

## Estrategia 2

# Afrontar el cambio global y preservar los sistemas naturales, terrestres y marinos

Memoria realizada por

**IMEDEA**

(Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados)

**UIB-CSIC**

para el Consorcio de la Platja de Palma

Actualizada a mayo de 2010

## Consorcio de la Platja de Palma

Este documento que tienes en tus manos es la Memoria íntegra que se ha realizado para incorporarse al **Plan de Acción Integral (PAI) de la Platja de Palma**. En nuestra dirección de internet [www.consorciplatjadepalma.com](http://www.consorciplatjadepalma.com) podrás encontrar todo el Plan de Acción Integral en versión PDF, y cada una de las Estrategias/Memorias, que son:

Estrategia 1

**Un nuevo posicionamiento turístico competitivo y sostenible**

Estrategia 2

**Afrontar el cambio global y preservar los sistemas naturales, terrestres y marinos**

Estrategia 3

**Mejorar las condiciones de vida y empleo de residentes y trabajadores**

Estrategia 4

**Revalorizar integralmente el sistema territorial y urbano con criterios de sostenibilidad**

Estrategia 5

**Establecer compromisos ambiciosos para reducir la carga ecológica local y global**

Estrategia 6

**Crear un espacio digital innovador para todas las personas y actividades**

Estrategia 7

**Instrumentar un pacto institucional y social y una nueva “Gobernanza” para el cambio**

# **Platja de Palma**

## **Estrategia 2**

# **Afrontar el cambio global y preservar los sistemas naturales, terrestres y marinos**



**IMEDEA (Instituto Mediterráneo de Estudios  
Avanzados) UIB-CSIC**

## ÍNDICE

Presentación

<b>I. Parte. Introducción</b>	<b>6</b>
I.1. Resumen ejecutivo	
I.2. Hacia una visión integrada	
<b>II. Parte. Temas clave y objetivos estratégicos</b>	<b>12</b>
II.1. La Platja de Palma y el Cambio Climático	
II.2.. Biodiversidad y ecosistemas naturales	
II.3.. La Platja de Palma: un litoral urbano	
II.4.. Calidad de las aguas	
II.5. Ecosistemas urbanos	
<b>III. Parte. Programas y Acciones</b>	<b>30</b>
III.1. Adaptación y aumento de resiliencia frente al Cambio Climático	
III.2. Biodiversidad y ecosistemas naturales	
III.3. Gestión sostenible y resiliente de la playa	
III.4. Calidad de las aguas	
III.5. Ecosistemas urbanos	
<b>IV. Parte. Cronograma hitos de gestión</b>	<b>36</b>

Esta Memoria resume el contenido de la **Estrategia 2** del Plan de Acción Integral (PAI) para la Revalorización de la Platja de Palma. El objetivo del Consorcio al publicarlas, es reconocer el valor del trabajo realizado por los distintos equipos y facilitar, a quienes pudieran estar interesados, el acceso a información que consideramos del máximo interés y que permite una mejor y más profunda comprensión de las líneas maestras que subyacen en el PAI.

El texto que se expone en las páginas que siguen, recoge las orientaciones estratégicas propuestas en este área de trabajo por **IMEDEA (UIB-CSIC)**, tras haberlas contrastado en varias ocasiones de forma “transdisciplinar” con el coordinador y el resto de los equipos y expertos que han trabajado en el PAI a lo largo del último año y medio. Por lo tanto, su contenido informa de la “parte de un todo” que se proyecta y sintetiza de forma integrada en el PAI. Sin embargo, sus Programas y Acciones, pudieran haber sufrido algún tipo de fusión o reubicación puntual por parte del Consorcio al redactar el texto definitivo del PAI, con el objetivo de evitar reiteraciones y solapes entre las propuestas operativas de unos y otros equipos.

Las Memorias que se publican en estos documentos respetan el texto elaborado por cada equipo y para facilitar la comprensión transversal de su contenido, están organizadas según un índice similar, con diversos apartados que abarcan una parte introductoria de diagnóstico, otra identificando los Temas clave y los Objetivos estratégicos, y otra que informa sobre los Programas y Acciones propuestas.

*El Consorcio de la Platja de Palma / Julio de 2010*

# PRESENTACIÓN

Mediante Convenio específico de colaboración firmado en abril de 2009, el Consorcio de la Platja de Palma encomendó a IMEDEA que formulara orientaciones estratégicas para la gestión sostenible del medio ambiente basadas en el conocimiento científico. En este marco, y como parte de su compromiso con la sociedad balear, el IMEDEA (UIB-CSIC) está realizando un estudio interdisciplinar e integrado del Sistema Platja de Palma (PdP), centrado en el Eje Estratégico “Adaptación al Cambio Climático y Preservación de los Sistemas Naturales” del Proyecto Estratégico de Recalificación Integral (PERI) de la PdP liderado por el Consorcio. El objetivo del trabajo del IMEDEA es elaborar un diagnóstico ambiental del Sistema PdP y realizar recomendaciones para la mejora de su gestión, anticipando, en la medida de lo posible, las respuestas de los sistemas marinos, costeros e insulares a las presiones antrópicas y al cambio global.

Las tareas del IMEDEA se organizaron en dos fases: la Fase I (completada en mayo de 2009) y la Fase II (actualmente en desarrollo) que consiste en la ejecución de los proyectos de investigación planteados en la Fase I. Este resumen presenta someramente los resultados preliminares entregados en el informe de avance de noviembre de 2009. El informe final será entregado en marzo de 2011.

Los informes técnicos entregados pueden consultarse en la siguiente dirección:

<http://imedeaiuib-csic.es/proyecto/platjadepalma/>

Los resultados presentados en este informe divulgativo de avance con base científica no son definitivos, por lo que las recomendaciones incluidas en él son provisionales y serán sujetas a revisión en el informe final.

El equipo de trabajo de IMEDEA (UIB-CSIC) implicado en el Proyecto de la PdP lo constituyen los siguientes investigadores y técnicos:

**Cambio Climático:** Sergio Alonso, Climent Ramis, Romualdo Romero, Arnau Amengual, Víctor Homar (atmósfera), Damià Gomis, Gabriel Jordá, Marta Marcos, Roland Aznar (océano).

**Biodiversidad y ecosistemas naturales:** Nuria Marbà, Mika Noguera (Posidonia), Zeeba Khan, Anna Traveset (ecosistemas terrestres y *Limonium*), Luis Santamaría, Berta Cid (humedales).

**Litoral urbano:** Lluís Gómez-Pujol, Alejandro Orfila, Joaquin Tintoré, Benjamín Casas, Bartomeu Cañellas, Amaya Álvarez.

**Calidad de aguas:** Gotzon Basterretxea, Lucila Candela, Berta Cid, Antoni Jordi, Jordi Lalucat, Elena García-Valdés, David Sánchez, Ana Massanet, Luis Santamaría, Antonio Tovar-Sánchez.

**Ecosistemas urbanos:** Beatriz Gozalo, Ainoha Magrach, Martín Piazzon de Haro, Luis Santamaría.

**Coordinación y apoyo técnico:** Charo Cañas, Marta Fuster, Miguel González (Servicio GIS), Ángela Iglesias, Beatriz Morales-Nin.

# I. PARTE

# INTRODUCCIÓN

## I. 1. RESUMEN EJECUTIVO

La Revalorización Integral de la Platja de Palma como destino turístico, en el escenario actual de integración de criterios de sostenibilidad en los planeamientos urbanísticos, requiere tanto el mantenimiento y mejora de su calidad ambiental, como el aumento de la resiliencia y de la capacidad de adaptación al cambio global (esto es, de la resiliencia). Algunos elementos esenciales de la calidad ambiental de la PdP incluyen la calidad de aguas, la paisajística y la de sus ecosistemas naturales y urbanos (de la que dependen los servicios que estos proveen). Esta calidad está siendo afectada negativamente tanto por el efecto de la urbanización y el uso humano, como por el previsible impacto del Cambio Climático, y tiene efectos directos sobre el potencial turístico de la zona.

### **Cambio Climático**

Las actividades que durante las últimas décadas se han desarrollado en el Sistema de la Platja de Palma (SPdP), están íntimamente ligadas a la climatología privilegiada de este entorno geográfico. Por lo tanto, los mecanismos de optimización de las oportunidades turísticas, residenciales y socioeconómicas del SPdP a medio plazo deben necesariamente tener en cuenta la posible evolución de los principales parámetros atmosféricos como consecuencia del Cambio Climático.

