

Área temática 1

1.32. USOS TURÍSTICOS Y RECREATIVOS Y ALTERACION EN LA *POSIDONIA OCEÁNICA* EN UN TRAMO DE LA COSTA DE CALVIA (MALLORCA): CALA FORNELLS Y CALÓ DE SES LLISES

S. Ferre Vera

© 2012 Los autores.

Prohibida su reproducción en cualquier medio sin mencionar su fuente o su utilización con objetivos comerciales sin la autorización previa por parte de sus autores.

Los responsables de la presente publicación agradecen la desinteresada colaboración de los ponentes y de los asistentes al Congreso de Gestión Integrada de Áreas Litorales, GIAL 2012, celebrado en Cádiz (España) del 25 al 27 de enero de 2012.

Grupo de Investigación en Gestión Integrada de Áreas Litorales, Universidad de Cádiz, España: www.gestioncostera.es

También en el blog del Congreso, en www.gial2012.com

Cualquier sugerencia u observación, rogamos la hagan llegar al Grupo a través de cualquiera de ambos canales telemáticos.

1.32. USOS TURÍSTICOS Y RECREATIVOS Y ALTERACION EN LA *POSIDONIA OCEÁNICA* EN UN TRAMO DE LA COSTA DE CALVIÀ (MALLORCA): CALA FORNELLS Y CALÓ DE SES LLISES

S. Ferre Vera

Estudiante del postgrado: Máster en Análisis, Planificación y Gestión de Áreas Litorales, Universitat de les Illes Balears, Departamento de Ciencias de la Tierra, Carretera a Valldemossa, 7,5 km 07122 Palma de Mallorca soniaferre@hotmail.com

Palabras clave: Posidonia oceánica, alteración antrópica, algas bentónicas, propuestas de gestión.

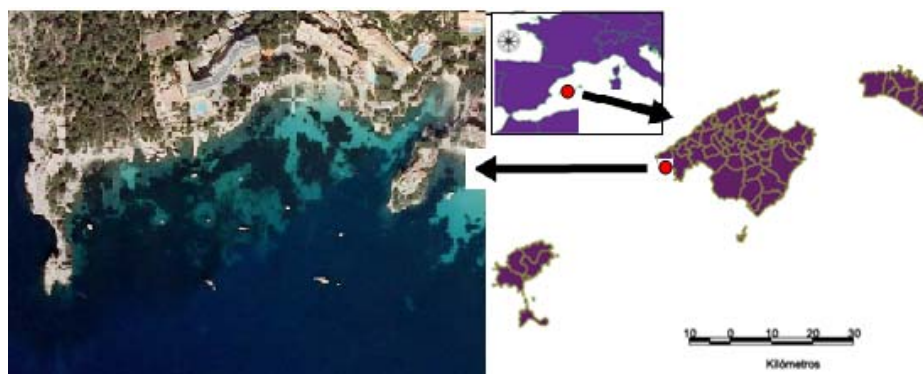
RESUMEN

La comunicación resume los resultados obtenidos en el trabajo de campo realizado durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2010 en un tramo de la costa del municipio mallorquín de Calvià, conocido como Cala Fornells y Caló de Ses Llisès, y el trabajo de gabinete realizado paralelamente y durante los meses posteriores sobre la fotografía aérea de la zona en los pases de los años 1956, 1990, 2001, 2006 y 2008 disponibles en el portal web del IDEIB (*Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears*).

1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio es un tramo de costa del litoral de la isla de Mallorca (Balears) que se halla situada en el extremo SE del municipio de Calvià, a poniente de la bahía de Santa Ponça. El tramo está compuesto por dos pequeñas radas, de origen estructural, que reciben el nombre de *Cala Fornells* y *Caló de ses Llisès*, pese a que no reúnen las características geomorfológicas de una "cala" en sentido estricto. *Cala Fornells* es un entrante pequeño formado por una costa mixta arenosa-rocosa, que finaliza en un arenal de grano grueso con roquedo de tipo "marés" con una superficie total de 1.580m²; tiene una longitud aproximada de 80m, anchura de 4m y un perfil de playa típicamente reflectiva, con una zona de *swash* relativamente estrecha, escarpada, que no suele presentar barras de arena y una condición de baja energía. Las condiciones marítimas y subacuáticas de esta cala abierta a vientos del este-sureste-sur son aptas para el fondeo de embarcaciones.

Figura 1. Localización del área de estudio



El *Caló de ses Llisès* es un entrante estructural, encajado entre acantilados de 10m de altura y formado por grava gruesa, cantos rodados y arena. Tiene 25m de largo por 30m de ancho con un área total de 270m² aproximadamente. Dadas sus reducidas dimensiones y escasa profundidad, este entrante ofrece unas condiciones marinas y subacuáticas aptas para el fondeo de embarcaciones que

no superen los 5m de eslora máxima. El perfil de cala suele ser reflectiva y la pendiente de la playa de ángulo suave en su mayoría, debido a la tranquilidad de sus aguas y a su cerramiento respecto a la bahía, ya que la longitud del *fetch* es muy corto dentro de la bahía y no suele producirse un fuerte oleaje. El torrente de *Sa Coma-Es Pegueri* desemboca en esta cala, el cual erosiona el sedimento cuando se producen lluvias intensas, lo que puede aportar litoclastos y ayudar a definir el diferente carácter del sedimento en comparación al tipo de arena de *Cala Fornells* (Fornós, 2007). Tiene una longitud de 1'22Km y una superficie de cuenca de 1'15km². El desnivel medio del curso de agua suele ser de unos 700m.

