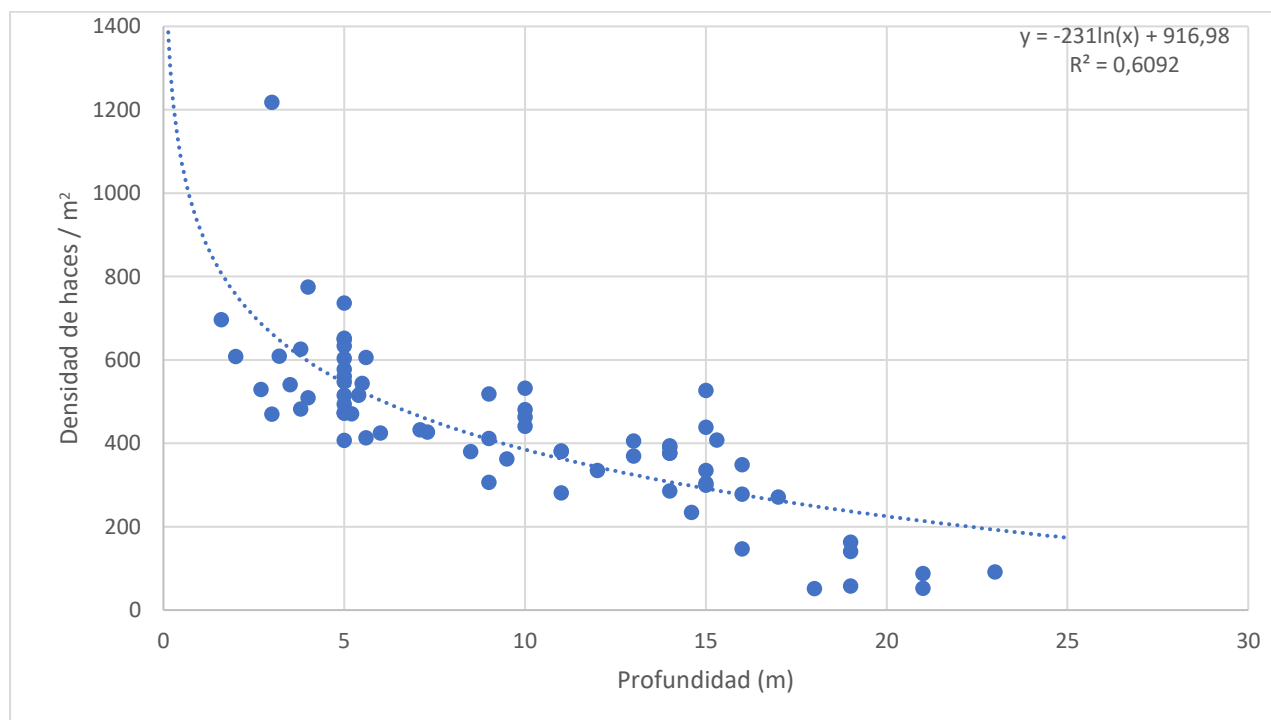


Gráfico 1. Ecuación exponencial de densidad máxima de haces / m2 en función de la profundidad.

La ecuación de regresión obtenida:

$$\text{densidad de haces} = -231,3\ln(\text{profundidad}) + 919,95$$

permite la comparación de los valores obtenidos en el último año (2022), respecto a los valores ajustados de la recta obtenida. En la tabla 5 se relacionan los valores de densidad de haces, respecto a la densidad teórica calculada para cada profundidad, señalándose el porcentaje de la densidad alcanzada respecto a su máximo teórico. Con estos valores se han distinguido tres grupos por colores:

- **Verde:** estaciones con valores superiores al 80%, representan estaciones en el máximo de densidad o, muy próximas a éste. En este grupo se encuentran la mayoría de estaciones, reflejando un adecuado valor de densidad en estas praderas. En este grupo se incluirían las estaciones ubicadas en los parques naturales de Serra Gelada -a excepción de las estaciones ubicadas en la Cala de La Mina, y la estación profunda de Altea-, y del Montgó -excepto la estación somera de la Cala del Tangó-, y los LICs de l'Almadraba, Ifac, Cap de Les Hortes, y Cabo Roig. También el caso de las estaciones del LIC de Tabarca, a excepción de las estaciones ubicadas en Santa Pola, alejadas del entorno de la isla.
- **Amarillo:** estaciones con valores entre el 70 y el 80% de su densidad máxima teórica, son valores elevados pero que no llegan al valor de densidad esperado para tal profundidad. Por lo general, se trata de praderas que o bien se encuentran en un proceso de recuperación, o por el contrario partiendo de un estado de conservación óptimo, han iniciado un proceso de degradación. El signo y la significación estadística de sus respectivas ecuaciones de regresión son indicativas de su estado y posible evolución. En este sentido, con tendencia positiva y significación estadística se encuentran las estaciones de la cala de la Mina (Serra Gelada), y las estaciones del litoral de santa Pola (LIC Tabarca), donde los valores revelan un proceso de recuperación de las praderas.

Por el contrario, las estaciones del Prat de Cabanes – Torreblanca, y la estación somera de la Cala del Tangó (Montgó), no presentan significación estadística en su tendencia y, valores de densidad, por debajo de lo esperado, por lo que no es posible determinar si la pradera se encuentra en una fase de recuperación o, de degradación.

- **Rojo:** estaciones con valores inferiores al 70% de la densidad máxima teórica, representan, por tanto, estaciones donde las praderas presentan una baja densidad de haces. Tan sólo hay dos estaciones en este grupo: Prat de Cabanes 2, y la estación profunda de Altea en el Parc Natural de Serra Gelada. La ausencia de significación estadística en su tendencia no permite conocer si tales praderas están experimentando procesos de recuperación o, por el contrario, de regresión. En el caso de la estación de Altea, la elevada pendiente en la que se ubica la estación, en el pie de acantilado del Mascarat, es posible que impida una mayor densidad de haces.

Tabla 5. Valores de densidad de haces/m<sup>2</sup> al inicio y final de cada serie temporal por estaciones y, sus respectivos valores de densidad máxima teórica y porcentaje respecto a éste.

LIC	Punto	Profundidad	Densidad	Densidad potencial	%
Prat de Cabanes	Cabanes 1	8,5	311,11	422,62	74%
	Cabanes 2	7,3	297,91	457,78	65%
L'Almadrava	Denia S	5	477,08	545,20	88%
	Denia P	13	369,44	324,48	114%
Montgó	Cala del Tangó S	5	428,47	545,20	79%
	Cala del Tangó P	10	317,36	385,08	82%
Ifac	Calpe S	5	574,31	545,20	105%
	Calpe P	9	403,13	409,42	98%
Serra Gelada	Cala de La Mina S	5	390,97	545,20	72%
	Cala de La Mina P	11	281,25	363,07	77%
	Altea S	5	582,64	545,20	107%
	Altea P	17	177,78	262,51	68%
	Benidorm 1 S	5	552,78	545,20	101%
	Benidorm 1 P	10	445,14	385,08	116%
	Benidorm 2 S	5	649,31	545,20	119%
	Benidorm 2 P	10	463,19	385,08	120%
	Racó del Conill S	5,4	515,28	527,42	98%
Racó del Conill P	11	379,86	363,07	105%	
Cap de Les Hortes	Cabo de Huertas S	5	577,78	545,20	106%
	Cabo de Huertas P	12	334,72	342,97	98%
	El Campello S	6	425,00	503,08	84%
	El Campello P	11	374,31	363,07	103%
Tabarca	Nao S	5	518,75	545,20	95%
	Nao P	13	319,44	324,48	98%
	Escull Negre S	5	736,81	545,20	135%
	Escull Negre P	9	518,05	409,42	127%
	Santa Pola S	5	387,50	545,20	71%
	Santa Pola P	9	287,50	409,42	70%
Cabo Roig	Campoamor S	5,5	500,00	523,18	96%
	Campoamor P	9,5	362,50	396,93	91%