Así por ejemplo, las observaciones muestran que la temperatura atmosférica media global en superficie se ha incrementado notablemente durante el siglo XX. Simultáneamente, ha habido una redistribución de la precipitación y otras variables meteorológicas. Si bien el Cambio Climático es un problema de causas y consecuencias globales, sus impactos se manifiestan localmente. Para estudiar estos impactos, la regionalización es actualmente un objetivo prioritario de todos los programas internacionales y nacionales de Cambio Climático. A nivel atmosférico, la metodología más fuertemente implementada actualmente es la regionalización dinámica, para la cual se

utilizan modelos regionales del clima (RCMs). Estos modelos realizan simulaciones bajo diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los regímenes atmosféricos medios anuales observados para el periodo 1973-2008 en la estación del aeropuerto de Palma muestran un aumento generalizado de las temperaturas, que es más pronunciado para las mínimas (0.69 °C por década), y una disminución en la precipitación anual (-41.9 mm por década). Para los eventos extremos, las temperaturas muestran un incremento (descenso) en el número de días de extremos cálidos (fríos) para este periodo. También se aprecia un aumento en el número de días de lluvia.

El análisis de 18 simulaciones de modelos regionales climáticos, llevadas a cabo según el escenario proyectado por el IPCC de emisiones moderadas y para el periodo 2001-2050, muestra un aumento de 0.32 °C por década para la temperatura. También se proyecta una disminución cercana a los 7 mm por década para la precipitación anual. Para los eventos extremos, los RCMs proyectan un aumento del número de días muy cálidos (se incrementan a un ritmo de 5.42 días por década) y una disminución en el número de días extremadamente fríos (1.73 días menos por década). Para la precipitación, los modelos indican un incremento en el número de días sin lluvia (2.44 días más por década).

En el ámbito oceanográfico, las variables climáticas fundamentales para el SPdP son el nivel del mar y el régimen de oleaje (por su impacto sobre la costa) y la temperatura y salinidad de las aguas (por su impacto sobre los ecosistemas).

A nivel global se estima que el nivel del mar ha aumentado a un ritmo del orden de  $1.5 \pm 0.4$  cm por década durante el período 1961-2000, aunque en el Mediterráneo ese aumento ha sido significativamente inferior:  $0.3 \pm 0.2$  cm por década (algo más de 1 cm durante los últimos 40 años). Por lo que respecta al oleaje, no ha habido variaciones significativas en los promedios anuales de altura de ola significativa, pero sí en los promedios estacionales: mientras en invierno la altura de ola promedio ha pasado de 1.47 m en 1960 a 1.19 m en 2000, en verano ha pasado de 0.68 m en 1960 a 0.78 m en 2000. Esos valores concuerdan con la disminución de viento detectada en invierno.

Las variaciones de temperatura y salinidad también muestran una elevada variabilidad regional; a nivel global la temperatura promedio ha aumentado apreciablemente y la salinidad ha disminuido ligeramente, mientras en el Mediterráneo ambas variables han aumentado, pero muy ligeramente (menos de  $0,5^{\circ}\text{C}$  durante la segunda mitad del siglo XX en el caso de la temperatura).

En cuanto a previsiones para el futuro, las perspectivas de evolución según el escenario pesimista son las siguientes: la temperatura de los 10 primeros metros de agua del SPdP subirá a razón de  $+0.3^{\circ}\text{C}/\text{década}$  (pasaría de los  $19^{\circ}\text{C}$  de promedio actual a los  $20.5^{\circ}\text{C}$  en 2050); la salinidad aumentará a razón de  $+0.03$  psu/década (lo cual supone un incremento de 0.15 psu para 2050); la subida de nivel del mar en el SPdP derivada de los cambios en temperatura y salinidad será superior a la media mediterránea:  $+0.87$  cm/década frente a  $-0.18$  cm por década. Sumando las estimas de la componente atmosférica y de la componente de masa por deshielo (sobre la cual hay grandes incertidumbres), en 2050 el nivel del mar en SPdP estaría entre 5 y 13 cm más alto que en la actualidad.



Las previsiones también indican una ligera disminución (tanto en magnitud como en frecuencia) de los extremos de nivel del mar y oleaje bajo los tres escenarios contemplados del IPCC (B1, A1B y A2). Puede apreciarse también una muy ligera disminución de la altura de ola significativa media, algo más acusada en invierno.

## Biodiversidad y ecosistemas

El Sistema de la Platja de Palma engloba, dentro de una matriz muy urbanizada, ecosistemas naturales que podrían presentar interés desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de funciones y servicios clave. Estos ecosistemas incluyen, en el ámbito marino, las praderas de *Posidonia oceánica*, y en el terrestre, el humedal de Ses Fontanelles, cuyo saladar (el último que queda en la bahía de Palma) alberga los últimos ejemplares de la planta endémica *Limonium barceloi*, el área de Son Verí y el Torrent des Jueus, que incluyen comunidades de pinar costero y garriga mediterránea con un cierto potencial como corredor verde.

Los principales retos que plantea la conservación de estos ecosistemas son:

1. La pradera de Posidonia está en mal estado de conservación y existe un aporte excesivo de materia orgánica (y nutrientes) que superan los umbrales que la pradera puede soportar en Son Verí y Cala Gamba. Las praderas han sufrido una degradación continuada desde 1992.
2. El humedal (almajar y lagunas) de Ses Fontanelles presenta un estado de conservación deficiente, con prolongados períodos de anoxia en las lagunas y una biota poco diversa y característica de zonas degradadas y eutrofizadas.
3. Dentro de la PdP, Ses Fontanelles es la zona natural de mayor interés, ya que incluye la especie endémica y protegida *Limonium barceloi*. El interés de Son Verí y del Torrent des Jueus es menor, aunque tienen cierta importancia como corredores verdes y elementos clave de la trama verde urbana.

Para abordar estos retos y armonizar la conservación de estos ecosistemas y su uso público, se requiere una estrategia de gestión que identifique los factores que causan los impactos mencionados (fuentes de materia orgánica en la zona costera y nutrientes, fuentes de nutrientes y contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas, causas de riesgo sobre la población de *Limonium*, origen de las introducciones de especies invasoras en las zonas naturales periurbanas), reduzca o mitigue sus efectos, y potencie la recuperación de las especies o ecosistemas más sensibles mediante medidas de restauración.

## Litoral urbano

En el marco del Estudio de la Morfodinámica de la Platja de Palma (EMPAPA), se están llevando a cabo diferentes actividades con el fin de aportar un modelo de funcionamiento de la playa en base a: (1) la evolución histórica de la playa seca a partir del análisis histórico del clima marítimo, así como mediante el estudio diacrónico de fotografía aérea cuyo análisis aporta información del comportamiento de la playa en la escala plurianual; (2) la caracterización del clima marítimo, que permite simular los diferentes escenarios de condiciones medias y de temporal y evaluar así los patrones de corrientes y transporte de sedimento en el corto y largo plazo; (3) el levantamiento batimétrico y topográfico de la línea de costa para determinar las dinámicas en una escala anual, así como la identificación de la planta y los perfiles de equilibrio de la playa en el medio plazo; y (4) el cálculo de las cotas de inundación asociadas a diferentes periodos de retorno. A partir de dicho modelo, y en base a las



previsiones de las variables oceanográficas obtenidas por el grupo de Cambio Climático, se evaluarán los cambios en planta, perfil, la posición y cota de inundación asociados a cada uno de los nuevos escenarios climáticos.

Hasta la fecha, los resultados disponibles permiten concluir que la Platja de Palma, en sus condiciones actuales, es una playa estable desde un punto de vista dinámico. La playa emergida no experimenta ninguna tendencia generalizada ni acusada de erosión desde un punto de vista histórico, acentuándose una marcada variabilidad intra e interanual de la posición de la línea de costa. No obstante, en términos de superficie y anchura media, la playa supera como mínimo en un 40% la anchura media y la superficie que presentaba en condiciones naturales, previas a la urbanización de su *backshore* y a la regeneración de finales de los ochenta-noventa. No obstante, pese a este comportamiento general, hay algunas zonas en las que debe matizarse una erosión de carácter puntual.

El oleaje es predominantemente del suroeste y sureste, siendo de mayor altura los oleajes del suroeste. La propagación de las condiciones medias de oleaje y el patrón de corrientes inducidas por el mismo presenta una corriente longitudinal dominante en toda la playa de sureste a noroeste, matizada por dos células de circulación en los laterales de la playa que inciden en el transporte de sedimentos desde ésta a los puertos deportivos. Los diferentes temporales vienen a contrarrestar en sentido opuesto (NW a SE), o matizar a raíz de la generación de diferentes células de transporte, el efecto de las condiciones medias, resultando en el equilibrio anteriormente mencionado.

La cota de inundación asociada al período de retorno de 1 año es de 2,0 m; este escenario coincide con los temporales más frecuentes durante los meses de Noviembre hasta Febrero. La cota de inundación asociada a un período de 5 años es de 2,3 m y la de 10 años de 2,4 m. Considerando que la altura media del paseo marítimo varía entre 2 y 2,5 m (s.n.m), existe la posibilidad de que en períodos temporales cortos puedan registrarse acontecimientos puntuales en los que el paseo marítimo de la playa se inunde.