En estas playas tan refugiadas, las olas que la alcanzan son normalmente reflectadas y cada una de las pequeñas playas tienen un *swash* alineado con un movimiento de sedimento que no es neto a lo largo de la orilla (Davies, 1980).

La zona de estudio fue seleccionada por considerarse representativa de gran parte de los tramos costeros que han sido caracterizados (IMEDEA,CSIC-UIB) como "*costa mixta junto a núcleo turístico*", en la cual podemos encontrar tanto playas de pequeñas dimensiones formadas por arenas de grano medio por una parte, y de cantos rodados y bloques por otra, enmarcadas en un tipo de costa rocosa de altura variable y de baja energía. En efecto, Cala Fornells y el Caló de Ses Llisas combinan la costa rocosa con la presencia de playa natural (nunca ha sido regenerada) ubicándose en el extremo occidental de la bahía de Santa Ponça, uno de los ocho núcleos turísticos más importantes de Calvià. En la zona se combinan una gran variedad de usos recreativos (buceo, fondeo, pesca, baño), con unas buenas condiciones para el desarrollo de la flora y fauna marina, y un entorno de uso turístico intensivo no-estacional pues a diferencia del resto de la zona turística de Calvià, Cala Fornells-Caló de Ses Llisas permanece abierta unos 9 meses al año.

2. OBJETIVOS

El estudio abarca escalas temporales lo suficientemente amplias como para contemplar los cambios acaecidos comparando, mediante un sistema de información geográfica, una secuencia de fotografías aéreas de la zona y permite evaluar con cierta base científica su significación y dirección, ya que la dinámica natural de la *Posidonia oceánica* es muy lenta. Por otra parte, también es importante contemplar las diferentes condiciones ambientales (profundidad, expansión del oleaje, capa freática) así como otros tipos de impactos de carácter antropogénico que se han producido en la zona de estudio.

De esta manera, podremos discernir entre los cambios originados por la actividad humana de los que son originados hipotéticamente por factores naturales (por ejemplo climáticos, temporales). Los muestreos realizados en las salidas de campo consistirán en la obtención de una serie de parámetros de fácil medición que nos permitan hacer un diagnóstico general del estado/evolución de las praderas a lo largo del tiempo, de acuerdo a la hipótesis de trabajo que se plantea en el siguiente punto: porcentaje de cobertura vegetal de *Posidonia oceánica* que coloniza el fondo marino de la zona de estudio y dinámica del sedimento a corto plazo o abundancia de especies algales en la línea de costa. Por último, ha de existir una fiabilidad de los datos para su utilización con fines científicos y de gestión en los procesos de decisión política que afectan a la ordenación de la actividad humana en el litoral.

3.INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge como respuesta a la creciente preocupación de diferentes gestores, científicos y ciudadanos por el progresivo deterioro de las praderas de *Posidonia oceánica* debidas a la actividad humana y sus consecuencias medioambientales y económicas para el ecosistema costero del Mar Mediterráneo.

El papel de esta fanerógama marina endémica del mar Mediterráneo es trascendental en el mantenimiento y equilibrio del sistema litoral en algunos aspectos básicos (Rodríguez Perea et al.2000): a) configura la protección natural de la zona costera ya que amortigua la acción del oleaje

(Fonseca y Fisher, 1986), modificándolo y disipándolo de modo que éste rompe en zonas relativamente alejadas de la costa lo que reduce los procesos erosivos (Bouderesque et al. 1982); de este modo, la tasa de erosión de sedimento es de entre 4 y 6 veces inferior a la ausencia de esta pradera (Ferrandis y Duarte, 2000); b) conforman el hábitat del ecosistema que constituye la producción neta de sedimento arenoso más importante del litoral Balear (Jaume y Fornós, 1992) que algunos autores estiman en 65gr de carbonatos por m² de pradera por año (Canals y Ballesteros, 1997); c) las praderas por su situación y disposición paralela a la línea de costa permiten retener la arena de los bancos sumergidos impidiendo que ésta se desplace hacia zonas más profundas y favoreciendo el mantenimiento del litoral arenoso (Scoffin, 1970, Herming et al. 1990).

Por otra parte, también contribuye significativamente en la oxigenación del agua a través de la actividad fotosintética, ofreciendo a su vez refugio, vivero y un importante recurso alimenticio para diferente fauna marina (Montefalcone, M. 2005). La capacidad de integrar a su vez, los cambios ambientales a los que están expuestos, convierte a las praderas de *Posidonia oceánica* en uno de los mejores y más eficaces indicadores biológicos del estado de salud y conservación de nuestros ecosistemas marinos (López-Rubio, B. et al 2010).

Siendo como es la *Posidonia oceánica* el centro de la discusión y el elemento más sensible resulta sorprendente que no exista una cartografía detallada de acceso público que describa el elemento sensible que se quiere proteger y su evolución en el tiempo. Ni disponemos de una cartografía que defina los emplazamientos de las praderas, así como indicadores que permitan realizar un seguimiento en el tiempo de su estado de salud (Tintoré et al, 2001). La *Posidonia oceánica* ha sido incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, RD 139/2011, de 4 de febrero.