## 2.2. Cobertura de *P. oceanica*.

La pendiente obtenida fue positiva o estacionaria en la mayoría de las estaciones, y negativa en sólo dos: la estación 2 del Prat de Cabanes y la estación 2 somera de Benidorm. Sin embargo, la significación estadística, tan sólo se alcanzó en 7 de las 30 estaciones analizadas, siendo en tales casos pendientes positivas o estacionarias ligeramente positivas. La escasa significación se justifica debido a la lentitud de los procesos de colonización de las praderas de *P. oceanica*, que hacen más difícil registrar tendencias claras de forma natural, salvo el caso de que a causa de un impacto ambiental se produzca un fuerte retroceso en la pradera que evidenciaría una clara tendencia negativa. Otro factor a tener en cuenta para justificar la baja significación de estas pendientes es la elevada variabilidad que presentan los datos de cobertura de pradera de *P. oceanica*, especialmente en las praderas someras donde se alternan con sustratos de roca y arena (tabla 4).

## 2.3. Densidad global de *P. oceanica*.

La combinación de los parámetros de densidad y cobertura muestra todas las estaciones con una pendiente positiva, pero con una significación estadística intermedia en cuanto a la observada respecto a la densidad y a la cobertura. Así, las estaciones del Prat de Cabanes - Torreblanca, el Montgó, Cabo Roig, la estación profunda de Altea, la somera de “Benidorm 2”, Calpe S, y Nao P no alcanzaron el nivel mínimo del 95%. El resto de estaciones sí mostraron una pendiente positiva estadísticamente significativa (Tabla 4).

## 3. Tendencias de los modelos estimados con TRIM.

El análisis de la evolución de las poblaciones de *P. oceanica* se ha realizado con el empleo del Paquete TRIM 3.54 (Pannekoek *et al.*, 2005)<sup>4</sup> para el análisis de tendencia de las series temporales se ha efectuado con el parámetro densidad global. Este programa permite una valoración integrada de series temporales incompletas (cuando faltan algunos muestreos), interpretando las tendencias a partir de los porcentajes de cambio interanual, la pendiente y el error estándar.

Al contrario que en el análisis de las pendientes de las rectas de regresión del punto anterior, con este análisis, si se han tenido todas las estaciones, incluso aquellas que en los últimos 3 años no fueron prospectadas, ya que una de las virtudes de este tipo de análisis es que permite cubrir huecos en la serie temporal. De este modo, este análisis aporta resultados de 10 espacios marinos diferentes. Inicialmente se realizó un modelo sin covariables con todas las estaciones juntas y, posteriormente otro añadiendo la covariable profundidad en tres categorías (somera 5-9 m; media 10-14 m y elevada 15-17 m). El modelo que incorporó la profundidad se ajustó mejor a los datos (menor valor en el criterio de Akaike, AIC). Por esta razón, los modelos independientes para cada uno de los LIC se realizaron incorporando la covariable profundidad, siempre que en el conjunto de estaciones dentro de cada espacio estuvieran representadas las 3 categorías de profundidad (Tabla 6).

---

4 Pannekoek, J.; A.J. van Strien & A.W. Gmelig (2005). TRIM version 3.54. Statistics Netherlands [http://www.cbs.nl/en-GB/menu/themas/natuur-milieu/methoden/trim/default.htm?languageswitch=on]

Tabla 6. Resultados de los modelos de tendencia realizados con el programa TRIM para el parámetro de densidad global. El código de colores indica: verde oscuro: tendencia positiva con significación estadística; azul claro: estable o incierta sin significación estadística.