## Calidad de aguas

La calidad de aguas de la bahía se ve influida por la relativamente baja renovación de las mismas, por los efluentes de los emisarios de Palma y Llucmajor, las descargas de los aliviaderos de la red de pluviales y las tormentadas de otoño y primavera, la presencia del puerto de Palma y los intercambios difusos con el acuífero del llano de Palma. Además se producen incrementos de bacterias indicadoras de contaminación fecal y proliferaciones de biomasa fitoplanctónica asociada a la descarga de nutrientes de origen terrestre en temporada estival, que afectan a la calidad sanitaria, química, ecológica y organoléptica de dichas aguas, como a la biota marina (ej. las praderas de *Posidonia oceanica*).

El uso intensivo de aguas depuradas, ricas en nutrientes, así como las prácticas de fertilización, han implicado un aumento excesivo de los nutrientes en el acuífero (los nitratos exceden ampliamente los valores legales). La elevada carga de nutrientes tiene, probablemente, efectos negativos sobre el estado del humedal de Ses Fontanelles y la calidad de las aguas costeras.

La evaluación de la calidad de las aguas del Sistema de la Platja de Palma revela que para conseguir un destino turístico de calidad y asegurar su sostenibilidad ambiental, se deben abordar varios retos: (1) mejora de la

calidad del agua subterránea, que en la actualidad presenta niveles de nitratos muy superiores a los permitidos por la legislación; (2) mejora de la calidad química y microbiológica de las aguas costeras mediante la reducción de los aportes por torrentes y emisarios durante los episodios de lluvias; (3) restauración del humedal de Ses Fontanelles. Para abordar estos retos es imprescindible elaborar una estrategia integrada que considere a los distintos sectores implicados (agrícola, sanitario, recursos hídricos, conservación, etc.) y las interrelaciones entre aguas superficiales, subterráneas y costeras.

## **Ecosistemas urbanos**

Respecto a los ecosistemas urbanos, con excepción de los sectores de La Ribera, Son Verí y Cala Blava-Bellavista, el grado de presión antrópica sobre los ecosistemas urbanos de la PdP es alto o muy alto, e involucra el efecto combinado de varios factores de degradación. Entre estos, predomina el deterioro directo del hábitat como consecuencia indirecta de la urbanización (abandono de estructuras periurbanas, vertido de escombros y basuras), aunque tienen también considerable importancia los efectos sobre la biota, como la introducción de especies invasoras. A pesar de ello, el relativo esponjamiento y el mantenimiento del arbolado nativo en las calles y jardines urbanos asegura el mantenimiento de un grado relativamente alto de conectividad en varios sectores.

El estudio de los ecosistemas urbanos del Sistema de la Platja de Palma revela que, para conseguir un destino turístico de calidad y asegurar su sostenibilidad ambiental, se deben abordar varios retos: (1) establecer recomendaciones a considerar en el planeamiento urbano y el sistema de gestión, en relación a la conectividad y el estado de conservación de los espacios naturales urbanos y periurbanos, al mantenimiento de sus funciones básicas (infiltración, ciclado de nutrientes, mantenimiento de la biodiversidad) y a la programación de actos demostrativos que expliquen y hagan visibles estas funciones a los usuarios; (2) establecer e implementar un plan integral de prevención y control de invasiones biológicas, basado en la identificación de las vías de introducción y de los factores que facilitan su establecimiento y dispersión; (3) establecer e implementar un sistema de seguimiento a largo plazo de los ecosistemas urbanos, basados en indicadores de biodiversidad, estructura y funcionamiento.

## **I.2. HACIA UNA VISIÓN INTEGRADA**

El Proyecto de la Platja de Palma busca revitalizar una zona turística madura, que se encuentra en declive, y que es clave para el desarrollo del turismo en las Islas Baleares. Por su dimensión y carácter innovador, se espera que el modelo de actuación constituya, además, una referencia para el resto del litoral turístico español. Las actuaciones que se plantean contemplan un horizonte temporal de 10 a 20 años. En este contexto, el IMEDEA (UIB-CSIC) participa en la definición del Proyecto proporcionando una evaluación de la calidad ambiental del Sistema de la Platja de Palma, así como la identificación de una serie de líneas estratégicas de actuación para su mejora. Se considera además relevante que las recomendaciones relativas a este Proyecto incluyan consideraciones sobre la sostenibilidad y resiliencia del sistema ante futuros cambios de uso y clima.

Los enfoques integrados incluyen visiones estratégicas a largo plazo e implican a diferentes grupos de interés y niveles administrativos para garantizar la coherencia. Por ello, el Proyecto se ha ido desarrollado en distintas fases siempre intentando mantener una perspectiva de cómo debería ser medioambientalmente la Platja de

Palma y cómo se satisfacerían las necesidades de sus habitantes y usuarios. En este sentido, el IMEDEA pretende contribuir, junto con otros grupos internos y externos al Consorcio, a generar una visión de futuro para el SPdP, en la que la calidad ambiental sea entendida como un valor fundamental estrechamente relacionado con la calidad de vida, el bienestar social y también con la provisión de servicios.

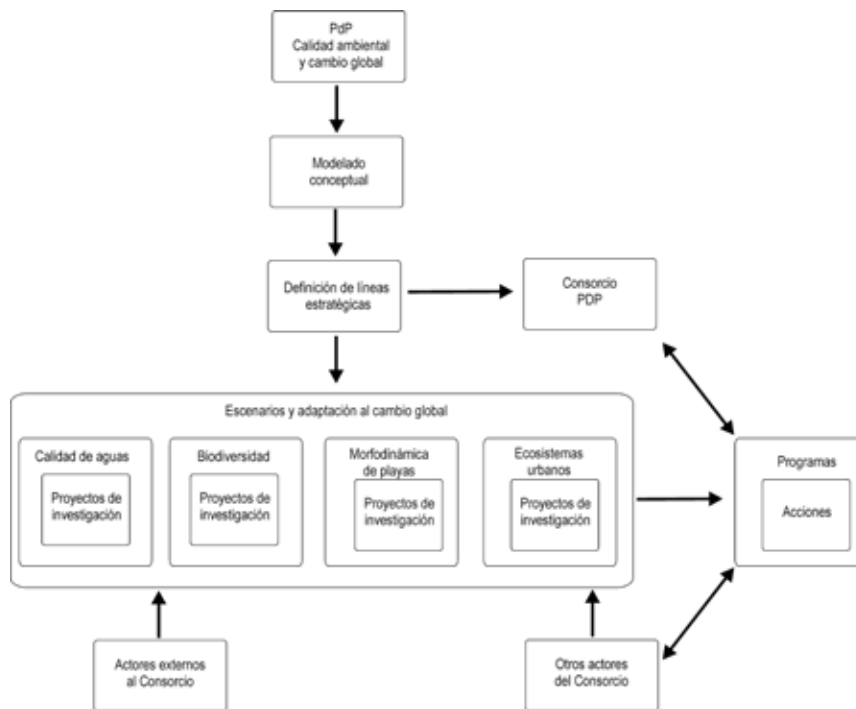


Fig. 3.1.: Fases de trabajo del proyecto "Calidad ambiental y cambio global". Las fases de diagnóstico experto y proyectos de investigación culminan con la presentación de programas de actuación para la implementación de las líneas estratégicas de actuación.

En una primera fase, se ha partido de la identificación de retos clave, la priorización y definición interdisciplinar de líneas estratégicas de actuación en base a técnicas de análisis estructurado de conocimiento experto y modelado conceptual en grupo. En una segunda fase, aún en desarrollo, se están llevando a cabo una serie de programas de investigación enfocados a cubrir lagunas de conocimiento científico. Cada programa de investigación se enmarca en alguna de las líneas estratégicas anteriormente consensuadas y tiene como finalidad realizar una serie de recomendaciones que se plasman en programas de actuación y acciones concretas a realizar.

La participación de los investigadores en el Proyecto, y su interacción con otros grupos internos y externos al mismo, se ha ido modificando en función del avance en la definición de los distintos programas y actuaciones (Fig.3.1.). Así, mientras que la fase de modelado y definición se realizó de forma multidisciplinar y se utilizaron técnicas participativas de trabajo en grupo, los proyectos de investigación se han abordado con una perspectiva más temática. Este cambio en la estrategia de trabajo obedece fundamentalmente al nivel de especialización requerido en los trabajos de investigación, fomentando más la interacción con actores de una misma área de conocimiento, ya sean internos o externos al IMEDEA. Estas interacciones se han articulado bien mediante reuniones temáticas coordinadas, bien mediante talleres bilaterales.