4.METODOLOGIA Y OBJETIVOS

En términos generales la metodología seguida para realizar esta parte del estudio fue la realización de un calendario para realizar *in situ* un seguimiento 3 veces por semana (del 6/9/2010 al 6/7/2010) en diferentes momentos del día alternativamente, dónde, por un lado se han estudiado de las variaciones de la dinámica litoral registradas en ambos entrantes de cala y su zona de influencia tanto marítima como terrestre. Se ha tenido en cuenta la interacción, tanto de las condiciones meteorológicas como de los aportes sedimentarios y cambios producidos por la actividad antrópica (aforamientos de personas en las playas, de vehículos en el aparcamiento y de embarcaciones ancladas o en movimiento).

Posteriormente se realizaron dos salidas de campo finales (10/1/2011 y 23/03/2011) para observar los cambios y aumento de las comunidades algales en la zona infralitoral de Cala Fornells como indicador de contaminación en la línea de costa.

Por otra parte, usando diferentes capas de información del IDEIB (*Infraestructura de dades espacials* de las Islas Baleares) y mediante su posterior tratamiento con la herramienta GVSig, ha sido posible analizar el estado de la pradera de *Posidonia oceánica* de la bahía que encierra ambas calas, donde se puede observar su evolución-retroceso durante los años 1956, 1990, 2001, 2006 y 2008 en un mapa final.

5.HIPÓTESIS DE TRABAJO

Teniendo en cuenta tanto los objetivos como los métodos empleados, la hipótesis de trabajo se centra únicamente en el signo e intensidad de la evolución de la cobertura de *Posidonia oceánica* determinados a partir de las variaciones interanuales de los que se tiene acceso y diferentes impactos que miden dicha cobertura.

Tal y como desarrolla López-Rubio (2010), estadísticamente, existe la opción de la hipótesis nula, que es en que el estado (cobertura) de la pradera es estable a largo plazo. Con la posibilidad de que esta hipótesis sea alternativa mostrando algún tipo de tendencia que puede ser: a) ESTABLE: sin cambios significativos entre años o que estos cambios son fluctuaciones sin una clara tendencia

temporal b) PROGRESIVO: se observan cambios significativos entre años con una tendencia temporal de que la pradera aumenta en cuanto a cobertura en la zona de estudio. C) REGRESIVO: existen cambios significativos entre años con una tendencia temporal que indica que la pradera de *Posidonia oceánica* disminuye.

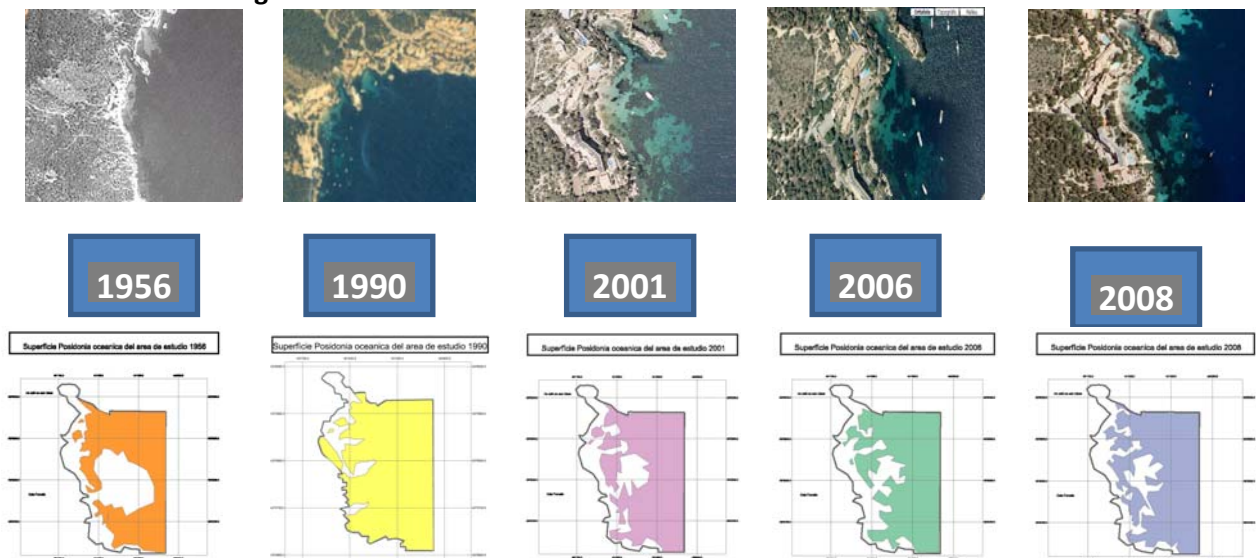
6. EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE POSIDONIA OCEÁNICA SEGÚN FOTOGRAFÍA AÉREA: RESULTADOS

La acotación responde a una zona de 63.558,46m², donde se ha observado con mayor frecuencia el anclaje de barcos y donde la arena es dominante sobre la pradera, de tal forma que su seguimiento mediante la herramienta del SIG (GVsig) permite detectar si la degradación de la pradera por el efecto de las anclas avanza o, por el contrario, si se regenera con la colocación de elementos de fondeo mediante el cálculo del área aproximada que ocupa para cada año estudiado (o capa de información) y en total.