Estación	Nº de estaciones	Modelo covariable profundidad	Inicio	Final	AIC	Pendiente multiplicativa	Error estándar	Categoría de tendencia	Significatividad	Cambio en 2022 respecto al inicio de la tendencia (respecto a la unidad; 1 = estabilidad)
Todas las estaciones	46	Sin covariable	2002	2022	5943,01	1,0398	0,0024	Incremento Moderado	p<0.01**	2,1732
Todas las estaciones (profundidad)	46	3 categorías	2002	2022	5352,87	1,0367	0,0025	Incremento Moderado	p<0.01**	2,043
LIC Prat de Cabanes i Torreblanca	2	Sin covariable	2013	2022	4,42	0,9832	0,0117	Estable		0,7658
LIC Espacio marino de Orpesa i Benicàssim	2	Sin covariable	2005	2017	119,43	1,0228	0,0155	Incierta		3,3266
LIC Almadrava	3	3 categorías	2005	2022	136,48	1,0213	0,005	Incremento Moderado	p<0.01**	1,6158
LIC Montgó	2	Sin covariable	2013	2022	56,71	1,0382	0,0099	Incremento Moderado	p<0.01**	1,6643
LIC Espacio marino de la Marina Alta	2	Sin covariable	2005	2022	0,2	1,0316	0,0183	Incierta	p<0.01**	1,9924
LIC Espacio marino de Ifach	4	3 categorías	2002	2022	680,18	1,0063	0,0095	Estable		1,0732
LIC Serra Gelada i Litoral de la Marina Baixa	13	3 categorías	2002	2022	1111,85	1,0439	0,0042	Incremento Moderado	p<0.01**	2,309
LIC Espacio marino del Cabo de les Hortes	5	Sin covariable	2002	2022	608,54	1,0452	0,0044	Incremento Moderado	p<0.01**	1,878
LIC Espacio marino de Tabarca	9	3 categorías	2002	2022	1186,78	1,0172	0,0082	Incremento Moderado	p<0.05*	1,6158
LIC Espacio marino de Cabo Roig	4	3 categorías	2005	2022	77,67	1,0108	0,0125	Estable		1,2838

Los resultados muestran una tendencia de Incremento Moderado de la densidad global de *P. oceanica* en el conjunto de las estaciones dentro de los LIC marinos de la Comunitat Valenciana. El modelo que incorpora la covariable profundidad muestra un índice de cambio ligeramente menor (Gráfico 2), pero se ajusta mejor a los datos (Tabla 6). La densidad global creció de forma más acusada en las estaciones situadas en aguas someras (5-9 m), siendo similar el grado de cambio registrado para las profundidades media y elevada (Gráfico 3).

La densidad global mostró un Incremento Moderado en la mayor parte de los espacios (50%) y se mantuvo Estable en el 30% (LIC *Prat de Cabanes i Torreblanca*, *Espacio marino de Ifach* y *Espacio marino de Cabo Roig*). En el caso del *Espacio marino de Orpesa i Benicàssim* y el *Espacio marino de la Marina Alta* no se obtuvo una tendencia clara para el periodo evaluado (Tabla 6).



Gráfico 2. Índice de cambio de la densidad global de *Posidonia oceanica* en el conjunto de estaciones de seguimiento en el periodo 2002-2022 (2002 valor 1), en función de si se incorpora o no la covariable profundidad. Tendencia estimada mediante el programa TRIM.