# II. PARTE

## TEMAS CLAVE Y OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

### II.1. LA PLATJA DE PALMA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

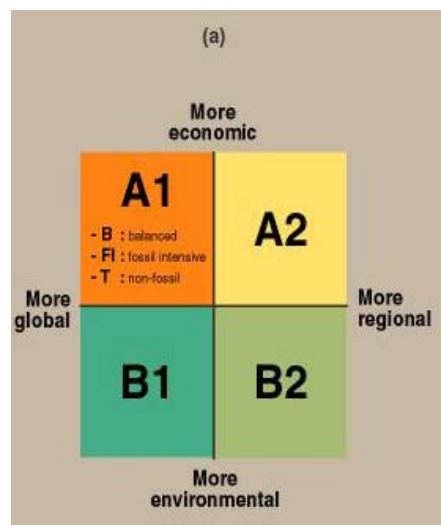


Fig. 4.1.1. Escenarios climáticos IPCC

El análisis de las series históricas de las variables meteorológicas permite establecer, con un gran margen de confianza, las tendencias para los parámetros climáticos. Por otra parte, trabajando con modelos de simulación climáticos se puede proyectar la posible variación de estas para el futuro. En el marco del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) se consideran diferentes escenarios futuros en base a la concentración de las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles y al modelo de desarrollo económico y social. Los escenarios previstos por el IPCC (Fig 4.1.1.) se describen aquí para facilitar la interpretación de los resultados de las investigaciones climáticas y oceanográficas llevadas a cabo

Las actividades desarrolladas en el Sistema de la Platja de Palma (SPdP) están ligadas a su climatología. Por tanto, la optimización de las oportunidades turísticas, residenciales y socioeconómicas del SPdP a medio plazo deben necesariamente tener en cuenta la posible evolución de los principales parámetros atmosféricos y oceanográficos como consecuencia del Cambio Climático.

- Escenario **A1** moderado: supone un mundo futuro con rápido crecimiento económico, baja tasa de crecimiento poblacional y rápida introducción de tecnología nueva y más eficiente. También incluye una convergencia económica, cultural y de desarrollo. Por contra, la población busca el bienestar personal más que la calidad ambiental. Dentro del grupo de escenarios A1, el A1B se caracteriza por un equilibrio entre combustibles fósiles y no-fósiles. Bajo ese escenario A1B, la concentración de GEI sobrepasaría las 700 ppm a finales del siglo XXI.
- Escenario **A2** pesimista: supone un mundo diferenciado en el que las identidades culturales regionales están bien diferenciadas con énfasis en los valores familiares y las tradiciones locales, alta tasa de crecimiento poblacional y diferente desarrollo económico, aunque alto en el Promedio global. Bajo ese escenario, la concentración de GEI sobrepasaría las 850 ppm a finales del siglo XXI.
- Escenario **B1** optimista: supone un mundo convergente (aumento de la igualdad) con rápidos cambios en las estructuras económicas e introducción de tecnologías limpias. El énfasis para la sostenibilidad ambiental y social se pone en soluciones globales, incluyendo esfuerzos para el rápido desarrollo económico y la “desmaterialización” de la economía. Bajo ese escenario, la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) no sobrepasaría las 540 ppm a finales del siglo XXI.
- Escenario **B2** moderadamente optimista: describe un mundo dónde se impone el énfasis en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Supone un continuo incremento poblacional, niveles intermedios de desarrollo económico y un cambio tecnológico más lento y diverso. El escenario se orienta hacia la protección medioambiental y la igualdad social a escala regional y local.

## Parámetros atmosféricos:

Respecto a los parámetros atmosféricos se han utilizado los registros disponibles de la estación meteorológica del Aeropuerto de Palma (indicativo LEPA) para el periodo 1973-2008. Los principales resultados obtenidos son:

- Tendencia para la temperatura media anual: aumento a razón de +0.56 °C por década.
- Tendencia de la precipitación acumulada anual: disminución de -41.90 mm/década.
- Aumento en el número de días de temperaturas extremas cálidas; disminución en el número de días sin lluvia y de precipitaciones intensas; aumento en el número de días con humedad relativa baja; aumento en los días nubosos y reducción en los días sin viento.

Estas son tendencias observadas en LEPA y caracterizan la evolución de las variables durante el periodo 1973-2008 (36 años). Además, se ha obtenido una muy alta significancia estadística en los ritmos de cambio de los parámetros atmosféricos (según los términos estándar utilizados para definir la probabilidad de ocurrencia de un resultado en la nomenclatura del IPCC, éstos se pueden clasificar como virtualmente ciertos).

A partir de 18 modelos regionales climáticos (RCMs) de Cambio Climático para el escenario A1B del IPCC, se obtienen las siguientes variaciones en los regímenes climáticos medios anuales, durante el periodo 2021-

2050, para las series diarias regionalizadas en LEPA respecto al periodo observado 1979-2008. Los regímenes promedio se han calculado como la media de los 18 RCMs (multimodelo):

Aumento proyectado de +1.5 °C para la temperatura media anual (de 16.6 °C a 18.1 °C).

- Descenso proyectado del -10.7 % en la precipitación acumulada anual (de 435.0 mm a 388.5 mm).
- Proyecciones para extremos de temperatura con aumento en 5.46 días por década de extremos cálidos y disminución en 1.73 por década de extremos fríos. Por tanto, cabe esperar un aumento en el número de olas de calor y una disminución en el número de olas de frío.
- Proyecciones para extremos de precipitación con aumento de los días sin lluvia (+2.44 días /década) y una ligera disminución en número de días con lluvias intensas (-0.07 días por década). Se esperan más periodos de sequía para el futuro.

La siguiente tabla (Tabla 4.1.1.) resume la evolución proyectada por la media multimodelo para diferentes rodajas temporales futuras. Los periodos en que los datos han sido promediados están indicados entre paréntesis.

<b>Horizonte temporal</b>	<b>Actual</b> (1979-2008)	<b>2015</b> (2010-19)	<b>2025</b> (2020-29)	<b>2035</b> (2030-39)	<b>2045</b> (2040-50)
Temperatura media anual (°C)	16.6	17.5	17.7	18.1	18.5
temperatura media anual (°C)		+0.9	+1.1	+1.5	+1.9
Precipitación acumulada anual (mm)	435.0	436.2	412.0	412.4	394.3
precipitación acumulada anual (%)		+ 0.3	-5.3	-5.2	-9.4

Tabla 4.1.1. Evolución proyectada de temperatura y precipitación a horizonte 2050.

Las tendencias climáticas obtenidas son notables y requieren de una evaluación de los impactos y propuestas de mitigación en la planificación urbanística y medioambiental, así como en la explotación turística del enclave.

## **Parámetros oceanográficos:**

Las variaciones observadas durante las últimas décadas en los principales parámetros oceanográficos son las siguientes:

- Tendencias poco significativas en temperatura y salinidad, si bien en el conjunto del Mediterráneo apuntan a un ligero aumento en ambas variables.
- Subida del nivel del mar de algo más de 2 cm en los últimos 50 años, muy inferior a los 7.5 cm de subida media a nivel global. Las variaciones extremas del nivel del mar evaluadas para el periodo 1960-2000 indican que se alcanzaron valores de 25 cm por encima del valor medio durante 1,8 días/año.
- Ligeras variaciones en el oleaje, con una disminución de la altura de ola significativa en invierno (de

1.47 m a 1.19 m durante el periodo 1960-2000) y un ligero incremento en las otras tres estaciones. Durante 2.2 días al año de promedio se superan los 4.5 m de altura de ola significativa.

•

Para las perspectivas de evolución posible se ha considerado el escenario A2 del IPCC. Las predicciones para todo el siglo XXI indican que:

- La temperatura de los 10 primeros metros de agua del SPdP subirá a razón de +0.3°C/década, valor ligeramente superior a la media mediterránea (+0.26°/década).
- La salinidad de los 10 primeros metros de agua del SPdP aumentará a razón de +0.03 psu/década, valor sensiblemente inferior a la media mediterránea (+0.06 psu/década).
- La subida de nivel del mar en el SPdP debido a cambios en la temperatura, salinidad y presión atmosférica será superior a la media mediterránea: +0.87 cm/década frente a -0.18 cm por década. Si se añade además la componente de masa por efecto de deshielo, en 2050 el nivel del mar en SPdP estaría entre 5 y 13 cm más alto que en la actualidad (entre 10 y 26 cm para finales de siglo).
- Las previsiones también indican una ligera disminución (tanto en magnitud como en frecuencia) de los extremos de nivel del mar y oleaje bajo los tres escenarios contemplados (B1, A1B y A2). Puede apreciarse también una muy ligera disminución de la altura de ola significativa media, algo más acusada en invierno.

En la siguiente tabla se muestra la evolución proyectada del nivel del mar a un horizonte 2100.

<b>Horizonte temporal</b>	<b>Actual</b>	<b>2020</b>	<b>2050</b>	<b>2100</b>
Subida del nivel del mar	0	3.5±1.5 cm	9±4 cm	18±8 cm

*Tabla 4.1.2.  
Evolución proyectada  
del nivel del mar a un  
horizonte 2100.*

Deben evaluarse los potenciales efectos de esos cambios con aguas superficiales más cálidas y saladas sobre los ecosistemas costeros. Es fundamental evaluar el impacto de la subida del nivel del mar sobre el perfil de playa y sobre las estructuras antrópicas. Las variaciones en el régimen de oleaje pueden modificar la morfodinámica de la playa.