Debido al crecimiento tan lento de la pradera, el seguimiento temporal a largo y corto plazo permite comprobar su evolución y observar los posibles cambios que la están afectando. Para determinar sus límites se decidió acotar el área de estudio desde la línea de costa en su límite inferior, situado en las coordenadas X: 451600.0; Y: 4376000.0 - 4375800.0, a una profundidad entre los 0 y 10m y límite superior, situado entre las coordenadas X: 451800.0, Y: 4376000.0 - 4375800.0.

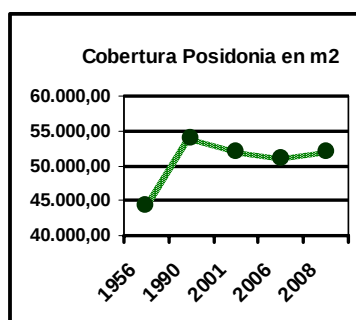
En un primer momento se realizó la comparativa de las áreas de *Posidonia oceánica* de las fotografías aéreas (ortofotos) obtenidas en el portal web del IDEIB para los años 1956, 2001, 2006 y 2008. Al observarse el salto tan amplio que había entre la fotografía aérea de 1956 y el año 2001, el Dpto. de Ciencias de la Tierra de la Universitat de les Illes Balears puso a mi disposición una fotografía aérea realizada el año 1990 para incluir en el estudio y que será de gran utilidad para poder hacer un seguimiento de la pradera en intervalos manifiestamente largos.

Figura 2. Evolución de la Posidonia oceánica en la zona de estudio



AREAS *Posidonia* (m²)

1956	1990	2001	2006	2008
44.444,10	54.042,62	52.004,63	50.996,31	52.157,28

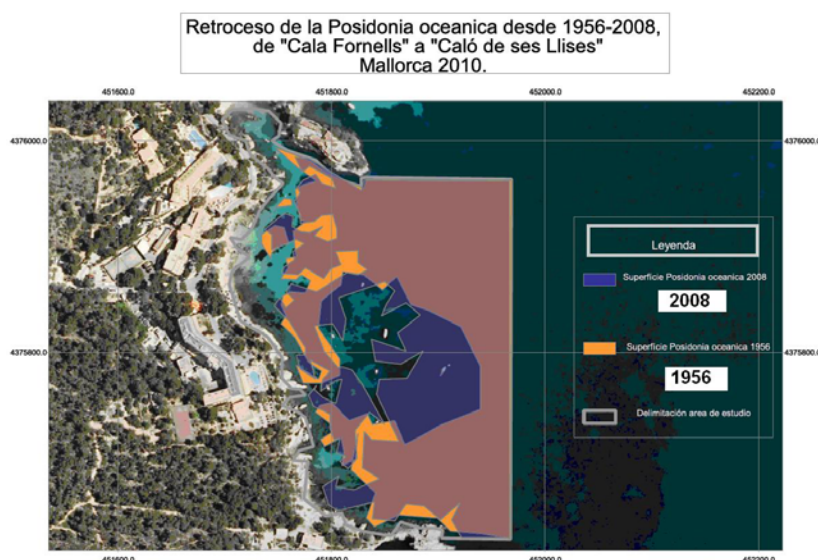


Se han asignado unos valores de referencia con el fin de distinguir entre una tendencia alta o baja especificando la intensidad de la progresión/regresión de la cobertura de *Posidonia oceánica* en cada serie de datos. Se ha optado por obtener los valores de referencia a partir del porcentaje de variación entre coberturas, asignando un alto grado de progresión/regresión a los porcentajes superiores al 3%, y por el contrario de bajo grado a los inferiores al 3% de variación pero superiores al 1% a su vez.

Tendencia PROGRESIVA ALTA en comparación con los datos de cobertura de pradera de *Posidonia Oceánica* del año 1956 con los del 1990. Se observan unos valores de progresión muy elevados, del orden del 21'6% (9.598,62m²) que los de la situación inicial de la serie de fotografías aéreas de las que se ha tenido acceso. Aunque se observa una tendencia REGRESIVA ALTA del 3'92% (2.038,62m²) comparando la cobertura de *Posidonia oceánica* entre 1990 y 2001, destaca por el contrario, la tendencia REGRESIVA BAJA entre 2001 y 2006 con un 1'94% inferior de cobertura (1.008m²) aunque la pradera es mayor en cobertura hasta el 2001. Existe una tendencia PROGRESIVA BAJA del 2006 en comparación con el 2008, ya que la cobertura de pradera aumenta un 2'3% (1.176m²) al contrario de lo que dice la literatura actual sobre la progresiva degradación de la *Posidonia oceánica* en el Mar Mediterráneo. Finalmente, se considera como tendencia ESTABLE a la variación existente entre la cobertura del año 2001 y el año 2008 con un margen de diferencia de un 0,32% (168m²).

En el mapa final se han superpuesto en una capa final la comparativa entre las superficies de *Posidonia oceánica* del año 1956 y 2008.

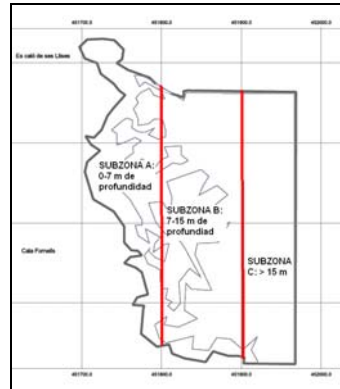
Figura 3. Mapa evolución Posidonia 1956-2008



El plan de trabajo consistió en dividir en 3 subzonas el área de estudio dependiendo de la

profundidad (Figura 4).