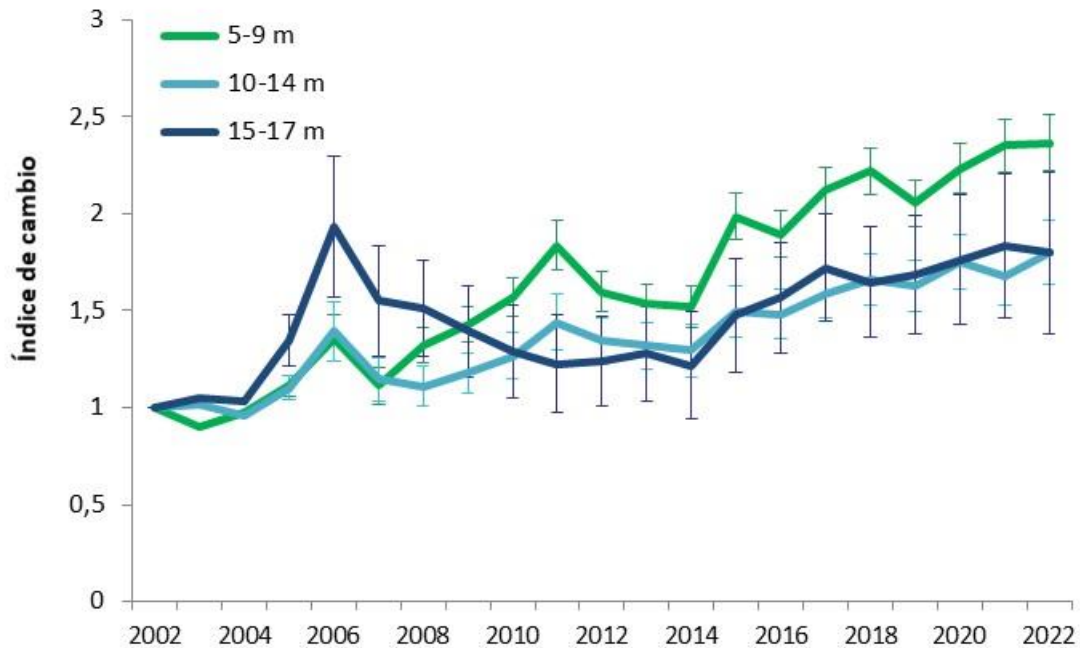


Gráfico 3. Índice de cambio de la densidad global de *Posidonia oceanica* para el modelo incorpora la covariable profundidad para todas las estaciones de seguimiento en el periodo 2002-2022 (2002 valor 1). Se representan los valores de cambio correspondientes a cada una de las categorías de la covariable. Tendencias estimadas mediante el programa TRIM. Las barras verticales representan el error estándar.

Los LIC que mostraron un valor de cambio más elevado fueron los LIC de Orpesa i Benicàssim, Serra Gelada, Marina Alta y Cabo de les Hortes (Gráfico 4). El LIC Prat de Cabanes i Torreblanca fue el único espacio que presentó un valor inferior al que se mostró al inicio del periodo de evaluación (en este caso la serie temporal es de 2013 a 2022), si bien la categoría de tendencia fue de Estable para este periodo.

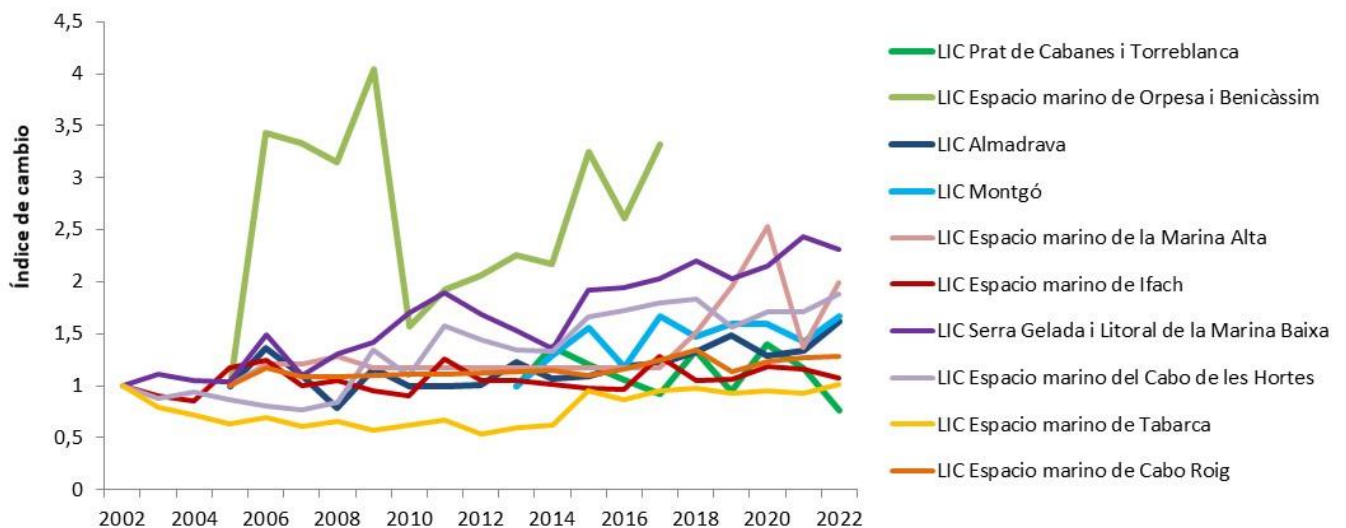


Gráfico 4. Índice de cambio de la densidad global de *Posidonia oceanica* en cada uno de los 10 LIC evaluados para el periodo 2002-2022 (valores de inicio entre 2002 y 2013, según el LIC). Tendencias estimadas mediante el programa TRIM.