## II.2. BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS NATURALES

El SPdP engloba, dentro de una matriz muy urbanizada, ecosistemas naturales o seminaturales cuyo estado de conservación es importante para el mantenimiento de funciones y servicios clave, que incluyen la preservación de la biodiversidad. Estos ecosistemas incluyen, en el ámbito marino, las praderas de *Posidonia oceanica*, y en el terrestre, el humedal de Ses Fontanelles (cuyo saladar, el último que queda en la bahía de Palma, alberga la única población de la planta endémica *Limonium barceloi*), el área de Son Verí y el Torrent des Jueus (que incluyen comunidades de pinar costero y garriga mediterránea).

Los principales retos que plantea la conservación de estos ecosistemas tienen relación con la gestión de:

### Las praderas de *Posidonia oceanica* de la Platja de Palma

La *Posidonia oceanica*, fanerógama marina de vital importancia y especie protegida por la Directiva Hábitat, por la Directiva Marco sobre Estrategia Marina, por el Convenio de Barcelona y otras regulaciones tanto nacionales como autonómicas, es altamente sensible al deterioro ambiental (turbidez del agua, eutrofización, contaminación, erosión, etc.) por lo que además de tener un notable valor *per se*, resulta ser un bioindicador muy fiable de la calidad de aguas costeras.

Para evaluar el estado actual de la pradera de *Posidonia oceanica* en la PdP, se han utilizado cinco indicadores (Tabla 4.2.1) que permiten hacer una valoración general de su estado de conservación en 6 localidades, cuatro situadas en el límite somero de la pradera y dos a una profundidad de 25 metros (Fig 4.2.1).



Fig. 4.2.1. Puntos de muestreo de *Posidonia oceanica* en la bahía de Palma.

La valoración resultante (Tabla 4.2.1) muestra un relativo deterioro de las praderas en parte de las localidades y muy notable en Cala Gamba.

Indicador	P01	P02	P03	P04	P05	P06
Cobertura <i>Poceanica</i>	Verde	Rojo	Verde	Verde	Verde	Rojo
Algas invasoras	Verde	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde
Densidad haces <i>Poceanica</i>	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Verde
Tasa de sedimentación de MO	Verde	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde
Crecimiento actual	Verde	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde

Tabla 4.2.1.: Valoración del estado ecológico de las praderas de *Posidonia oceanica* en los puntos muestreados en la PdP. MO: Materia Orgánica. Código de colores: estado aceptable (verde) y estado no aceptable (rojo).

La pradera de *Posidonia oceanica* está en mal estado de conservación y existe un aporte excesivo de materia orgánica (y nutrientes) que superan los umbrales que la pradera puede soportar en Son Verí y Cala Gamba. Las praderas han sufrido una degradación continuada desde el año 1992.

## Los ecosistemas terrestres

Tradicionalmente la población mallorquina ha sido agraria, por lo que la relación hombre/medio siempre mantuvo un cierto equilibrio. Esta relación se reflejó en el paisaje y sus componentes ecológicos semi-naturales. Fue a partir de la década de los cincuenta y, particularmente, de los sesenta-setenta del pasado siglo XX, cuando la sociedad mallorquina sufrió un proceso de cambio significativo y el turismo y el comercio se impusieron como los pilares económicos por excelencia. Este proceso de cambio en los patrones de conducta económicos ha supuesto modificaciones sustanciales en el tejido social y en su medio biofísico. La PdP es una de las zonas más afectadas por estos cambios, ya que desde la década de los 60, con el turismo masivo de la Península y el resto de Europa, se fue transformando en un paisaje urbano homogéneo.

Actualmente el SPdP está formado por parcelas de urbanizaciones y ecosistemas fragmentados, restando zonas terrestres de mayor interés naturalístico como Son Verí, el Torrent des Jueus y Ses Fontanelles:

- Son Verí es una zona de pinar que incluye un torrente. Existen algunos ejemplares de *Juniperus phoenicea turbinata* (nombre común: sabina), *Quercus ilex* (nombre común: encina) y *Phillyrea angustifolia* (nombre común: olivillo o labiérnago blanco). El sotobosque está dominado claramente por *Cistus* y *Sonchus* spp. Es un ejemplo clásico del ecosistema garriga mediterránea (Fig.4.2.2.).



Fig 4.2.2. Pinar de Son Verí.

- El Torrent des Jueus, aunque esta ocupado por numerosas especies exóticas e invasoras, mantiene un cierto interés biológico debido a una alta diversidad de invertebrados y su potencial como corredor verde.

- Ses Fontanelles es lo que queda de la mayor zona húmeda del sur de Mallorca, el Prat de Sant Jordi. Se encuentra dentro de un área que sufre una presión urbanística muy alta y en la actualidad solamente quedan vestigios del antiguo humedal. La presencia de *Limonium barceloi*, una especie endémica incluida en la lista roja nacional le aporta un valor extraordinario (Fig.4.2.3.).



Fig 4.2.3. *Limonium barceloi* y especies asociadas (*Messor* spp. y *Aricia cremera*).

Ninguna de las tres zonas está protegida, aunque el Plan Hidrológico de las Islas Baleares (BOIB núm. 77 del día 27-06-2002), artículo 63, recomienda protección especial para las zonas húmedas. Dentro de éstas, se incluye el Prat de Sant Jordi, cuyo único resto es la zona de Ses Fontanelles.

A nivel europeo, en Ses Fontanelles se encuentra un hábitat prioritario para la conservación de la biodiversidad incluido en la Red Natura 2000, que se clasifica como ecosistema código: 1510: Estepas salinas mediterráneas (*Limonietalia*). A parte de *Limonium barceloi*, hay otro genero de planta incluido en el Catálogo Balear, los *Tamarix* spp. y cuatro especies de aves, una de las cuales (*Rallus acuaticus*) nidifica en la zona. También censos preliminares han mostrado que por lo menos hay una especie de lepidóptero nocturno citado ahora por primera vez en Mallorca, procedente de África.

En base a 10 indicadores (tamaño de la zona, biodiversidad, grado de naturalidad, rareza, fragilidad, representatividad, localización de la unidad ecológica/geográfica, historia, valor potencial de la fauna silvestre y atractivo intrínseco) que estiman un amplio abanico de caracteres, se han clasificado las zonas por su interés biológico, con una gradación que va de medio-alto interés biológico (Ses Fontanelles) a medio-bajo interés (Torrent des Jueus, Son Verí) (Fig. 4.2.4).



Fig.4.2.4. Evaluación del interés biológico de las tres zonas estudiadas.

Ses Fontanelles se ha valorado como de interés medio-alto, ya que incluye la especie endémica y protegida *Limonium barceloi*. Sin embargo, el interés de Son Verí y del Torrent des Jueus es medio bajo, destacando la importancia de la parte alta de Son Verí como representante del ecosistema mediterráneo y de ambas áreas como corredores verdes y partes de la trama verde urbana.

## El humedal de Ses Fontanelles

Como hemos mencionado, el humedal de Ses Fontanelles confiere un particular valor a este espacio verde, por lo que requiere un tratamiento más pormenorizado. Este humedal ha sufrido una importante disminución en superficie (Fig. 4.2.5. y 4.2.6) y cambios en su ciclo hidrológico, causados por las obras de drenaje y canalización realizadas en su entorno directo y por el relleno directo de la mitad de su cubeta con inertes y escombros.

Tanto la dinámica hídrica, físico-química y biológica de sus lagunas, como el proceso de recolonización de la vegetación emergente y de marisma, se han visto influenciados por los cambios que la política de reutilización de aguas depuradas para riego han causado en el acuífero durante las últimas décadas: principalmente, la elevación de los niveles piezométricos, el retroceso de la intrusión salina y la elevación de los niveles de nitratos y, probablemente, de otros nutrientes.

En la actualidad, el humedal incluye una veintena de pequeñas tablas de aguas libres (lagunas) alineadas de NNW a SSE, cuyo estado de conservación es deficiente en general (Tabla 4.2.2.). La característica más relevante de las lagunas de Ses Fontanelles es la presencia de prolongados períodos de anoxia durante las horas nocturnas, que llegan a extenderse a todo el día durante los meses otoñales, e indican que los humedales sufren un problema severo de eutrofización.

Los estudios realizados indican que la biota de las lagunas de Ses Fontanelles es en general poco diversa y característica de lugares degradados, eutrofizados y sometidos a estrés antrópico, aunque también refleja la heterogeneidad del sistema de lagunas y la mayor calidad ecológica del grupo de las tres/cuatro lagunas



noroccidentales y la laguna mas suroriental. El diagnostico de la conservación de dichas lagunas (Tabla 4.2.2.) muestra un estado general deficiente en todas ellas.

Laguna	Morfología	Actividad humana	Aspecto del agua	Vegetacion emergente	Vegetacion hidrofítica	TOTAL
4	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
3	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
1	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
2	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
5	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
6	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
7	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
9	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
10	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
8	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul
Promedio	Verde	Rojo	Azul	Azul	Azul	Azul

Tabla 4.2.2.: Presión antrópica sobre el humedal de Ses Fontanelles. Valores de índice ECELS, basado en la hidromorfología, usos del suelo y vegetación, calculados para diez lagunas del humedal, ordenadas en la tabla a lo largo del eje NW-SW. Código de colores: malo (rojo), deficiente (naranja), mediocre (amarillo), bueno (verde), muy bueno (azul).