Figura 4. Subdivisión del área de estudio

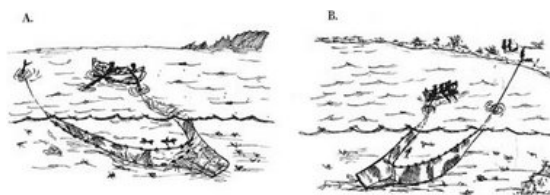


1. Subzona A: zona más cercana a la línea de costa que alcanza los parámetros de 0 a 7m de profundidad aproximadamente.
2. Subzona B: zona intermedia que va de los 7m a los 5m de profundidad y dónde se ha observado con mayor frecuencia el anclaje de embarcaciones.
3. Subzona C: zona que parte de los 15m de profundidad que puede alcanzar hasta los 20m. Esta subzona se caracteriza por ser un área ESTABLE, ya que el comportamiento a lo largo del tiempo de la cobertura de *Posidonia oceánica* no ha sufrido cambios significativos o que estos cambios son fluctuaciones sin una clara tendencia temporal.

6.1. Subzona A

La marcada diferencia de cobertura de *Posidonia oceánica* en el centro de la subzona B entre las ortofotos del año 1956 y 1970 (coordenadas X: 451800-451900 Y: 4375900-4375700) permite demostrar que hasta entonces la dinámica y evolución de la pradera había sido regresiva alta, en relación a diferentes hipótesis antropogénicas como son la pesca de boliche y la propia eutrofización y turbidez del agua. Tal y como se puede observar en la ortofoto de 1956 de la zona de estudio, no se observan equipamientos hoteleros y de oferta complementaria en la zona así como viviendas y construcciones de ningún tipo. Esto está relacionado con el débil e incipiente desarrollo turístico que no superaba los 5.000 plazas turísticas y que ya superaban entonces la media del territorio español.

Figura 5. Ejemplo de arte de pesca de boliche



El arte tradicional de pesca de boliche se trata de una red litoral de arrastre que se recoge desde la misma orilla por los pescadores y el cual posee un saco final donde se va a ir acumulando el producto de la pesca en cada uno de los lances realizados. Solía usarse en playas de arena, someras y con ausencia de grandes piedras y tenían gran tradición en Mallorca, especialmente en las zonas de Cabrera, Andratx y la bahía de Pollença. Al no poder competir con otros artes de pesca de mayor potencia captadora y rentabilidad, desapareció. La evolución de la cobertura de *Posidonia oceánica* más cercana a la línea de costa a partir del año 2001 se mantiene constante y podría ir relacionada con la presión turística/lúdica y por contaminación o surgencia de agua dulce en la orilla que provoca turbidez y es nociva para la cobertura de las praderas sobre la zona.

6.2. Subzona B

Figura 6. Vista de la localización de los emisarios submarinos en la bahía de Cala Fornells



Las fluctuaciones más significativas en esta subzona se observan durante la década de 1990. La densidad de haces se explican por la propia dinámica del desarrollo vegetativo de la pradera podría ir relacionado con la puesta en marcha de la red del alcantarillado público centralizado de aguas residuales para los hoteles colindantes (disminuyendo el exceso de nutrientes y la turbidez del agua). Antiguamente los hoteles colindantes vertían sus aguas residuales directamente a la bahía mediante emisarios submarinos. Existe un significativo y marcado incremento de la densidad de *Posidonia oceánica* tras 14 años de tendencia negativa. A partir del año 2001, las fluctuaciones en el diagnóstico de la evolución de la cobertura de *Posidonia oceánica* en siete años de diferencia, muestra una variación de un 10% con una tendencia progresiva (teniendo en cuenta la presión antrópica y al anclaje de embarcaciones). En todo caso, hay que tener en cuenta que este tipo de alteraciones pueden ser acentuadas por perturbaciones naturales (temporales) y ecológicas (algas bentónicas bioindicadoras de polución y surgencias de agua dulce en la zona de estudio).

7.DISCUSIÓN

El estudio *in situ* desarrollado ha permitido identificar las perturbaciones antrópicas que ejercen mayor presión sobre el ecosistema costero (como el fondeo de embarcaciones, densidad de bañistas) así como la presencia de otras perturbaciones de tipo natural que pueden ser considerados indicadores de procesos de alteración de origen antrópico o ecológico, como el aumento de algas en la zona infralitoral, etc.

7.1 Perturbaciones naturales

Las pequeñas playas localizadas en la bahía de Cala Fornells, comprende un área de costa poco erosiva, de baja variabilidad y baja energía que se han ido formando por el transporte y depositación de material sedimentario debido en especial a los días de temporal que arremeten en dirección S y SE. Aunque la mayoría de las playas son de origen bioclástico, dos de ellas están formadas por gravas y guijarros procedentes de la erosión y caída de bloques de los acantilados colindantes que también alimentan de forma ocasional las playas de origen bioclástico.

7.2 Perturbaciones Antropogénicas

Las perturbaciones antropogénicas representan una de las principales amenazas a los hábitats litorales del Mar Mediterráneo. Esto tiene consecuencias negativas y, en algunos casos, graves repercusiones en los ambientes costeros, reflejando incluso un difuso deterioro del agua, la calidad y el aumento de la erosión costera (UNEP. 1989). La evaluación inequívoca de un supuesto impacto antropogénico y la comprensión del de la escala temporal en el que se produce, son cuestiones esenciales para planificar cualquier tipo de medidas correctivas para prevenir futuros efectos perjudiciales (Guidetti et al., 2000).