#### 4. Conclusiones.

Los datos de los macrodescriptores de estado de pradera de *P. oceanica* almacenados por el Servicio de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana, constituyen una información útil para valorar el estado y tendencia de las praderas de *P. oceanica* en los LICs marinos de la Comunitat Valenciana. No obstante, algunas de sus series temporales todavía no alcanzan un mínimo de años para poder establecer análisis estadísticamente significativos para conocer su estado y tendencia. Son los casos de las praderas ubicadas en los Parque Natural de Irta, Prat de Cabanes – Torreblanca y, en menor medida en el Montgó, así como en los LICs de Oropesa – Benicàssim, Alguers de Burriana, y de Marina Alta.

El análisis de las tendencias efectuado permite efectuar las siguientes valoraciones:

- El parámetro densidad es el que presenta valores de mejor interpretación, presentándose series de tendencia positiva y significativa estadísticamente en la mayoría de los casos. Los valores también permiten extrapolar una curva de densidad de haces teórica sobre los máximos que pueden alcanzarse en cada estación y, con relación a dichos valores teóricos, es posible estimar cuál puede ser la situación esperada y valorar, en caso de apartarse del modelo predictivo, si pueden estar afectando factores ambientales o antrópicos.
- Los resultados efectuados con el paquete estadístico TRIM han mostrado una tendencia general significativa estadísticamente de moderado incremento, en su conjunto, y también por profundidades, observándose en este último caso, que los incrementos eran mayores a menor profundidad.
- En el caso de la cobertura, tales tendencias son mucho menos patentes y con escasa significación estadística, debido principalmente a dos factores: la lentitud en los procesos de recolonización de esta planta y, la gran variabilidad de los datos de cobertura que pueden darse en estaciones con gran heterogeneidad espacial.
- La integración de los parámetros densidad y cobertura, ofrecen un valor más representativo de la cantidad de pradera que hay por estación y, pueden ser de gran utilidad de cara a cuantificar pérdidas por impactos (número de haces arrancados, etc.). Los resultados han revelado que 9 de las 17 estaciones mostraron tendencias positivas con significación estadística, lo que evidencia su recuperación.

En la tabla 7 se resumen atendiendo a un código de colores los resultados de los diferentes parámetros y análisis efectuados, mostrando la categoría mayoritaria o conjunto de categorías, para cada espacio y tipo de análisis realizado. En esta tabla, cuando el parámetro analizado no muestra un resultado uniforme en todas las estaciones del espacio natural, se representa dividiendo la correspondiente celda atendiendo al porcentaje de pendientes, positivas, estables o negativas, presentes en sus diferentes estaciones de seguimiento.

Tabla 7. Valoración del estado de conservación de las praderas de *P. oceanica* en los espacios de la Red Natura 2000 en el litoral de la Comunitat Valenciana con praderas de *P. oceanica*. El código de colores expresa la pauta general de los resultados de los análisis y parámetros empleados, mostrando la categoría mayoritaria o conjunto de categorías, para cada espacio y tipo de análisis realizado.

Espacio	Análisis de pendientes			TRIM
	Densidad	Cobertura	Densidad global	Densidad global
<i>Irta</i>				
<i>Prat de Cabanes - Torreblanca</i>				
<i>Orpesa i Benicàssim</i>				
<i>Alguers de Burriana – Nules – Moncofa</i>				
<i>L'Almadrava</i>				
<i>El Montgó</i>				
<i>Marina Alta</i>				
<i>Ifach</i>				
<i>Serra Gelada</i>				
<i>Cap de Les Hortes</i>				
<i>Tabarca</i>				
<i>Cabo Roig</i>				

**Leyenda**

Sin información

Aumento con significación estadística

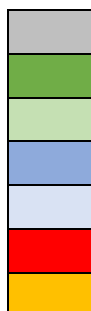
Aumento sin significación estadística

Estable o incierta con significación estadística

Estable o incierta sin significación estadística

Disminución con significación estadística

Disminución sin significación estadística



Los resultados obtenidos en los LIC marinos de competencia autonómica permiten elaborar un diagnóstico y posibles tendencias próximas:

- Prat de Cabanes – Torreblanca:** El porcentaje de densidad respecto a su valor óptimo es bajo, entre el 60 y 70%, por lo que cabría esperar que esta pradera tuviese un proceso de recuperación patente. Sin embargo, no se observan tendencias significativas en ninguno de sus parámetros, lo cual indica una situación estacionaria o de estabilidad, por lo que es posible que se encuentre cercana a su máximo natural y que éste sea más bajo del calculado en el global de datos de la Comunidad Valenciana, donde predominan las praderas del litoral alicantino. En este sentido el análisis efectuado con TRIM indica situación estacionaria, sin alcanzar tampoco significación estadística. Otro factor a tener en cuenta

es que se trata de una serie corta de entre 6 y 8 años, por lo que será oportuno esperar a futuras campañas para precisar tendencias y validez estadística.

- **El Montgó:** Al igual que en el caso anterior, se cuenta con dos estaciones, con una serie de 10 años. Los resultados muestran una pradera que, en su parte somera presenta un valor por debajo del 80% de la densidad esperada, por lo que cabría esperar una tendencia positiva y significativa que, por el momento no se produce. En la estación profunda en cambio, sí se observa una densidad adecuada y una tendencia positiva, aunque tampoco significativa estadísticamente en cuanto a densidad, pero sí en cuanto a cobertura. El parámetro de densidad global, muestra una tendencia positiva, pero sin significación en ninguna de sus estaciones. El análisis efectuado con TRIM, por el contrario, si muestra un incremento moderado en cuanto a la densidad global, con un nivel de significación estadístico medio.
- **Serra Gelada i litoral de la Marina Baixa:** Para el análisis de este parque se han tenido en cuenta 10 estaciones para los análisis de tendencias, y 13 para el análisis de TRIM, con una serie temporal de entre 16 y 20 años. En relación a la densidad de la pradera, su tendencia es positiva y significativa estadísticamente, en todas sus estaciones, salvo en la estación profunda de Altea. En cuanto a los valores de densidad son elevados también en todas las estaciones, a excepción de las presentes en la Cala de La Mina, donde su valor se encuentra es del orden del 80% del esperado, y la mencionada estación profundidad de Altea, donde está entre el 60 y el 70%. En cuanto a la cobertura no se encuentra significación estadística en su tendencia, salvo en el caso de “Benidorm 1 P” que sí se registra una clara tendencia positiva. La tendencia de la densidad global es positiva y significativa estadísticamente en todos los casos, salvo en “Altea P” y la estación Benidorm 2 S, en las que también es positiva, pero no se alcanza el nivel de significación del 95%. En general, en el contexto de todo el LIC se puede considerar una situación de recuperación en cuanto a densidades y estable en lo referente a cobertura. El análisis efectuado con TRIM muestra en el conjunto de estaciones para este LIC una situación de moderado incremento, con significación estadística media ( $P < 0,05$ ).

Los resultados obtenidos en los LIC marinos de competencia estatal indicarían:

- **Oropesa i Benicàssim:** Los datos disponibles sólo han permitido su análisis con TRIM, mostrando una tendencia estable, pero sin significación estadística.
- **Alguers de Burriana – Nules – Moncofa:** No hay datos que permitan efectuar ningún análisis de tendencias y/o valores en sus parámetros macrodescriptores.
- **L’Almadrava:** La tendencia en cuanto a la densidad de la pradera es positiva y de elevada significación estadística, y sus valores de densidad son elevados. La pauta en cuanto a cobertura es también positiva, pero en este caso no se alcanza la significación estadística. La densidad global es positiva y con una significación que varía entre media y elevada. Los valores del análisis de TRIM, muestran una situación de incremento moderado, con una significación media.