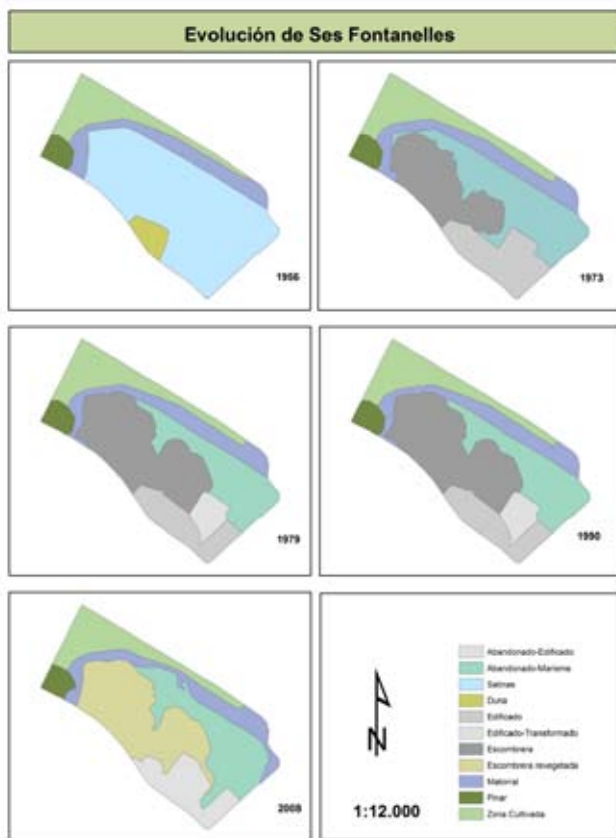
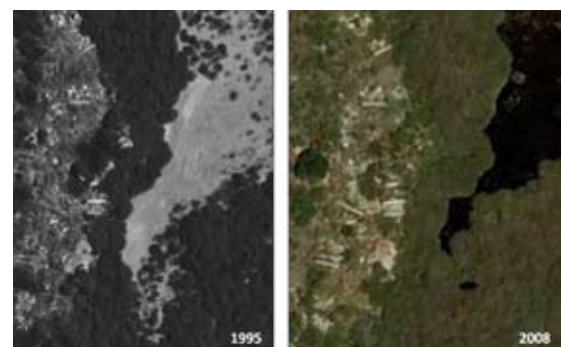


Fig. 4.2.5. Evolución histórica del humedal de Ses Fontanelles (1995-2008). Detalles de fotos aéreas en los que puede apreciarse el talud de escombros con los que se fue rellenando el humedal, la progresiva revegetación de dicho talud con vegetación terrestre y el progresivo cierre de las tablas de aguas libres al irse cerrando la marisma de Sarcocornia-Arthrocnemum. Fuente: Servicio de SIG del IMEDEA.

Fig. 4.2.6.: Evolución histórica del humedal de Ses Fontanelles (1956-2008), en la que puede observarse la progresiva transformación de las antiguas salinas en una marisma de Sarcocornia-Arthrocnemum con algunas zonas de aguas libres (que no se muestran en las imágenes), y la pérdida de más de la mitad de la superficie de humedal al ser rellenado con sedimentos y escombros en los años 70. También se indican la progresiva revegetación del área de escombrera y la edificación, abandono y posterior re-edificación de la esquina suroccidental del humedal. Fuente: Servicio de SIG del IMEDEA.



Las lagunas de Ses Fontanelles, como ecosistema acuático, tanto desde el punto de vista hidrológico como naturalístico tienen un estado de conservación deficiente, presentando elevadas concentraciones de nitratos y una biota poco diversa y característica de zonas degradadas y eutrofizadas.

## La población de *Limonium barceloi*

La distribución actual de los hábitats en Ses Fontanelles (Fig. 4.2.7.) muestra seis tipos principales interrelacionados y con estados de conservación desiguales. El saladar (*Sarcocornietum fruticosae*) es relativamente extenso, básicamente más valioso y diverso, y presenta un estado de conservación relativamente bueno. Hay ejemplares de *Tamarix* (al menos dos especies) distribuidos en varios puntos de la zona. La comunidad *Limonietaia* está compuesta por tres especies de *Limonium* presentando tres núcleos principales. Las subpoblaciones de *L. barceloi* están actualmente en mal estado debido principalmente a la inundación de agua potable que tuvo lugar en junio de 2009.

Las zonas sensibles donde se han observado poblaciones de *L. barceloi* (Fig. 4.2.8.) deben tenerse en cuenta para el desarrollo de futuras medidas para la gestión de Ses Fontanelles. La Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears (Servicio de protección de especies) prevé designar una microreserva que abarque la mayor población de *L. barceloi* y zonas de hábitat potencial en Ses Fontanelles. Sin embargo, esta acción, aislada de la toma de otras medidas, puede no ser suficiente para asegurar la viabilidad futura de esta planta.

La población actual ha sido reducida a tan sólo unos 300 individuos. Esto no incluye la subpoblación (proveniente de una plantación experimental a partir de semillas del Jardín Botánico de Sóller) ubicada en una zona de estudio manejado por la Conselleria de Medi Ambient, en el recinto del Acuario de Palma.

Sin estudios sistemáticos de la biología reproductiva y los requerimientos ecológicos de la especie, será difícil garantizar su pervivencia a largo plazo. Además, sin medidas de gestión, las plantas invasoras podrían llegar a amenazar la integridad de las comunidades de *Sarcocornietum fruticosae* y *Limonietaia*.



Fig.4.2.7. Distribución actual de hábitats en la zona de Ses Fontanelles (\* Clasificación nueva por confirmar).



Fig. 4.2.8. Distribución de puntos sensibles para la gestión de *L. barceloi*.

La conservación de la especie endémica *Limonium barceloi* requiere de un plan de gestión que contemple tanto los aspectos reproductivos y dinámica de su población, como las zonas húmedas y los usos a los que se destinará el espacio de Ses Fontanelles.

## II.3. LA PLATJA DE PALMA: UN LITORAL URBANO

El estudio de la evolución histórica de S'Arenal y los resultados preliminares referentes a su dinámica, ponen de manifiesto que en la actualidad es una playa urbana y estable desde un punto de vista dinámico. No obstante, las intervenciones realizadas (ampliación puertos deportivos, urbanización y diseño del paseo marítimo, regeneración de la playa) han alterado los mecanismos naturales de compensación frente a oleajes extremos (temporales). Los principales resultados preliminares muestran que:

- La playa emergida no experimenta ninguna tendencia generalizada ni acusada de erosión.
- En términos de superficie y anchura media la playa supera en un 60% la anchura media y la superficie que presentaba en condiciones naturales, previas a la urbanización de su *backshore* y a la regeneración de finales de los ochenta-noventa.
- La tendencia de la línea de costa es de acumulación y propagación entre Ses Fontanelles y Las Maravillas y un retroceso hasta las posiciones de la línea de costa previas a la regeneración entre La Porciúncula y S'Arenal. Este reajuste no ha supuesto un retroceso de la playa emergida previa a la regeneración. Existe un pequeño sector en el sur de la playa, cercano a la desembocadura del Torrent des Jueus, en el que deben matizarse algunos problemas puntuales de erosión.

La dinámica de la playa sumergida y del transporte de sedimentos se está estudiando en base al análisis de 44 años de datos de altura de ola significativa, periodo y dirección del oleaje. A partir de la propagación de dichos datos a 5 m de profundidad frente a la playa, se han calculado las diferentes cotas de inundación de la misma.



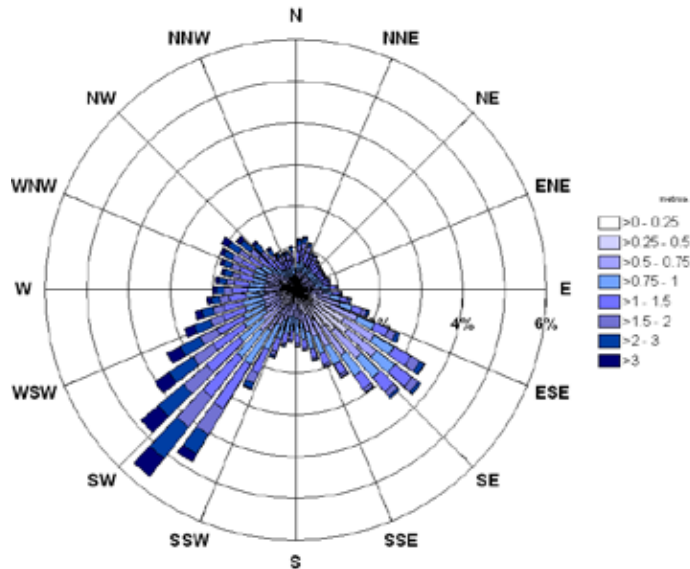


Fig. 4.3.1. Rosa de alturas de ola significativa (Hs) anual para el nodo HIPOCAS frente a la bahía de Palma.