Además, la pérdida de pastos marinos puede también ser aumentadas por la erosión de los

sedimentos posteriores y como consecuencia, una reducción significativa en el hábitat, pérdida potencial de diversidad de especies, disminución en el funcionamiento de los ecosistemas y la erosión de sedimento (Montefalcone et al., 2005).

Fondeos

Figura 7. Vista desde Cala Fornells



Tabla 1. Recuento de embarcaciones en ambas calas

MEDIA DE EMBARCACIONES DIARIAS 2001 y 2010	Embarcaciones (<10m)	Embarcaciones (>10m)	Embarcaciones sobre la arena
CALA FORNELLS (SEP-OCT 2010)	6	4	
CALÒ DE SES LLISES (SEP-OCT 2010)	8		5-6
AMBAS CALAS (JULIO-AGOSTO 2001)	5	4	
AMBAS CALAS (JULIO-AGOSTO 2010)	13	9	

Los daños mecánicos derivados del incontrolado anclaje de embarcaciones de recreo en aguas costeras poco profundas, parece ser uno de los responsables más importantes de las regresiones de praderas de *Posidonia oceánica* ya que degradan el lecho marino de las zonas costeras (Montefalcone et al., 2005). Según Ceccherelli (2006), evaluaciones experimentales sobre el impacto de las anclas de los buques pequeños han demostrado previamente que cada anclaje puede dañar hasta seis brotes de *Posidonia oceánica*. La alteración es mayor cuando el sustrato es permeable ya que intensifica los daños y reduce la compactación aumentando el desarraigo de los rizomas debido a los golpes de las anclas. Si la pradera se encuentra a poca profundidad es más propensa a una pronta recuperación que en profundidad (Montefalcone et al., 2005). La frecuencia de anclaje en concretas localizaciones (Figura 7), en términos de número de barcos y la extensión del período de visita, hacen de esta crónica perturbación un hecho muy estresante para el crecimiento de los pastos marinos (Ceccherelli et al., 2006).

Mientras se iban realizando las salidas de campo, se pudo comprobar que las embarcaciones privadas de excursiones (>10m de eslora) que se señalan a continuación fondean en la cala durante la noche: Cormoran 2000, Glass Bottom Boat, Tropical delfin, Paraíso del Mar y Gran Cormoran Jet.

7.2.1. Evolución de la oferta hotelera

Cala Fornells posee 366 plazas hoteleras según datos de 2009. Estas plazas, pese a que sólo suponen el 3,53% de Paguera y el 0,3% del municipio de Calvià suponen una presión importante para la zona de estudio dada, a su vez, la pequeña superficie de playa de ésta. Los hoteles que aportan las plazas turísticas son: Hotel Cala Fornells 172, Hotel Coronado 246 y Hotel Petit Cala Fornells 48.

7.2.2. Capacidad de carga

El geógrafo P. George que define la capacidad de carga como la tolerancia de cada punto del territorio para acoger los usos del suelo sin que se produzcan deterioros en el medio más allá de los

límites tolerables. En este caso, la categoría mínima sería el número de turistas necesarios para mantener los bienes y servicios abiertos, el máximo se alcanza cuando el espacio está excesivamente densificado y el óptimo es el equilibrio, donde los beneficios económicos y sociales pueden ser elevados sin poner en peligro ni los propios recursos ni la experiencia del turista. (Cerro, 1989). Los aforamientos se han realizado durante cada una de las salidas de campo y se han añadido en el caso de Cala Fornells unos aforamientos realizados desde el día 26 de julio hasta el 28 de agosto de este pasado año 2010. Teniendo en cuenta que el valor del coeficiente de aprovechamiento que indica el POOT como óptimo es de $7'5 \text{ m}^2$ por usuario (criticado en diversas ocasiones como un valor demasiado bajo) podemos evaluar el grado de saturación de ambas calas como positiva, cuyo impacto o influencia podría ser bajo frente a los cambios de la cobertura de la *Posidonia oceánica* en el área de estudio.

Tabla 2. Aforamiento y capacidad de carga en ambas calas en ambas calas

Playa	Cala Fornells julio-agosto	Cala Fornells sep-oct	Calò de Ses Llisès sep-oct
Superf. tramo aforado	1.580m ²	1.580m ²	270m ²
Frente marítimo aforado	175m	175m	34,5m
Máxima ocupación	411(21/8/10)	273 (6/9/10)	53 (22/9/10)
Mínima ocupación	100 (9/8/10)	4 (20/9/10)	0(8,10,20 28/9/10 y 7/10/10)
Ocupación media diaria	292	73	10
Coef. Aprov. (m ² /usuario)	5,41	21,60	28,13
Densidad media (us./100m ²)	18,48	4,63	3,56
% días soleados	40%	40%	50%
% días bandera verde	80%	80%	100%

Tabla 3. Aforamiento medio de los vehículos en el aparcamiento de la zona

Media nº vehículos aparcados sep-oct 2010			
Hora	8:30	12:30	19:30
Vehículos	28	47	26

El *aparcamiento* es un área no asfaltada en el cual se ha respetado el máximo arbolado de la zona. Podríamos decir que se trata de un aparcamiento disuasorio ya que la capacidad de carga del lugar y de las calas adyacentes no permite un mayor crecimiento de visitantes con vehículos.