- **Marina Alta:** Los datos disponibles sólo han permitido su análisis con TRIM, mostrando una tendencia estable, con una significación estadística media.
- **Ifach:** Los valores de densidad evidencia una tendencia positiva con nivel de significación medio. Los valores de densidad registrados son elevados. La tendencia en cobertura es también positiva, pero sin significación estadística. Respecto a densidad global la tendencia es positiva, variando entre sin significación media y sin significación. En concordancia con esto, el análisis de TRIM muestra una situación estable sin significación.
- **Cap de Les Hortes:** La tendencia observada en relación al parámetro de densidad es positiva y su nivel de significación estadística varía entre moderado a elevado, en función de la estación. Los valores de densidad son elevados. La tendencia de la cobertura es estable ligeramente positiva. La pauta de la densidad global es positiva con significación estadística elevada. En cuanto al análisis de TRIM refleja un incremento moderado con significación estadística media.
- **Tabarca:** Los valores de densidad muestran que se encuentra en la mayoría de los casos en su nivel óptimo, con la excepción de las estaciones ubicadas frente a Santa Pola. La cobertura es estable a positiva sin significación estadística o escasa. La densidad global, es también positiva, pero en esta ocasión su nivel de significación es elevado. El análisis efectuado con TRIM muestra en el conjunto de estaciones para la reserva marina una situación de moderado incremento, con un nivel escaso de significación.
- **Cabo Roig:** Los valores de densidad son elevados, pero la tendencia en este parámetro no alcanza el nivel de significación estadística. La tendencia en la cobertura es estable -negativa, pero sin significación estadística. La densidad global es, al igual que en el caso de la densidad positiva, pero sin significación estadística. Los resultados del análisis de TRIM, revelaron una situación estable sin significación estadística.

La situación actual de las praderas de los diferentes espacios marinos considerados en la Comunitat Valenciana puede generalizarse atendiendo a los resultados expuestos de los diferentes parámetros y análisis efectuados, en cuatro categorías (Tabla 8):

- **Praderas de *P. oceanica* en situación incierta o desconocida:** Irta, Oropesa – Benicàssim, Alguers de Burriana – Nules- Mocofo, y Marina Alta, por falta de estaciones de seguimiento o, series demasiado cortas o sin continuidad.
- **Praderas de *P. oceanica* con tendencia positiva pero que no alcanzan niveles de significación estadística:** Prat de Cabanes – Torreblanca, y Cabo Roig.
- **Praderas de *P. oceanica* con tendencia estadísticamente significativa positiva pero leve:** Montgó, e Ifac.
- **Praderas de *P. oceanica* con tendencia estadísticamente significativa positiva:** L'Almadrava, Serra Gelada i litoral de la Marina Baixa, Cap de Les Hortes, y Tabarca.

Tabla 8. Valoración global del estado de conservación de las praderas de *P. oceanica* en los espacios de la Red Natura 2000 de la Comunitat Valenciana.

Espacio	Valoración
<i>Irta</i>	
<i>Prat de Cabanes - Torreblanca</i>	
<i>Orpesa i Benicàssim</i>	
<i>Alguers de Burriana – Nules – Moncofa</i>	
<i>L'Almadrava</i>	
<i>El Montgó</i>	
<i>Marina Alta</i>	
<i>Ifach</i>	
<i>Serra Gelada</i>	
<i>Cap de Les Hortes</i>	
<i>Tabarca</i>	
<i>Cabo Roig</i>	

**Leyenda**

Situación incierta o desconocida

Tendencia positiva sin significación estadística

Tendencia positiva leve con significación estadística

Tendencia positiva elevada con significación estadística



**Agradecimientos:**

A Miguel Ángel Miguel Gómez Serrano, del Servicio de Vida Silvestre de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Infraestructuras y Territorio, por su apoyo en la realización de los análisis con el paquete estadístico TRIM y sus aportaciones al informe.

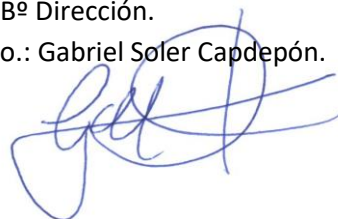
Para lo cual se firma el presente informe, en El Campello (Alicante), a 17 de octubre de 2023

Fdo.: Juan E. Guillén Nieto  
Jefe de Investigación del Área Marina.



VºBº Dirección.

Fdo.: Gabriel Soler Capdepón.



Fdo.: Santiago V. Jiménez Gutiérrez  
Investigador.