El patrón de propagación del oleaje es predominantemente del suroeste y sureste, siendo de mayor altura (más energéticos) los del suroeste (Fig.4.3.1.). El oleaje incide perpendicularmente a la playa y las mayores alturas de ola se alcanzan en la zona norte de la misma.

La propagación de las condiciones medias de oleaje y el patrón de corrientes inducidas por el mismo presenta una corriente longitudinal dominante en toda la playa de sureste a noroeste (Fig.4.3.2.). Con la existencia de al menos tres células de circulación del agua, dos en los laterales de la playa que inciden en el transporte de sedimentos desde ésta a los flancos de la bahía y los puertos deportivos, y una de grandes dimensiones que afecta a casi toda la playa en sentido S'Arenal a Ses Fontanelles.

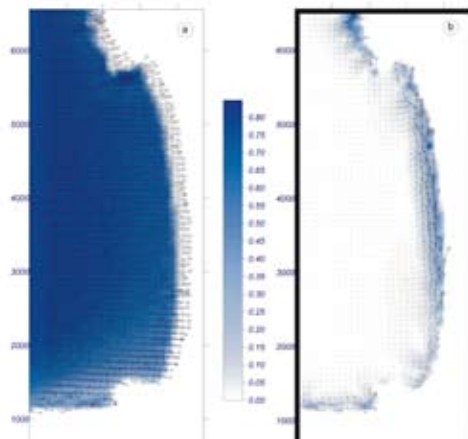


Fig. 4.3.2. Patrón de propagación del oleaje característico de condiciones medias (Hs= 0,8 m; T = 4 s; = SW) en la playa de S'Arenal (a) y patrón de corrientes asociadas (b).

El análisis preliminar de los valores extremos de cota de inundación, en base a los últimos 44 años, que concierne a la altura del oleaje y sus efectos sobre la costa, calculadas para la playa de S'Arenal (Fig. 4.3.3.) para un período de retorno de 1 a 100 años, muestran una cota de inundación asociada al período de retorno de 1 año de 2,0 m, este escenario coincide con los temporales más frecuentes durante los meses de Noviembre hasta Febrero. La cota de inundación asociada a un período de 5 años es de 2,3 m y la de 10 años de 2.4 m.

Considerando que la altura media del paseo marítimo varía entre 2 y 2,5 m (s.n.m), existe la posibilidad que en períodos temporales cortos puedan registrarse acontecimientos puntuales en los que el paseo marítimo de la playa se inunde y puedan producirse daños materiales.

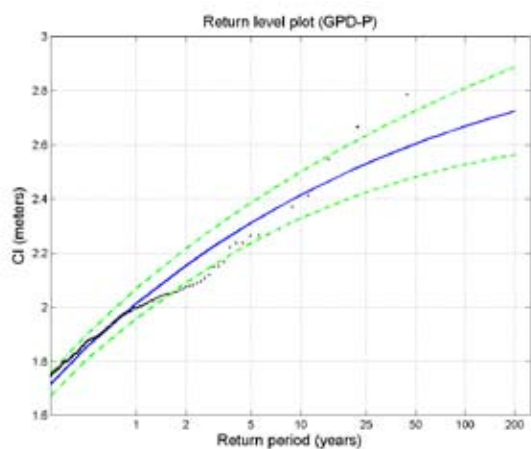


Fig. 4.3.3. Distribución GPD-P para el régimen extremal de cota de inundación en la playa de S'Arenal.

Es importante tener en cuenta que la playa está en equilibrio y sólo se debería considerar su regeneración ante claras evidencias de tendencias acentuadas de erosión. Asimismo, es necesario considerar el efecto de los temporales sobre la playa (estimaciones de respuesta frente a eventos extremos de cota de inundación) y se debe evaluar el efecto que puede ejercer el diseño del paseo marítimo en la acentuación de las dinámicas erosivas de la misma.

## II.4. CALIDAD DE LAS AGUAS

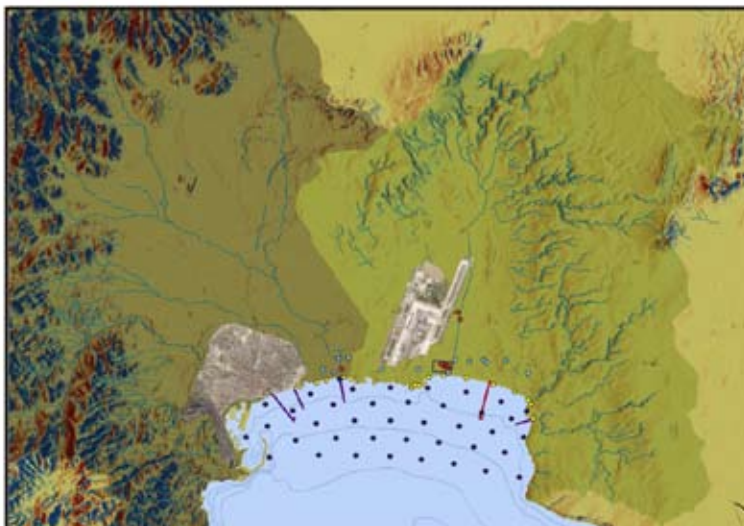
La evaluación de la calidad de las aguas del Sistema de la Platja de Palma revela que para conseguir un destino turístico de calidad y asegurar su sostenibilidad ambiental se deben abordar principalmente tres retos:

- Mejora de la calidad del agua subterránea, que en la actualidad presenta niveles de nitratos muy superiores a los permitidos por la legislación.
- Mejora de la calidad química y microbiológica de las aguas costeras mediante la reducción de los aportes por torrentes y emisarios durante los episodios de lluvias.
- Restauración del humedal de Ses Fontanelles.

Para abordar estos retos, es imprescindible elaborar una estrategia integrada que considere a los distintos sectores implicados (agrícola, sanitario, recursos hídricos, conservación, etc.) y las interrelaciones entre aguas superficiales, subterráneas y costeras.

Por ello, en lo referente a las medidas y planes de gestión, el ámbito de actuación trasciende el contexto geográfico del Proyecto de la Platja de Palma y requiere la implicación de sectores muy diversos (agrícola, industrial, servicios, etc.). Estas medidas deberán tener por objeto la protección, mejora y restauración del estado de las aguas para lograr que estén en buen estado químico y ecológico. Dado que la calidad del agua contribuye de forma relevante tanto a la salud de los ecosistemas como a su uso recreativo y comercial, en un contexto como el de la PdP representa un elemento esencial de la oferta de servicios recreativos y oportunidades de ocio.

En el caso de la PdP, esta cuenca (*Fig. 4.4.1.*) abarca dos focos importantes de presión antrópica; la ciudad de Palma y la zona agrícola del Pla de Sant Jordi. La ciudad de Palma concentra el mayor foco de población y actividad de la Isla. Aunque se encuentra relativamente alejada de la PdP y puede considerarse que, por su situación, la escorrentía y la hidrogeología corresponden a una cuenca relativamente inconexa con la del Pla de Sant Jordi, existen dos circunstancias que conectan una y otra zona. Por un lado, gran parte de las aguas residuales de la ciudad de Palma se tratan y reutilizan en la EDAR Palma 1, situada en la sub-cuenca de la PdP.



*Fig. 4.4.1. Límites de la cuenca hidrográfica del Llano de Palma. Indicando los puntos muestreados durante el presente estudio (negro=mar, azul=pozos, rojo aguas superficiales) y los monitorizados por la Conselleria de Salut i Consum en sus controles de calidad de aguas de baño (amarillo).*

En lo relativo al uso agrícola, el Pla es junto con la de Inca-Sa Pobla la zona agrícola más productiva de la Isla. Los problemas de salinización del acuífero que existieron en el pasado, producidos por la sobreexplotación de las aguas subterráneas, parecen haberse mitigado con el uso de aguas depuradas para el regadío. Sin embargo, el uso intensivo de aguas depuradas, ricas en nutrientes, y posiblemente algunas prácticas inadecuadas de fertilización, han favorecido un aumento excesivo de los nutrientes en el acuífero. Hoy en día, las concentraciones de nitratos en el agua subterránea exceden ampliamente los valores legales (hasta cuadruplicarlos, en algunos casos). La eutrofización de las aguas, junto con el incompleto tratamiento de las aguas residuales son los dos problemas medioambientales más significativos de los analizados, con implicaciones sobre el estado del humedal de Ses Fontanelles y la calidad de las aguas costeras.

Las aguas superficiales del humedal de Ses Fontanelles presentan valores de metales (e.g. Al, Ag, As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Ni, Mo, Pb y Zn) que, aunque son más elevados que los del acuífero y los de las aguas costeras adyacentes, no pueden considerarse como dañinos para la vida acuática según los estándares de calidad disponibles.