7.3. Perturbaciones ecológicas

Figura 9. Microscopio óptico



Las observaciones realizadas a lo largo del estudio sobre la cobertura algal en diferentes puntos de Cala Fornells, permitieron una primera catalogación de los taxones presentes y de su posible papel de indicadores ecológicos, en este caso de las características fisicoquímicas del agua, cuyas condiciones se podrían extrapolar al conjunto de la primera línea de costa.

A partir de una primera aproximación *in situ* de los diferentes tipos de algas presentes se realizó

una recogida de muestras y se estudiaron, intentando una clasificación más precisa, en el laboratorio de microscopia óptica del Área de Ecología de la Universitat de les Illes Balears. A parte de las comunidades vegetales más comunes en las costas, se ha constatado gracias a la ayuda de diferentes expertos de la Universidad de las Islas Baleares, que en distintos puntos de la línea de costa encontramos como grupos más significativos, por la abundancia de 3 especies diferentes de algas bentónicas.

Figura 10. *Bangia atropurpurea*, *Ulva*, *Enteromorpha* y *Diatomea*



Las algas rojas o Rodofíceas, están representadas por *Bangia atropurpurea*. Son algas rojizas calcificadas muy comunes en fondos rocosos naturales o artificiales bañados por aguas polucionadas (Calvín, 1995). Suelen ser muy sensibles a fluctuaciones de las condiciones ambientales. La *Bangia atropurpurea*, se distribuye desde la zona mediolitoral hasta las máximas profundidades compatibles con la vida vegetal. Contribuyen a la formación de estructuras organógenas (trottoirs, coralígeno de plataforma, arrecifes, etc.) que acogen a importantes comunidades bentónicas.

Representadas en la zona de estudio, tenemos a las Clorofíceas (o algas verdes) con los géneros *Ulva rígida* y *Enteromorpha compres*a. Los aportes de agua dulce ricas en nitrógeno, propician su aparición y pueden ser debidos a filtraciones de las redes de saneamiento de redes colindantes. Otra posibilidad sería la surgencia de agua dulce procedentes de un acuífero. Suelen estar sometidas a un alto “estrés” por concentración de nutrientes, polución etc. (Guidetti y Fabiano, 2000).

Por último, tenemos el grupo de las diatomeas (bacilariofitas). Forman estructuras mucilaginosas, sobre sustrato húmedo e iluminado. Se componen de un esqueleto externo constituido por sílice (SiO_2), una sustancia incolora vidriosa. Su éxito radica en su adaptabilidad y alta sensibilidad a la polución (nitrógeno y fósforo) (Calvín, 1995).

8. PROPUESTAS DE GESTIÓN

Se propone asentar unas propuestas de gestión viables y compatibles con los procesos naturales, antrópicos y turísticos, dependientes de la calidad del espacio costero.

Que no desemboquen en la playa las alcantarillas de pluviales públicas: Sobre todo, después del paso de un temporal, o que los vientos predominantes vengan de S o SE, las alcantarillas y pluviales de las vías de comunicación de la zona desembocan sobre la playa de Cala Fornells, ayudando a la erosión de la arena. Se apuesta fuertemente por el cambio de la situación de estas, desviándolas hacia otros puntos del propio alcantarillado público.

Construcción de aceras: Se propone la restauración y construcción de aceras sobre todo en lo que compete a la vía de acceso/unión entre Cala Fornells y el Calò de Ses Llisas ya que se caracteriza por no tener aceras, y la carretera de acceso suele ser peligrosa tanto para transeúntes como para los propios vehículos.

Talar pino peligroso sobre el chiringuito de Cala Fornells: Sobre el chiringuito de Cala Fornells hay un pino cuyas raíces han provocado el movimiento de tierras, rotura de las paredes o “marges” y que a parte de ser un riesgo en vía pública provoca roturas, y caídas de piedras a la propia cala con el peligro que ello supone. En este caso, es preferible talar el pino, que no es más que un ejemplar silvestre sin ningún valor específico, que asumir el riesgo que supone para los usuarios habituales de la zona.

Acceso para minusválidos: A fin de seguir eliminando las barreras arquitectónicas, se propone la instalación por parte de las autoridades públicas competentes de una rampa de acceso a ambas calas

ya que solo se dispone de escaleras de acceso.

Ordenación de las barcas sobre la playa alta del Caló de Ses Llisès: Diferentes pescadores locales de la zona dejan su embarcación sobre la orilla o la playa alta del Caló de ses Llisès impidiendo el tránsito y provocando un impacto visual agudo sobre la playa. Se propone o bien su eliminación/prohibición o, por el contrario, consensuar con los propietarios una solución adecuada para la ordenación de estas embarcaciones.

Propuesta de instalación de sistemas de amarre en la zona de estudio: Una alternativa al anclaje directo es la instalación de una cantidad mínima y máxima de boyas. Para la implementación del sistema de amarres hay que tener en cuenta que se tiene que prohibir el uso de anclas (para la protección de la *Posidonia oceánica* entre otras variables). Si no resulta bien cubierta la mayoría de anclajes a lo largo del tramo de costa, podrían surgir una serie de problemas como la viabilidad económica del proyecto, y que no se evitaren los daños ecológicos causados por el uso de las anclas y la posibilidad de límites de uso de las embarcaciones. Se propone que los amarres sean alquilados entre el 1 de abril y el 31 de octubre, aproximadamente 210 días. Cada amarre será probado y se evaluará la eslora y peso de la embarcación, velocidad máxima del viento y la altura máxima de las olas aceptables. Esta información se mostrará en una etiqueta en la boya.

Figura 11. Propuesta de amarres en la bahía de Cala Fornells



Programa de educación ambiental: La educación, información y concienciación de los valores naturales de este litoral son una herramienta básica y complementaria a la gestión del espacio, así como un apoyo a la política de conservación propuesta.

9.CONCLUSIONES

La literatura actual existente sobre *Posidonia oceánica*, relaciona el descenso generalizado de la cobertura de las praderas en todo el Mar Mediterráneo en los últimos años, con las actividades humanas que se llevan a cabo en aguas costeras poco profundas (por ejemplo, el desarrollo costero, los anclajes, el turismo, etc.). Gran cantidad de estudios han descrito cualitativamente los impactos negativos de estas actividades en los pastos marinos, pero pocos han analizado cuantitativamente los cambios en la pradera en cuanto a su cobertura (Montefalcone et al., 2005).

Por una parte, el fondeo de embarcaciones es el responsable de la mayoría de las actuales regresiones marinas de la pradera en la zona de estudio desde antes de la década de los años 90. Aunque el turismo no ha sido el único factor que conduce estos cambios, la costa es ahora el mayor destino turístico y ha ido transformándose en un importante factor (Wooddroffe, C.D 2002). Por otra parte, y tal y como demuestran los datos y la cartografía digital en la bahía de Cala Fornells, la cobertura de *Posidonia oceánica*, aunque ha sido regresiva en valores absolutos después de 1990, su tendencia es estable comparándola con la cobertura hacia la década de los años 50'; algo que contradice la literatura existente y que augura la desaparición paulatina y alarmante de las praderas.

Por tanto, existe una necesidad urgente de la adopción de un conjunto de indicadores de eficiencia y la creación de una base comparativa sólida y cuantitativa con el fin de elaborar una evaluación precisa de las pérdidas/ganancias de pastos marinos de *Posidonia oceánica* y sus causas,

para las posibles ganancias a escala mediterránea y teniendo en cuenta los resultados a escala local a los que se ha llegado en este trabajo.

10. AGRADECIMIENTOS

Joana Maria Petrus Bey (UIB), Eduardo Cózar (Calviá), Antonio Rodríguez-Perea (UIB), Biel Moyá (UIB), Miquel Grimalt (UIB), Laura del Valle, Xisco Pomar y al Dpto. Medioambiente, Ayto. Calviá.

11. FUENTES CARTOGRÁFICAS Y DOCUMENTALES

Documentos Dpto. de Calidad de Playas del Ayto. Calviá, INM, IGME, IDEIB, IMEDEA, MMA, Puertos del Estado, Sigpac, Google Earth, GVsí, Of. inf. turística Magaluf., Calviá.

BIBLIOGRAFÍA

- Calvín, J.C., 1995, *El ecosistema mediterráneo. Guía de su flora y fauna*, Madrid, 797p.
- Davies, J. L., 1980, *Geographical Variation in Coastal Dev*, 2ed. Longman Gr, London, UK.
- Fornós, J. J., Ginés, J., Gómez, L. (Ed.), 2007, *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Monogràfic Societat Història Natural de Balears. Palma de Mca, (España), 90p.
- Giulia, C., Davide, C., Marco, M., 2006, *Short-term response of the slow growing seagrass posidonia oceanica to simulated anchor impact*. Marine Env. Research 63 341-49.
- Gómez-Pujol, L., Fornós, J. (eds.), *Investigaciones recientes (2005-2007) en Geomorfología Litoral*. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, 153p.
- Guidetti, P., 2001, *Detecting environmental impacts on the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica L./ Delile: the use of reconstructive methods in combination with 'beyond BACI' designs*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 260. 27-39.
- Leriche, A., Pasqualini, V., Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., Clabaut, P., Denis, J., 2004, *Spatial, temporal and structural variations of a Posidonia oceanica seagrass meadow facing human activities*. Aquatic Botany 84 (2006) 287-293. France.
- López-Rubio, B., García, R., Bernardeau, J., Marín, L., Sandoval, J.M., Gavilán, J., Ramos, A., Ruiz, J.M., 2010, *Informe anual de la red de seguimiento Posidonia oceanica de la Región de Murcia (2004-2010)*. Instituto Español de Oceanografía, Murcia, 132 p.
- Medina, J.R.; Tintoré, J.; Duarte, C.M., 2001, *Las praderas de Posidonia Oceánica y la Regeneración de Playas*. Revista de Obras Públicas, n. 3409 pp.31-43.
- Montefalcone, M., Lasagna, R., Bianchi, M.C., Morri, C., Albertelli, G., 2005, *Anchoring damage on Posidonia oceanica meadow cover*. Chemistry and Ecology, Vol.22, pp.S207-17.
- Navarro, E., 2005, *Indicadores para la evaluación de la capacidad de carga turística*, *Annals of Tourism Research en Español*. 7(2), 422p.
- Pons, G.X. (editor) 2008, *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Societat d'Història Natural de les Balears, 1-467.
- Woodroffe, C. D., 2002, *Coast: form, process and evolution*. Cambridge. UK, 623 p.