En lo relativo a las fuentes que producen problemas a escala general de la bahía, las descargas de los torrentes son las más importantes. El aporte de los torrentes produce cambios generalizados en los flujos de la bahía durante los episodios de lluvia. Los aportes de nutrientes y materia orgánica durante dichos episodios generan cambios importantes en la biomasa fitoplanctónica, (*Fig. 4.4.2.*) que probablemente afecten a otros compartimentos de las redes tróficas.

Las tormentadas conllevan también un importante deterioro de la calidad microbiológica del agua costera, evaluada a través del análisis de la distribución de clorofilas en aguas superficiales y de la bacteria *Escherichia coli*, indicadora de contaminación fecal (*Fig. 4.4.2.*), que alcanzan niveles poco recomendables para el baño en

algunas zonas. A este problema contribuyen probablemente la incompleta separación de las redes de pluviales y fecales, la existencia de vertidos incontrolados y el insuficiente tratamiento de las aguas residuales.

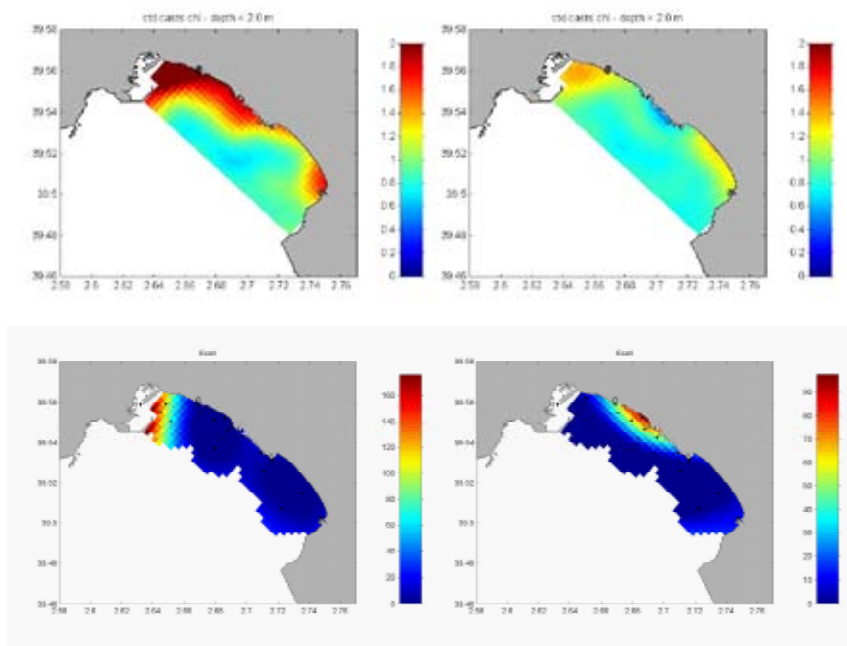


Fig. 4.4.2. **Arriba.** Distribución de clorofila en aguas superficiales de la bahía de Palma durante los muestreos efectuados en los meses de junio y julio. Se observan incrementos apreciables de biomasa fitoplanctónica ( $> 1 \text{ m}^{-3}$ ) relacionados con las zonas donde existen más nutrientes de origen terrestre.

**Abajo.** Distribución de la bacteria *Escherichia coli*, indicadora de contaminación fecal ( $\text{CFU } 100 \text{ mL}^{-1}$ ). La Fig. de la izquierda corresponde a un muestreo realizado a finales de agosto tras una tormenta sobre la ciudad de Palma. La Fig. de la derecha corresponde a un muestreo efectuado a finales de septiembre cuando el Torrent Gros descargaba agua en la bahía. Nótese la diferencia de escala entre ambas Figuras.

Otra fuente que produce deterioro en la calidad de aguas a escala de la bahía es la descarga difusa al mar del acuífero del Llano de Palma. Aunque los efectos son generalizados, se concentran fundamentalmente en la franja litoral, en la que se producen los intercambios entre el acuífero y las aguas costeras. Este proceso es lento, difuso y heterogéneo a lo largo de la línea de costa, ya que (entre otras causas) está condicionado por las características geológicas del terreno. Cabe recordar que las concentraciones de nitratos en el acuífero exceden ampliamente los límites legales (triplicando o cuadruplicando éstos), por lo que no es extraño que sus descargas generen concentraciones elevadas a largo de la línea de costa.

A una escala más local, se detectan problemas en:

- El exterior del puerto de Palma y, probablemente, los aliviaderos contiguos son fuente de contaminación por materia orgánica, nutrientes y metales (Cu, Pb y Zn). La biomasa es elevada (valores de clorofila  $> 1.5 \text{ mg m}^{-3}$ ) y se mantiene relativamente constante durante los muestreos efectuados. La turbidez es también más elevada en esta zona y posiblemente limite la producción primaria, condicione la granulometría y la carga de materia orgánica en el sedimento y, a través de estos efectos, suponga un factor de deterioro para las praderas de *Posidonia oceanica* en la zona.
- La zona de Portitxol-Can Pere Antoni se ve afectada tanto por los efluentes del puerto de Palma como por los del Torrent Gros y el emisario de la EDAR. Además, en el Portitxol desemboca el torrente de Na Bárbara, que en ocasiones presenta un flujo posiblemente relacionado con algún desagüe. Los datos de nutrientes en algunos puntos de la playa de Can Pere Antoni son muy elevados ( $> 10 \mu\text{M NO}_3$  frente a GESA).
- La zona Molinar-Cala Gamba, donde confluyen el emisario de la EDAR Palma 1 y el Torrent Gros. Este torrente presenta un flujo de agua permanente proveniente de la desaladora de Palma, con una temperatura inferior a la del agua de mar y una salinidad anormalmente alta, a escasa distancia de

su desembocadura. Por otro lado, el emisario de la EDAR presente en la zona es probablemente el responsable de que los valores microbiológicos de la playa de Ciudad Jardín sean más elevados que en otras zonas (Fig. 3.4.2.), y excedan los niveles legalmente aceptables durante las tormentadas.

- Entre el puerto de Can Pastilla y Ses Fontanelles, a lo largo de la costa, se observa un aumento de la concentración de nutrientes y Fe asociados a la descarga de aguas subterráneas a través del sedimento de la playa. Estas descargas favorecen una elevada biomasa fitoplanctónica en la zona y la aparición de proliferaciones de algas nocivas (PANs) en algunos puntos de la playa. Este tipo de eventos deben ser controlados, ya que algunas de las especies productoras de proliferaciones pueden producir toxicidad. También existe un problema de este tipo en el interior de los dos puertos deportivos de la PdP. Aunque en principio esto no produce conflictos de uso, se debería vigilar su propagación hacia las zonas adyacentes de playa.
- La zona oriental de la PdP, en la confluencia del emisario de Lluçmajor, el Torrent des Jueus y el puerto de S'Arenal. La zona de S'Arenal, entre el Torrent des Jueus y el puerto deportivo, es la más afectada por contaminación fecal. Aunque con los límites actuales de la normativa no se puede considerar que la calidad sea mala, la nueva normativa (que entrará en vigor dentro de dos años) es más exigente, por lo que la playa podría no cumplir con los niveles requeridos para el agua de baño si no se corrige este problema.

La calidad de aguas de la bahía se ve influida por la relativamente baja renovación de las mismas, por los efluentes de los emisarios de Palma y Lluçmajor, las descargas de los aliviaderos de la red de pluviales y las tormentadas de otoño y primavera, la presencia del puerto de Palma y los intercambios difusos con el acuífero del Llano de Palma. Además, se producen proliferaciones de bacterias indicadoras de contaminación fecal e incrementos de biomasa fitoplanctónica asociada a la descarga de nutrientes de origen terrestre en temporada estival, que afectan a la calidad sanitaria, química, ecológica y organoléptica de dichas aguas, como a la biota marina (ej. las praderas de Posidonia).

El uso intensivo de aguas depuradas, ricas en nutrientes, así como las prácticas de fertilización, han implicado un aumento excesivo de los nutrientes en el acuífero (los nitratos exceden ampliamente los valores legales). La elevada carga de nutrientes tiene, probablemente, efectos negativos sobre el estado del humedal de Ses Fontanelles y la calidad de las aguas costeras.

## **II.5. ECOSISTEMAS URBANOS**

La rápida urbanización de la PdP ha dejado numerosas zonas naturales y semi-naturales en toda el área urbanizada, entremezcladas con los edificios e infraestructuras circundantes (aceras y paseos, vías de circulación, etc.) y complementadas con varias zonas verdes que conservan, en algunos casos, un grado considerable de naturalidad (p.ej. mantienen el dosel y sotobosque nativo). Estas zonas incluyen alrededor de cuarenta fragmentos de bosque nativo (pinar costero y garriga), de tamaño y forma muy variable, con diferentes grados de aislamiento, determinado tanto por la distancia a los fragmentos más cercanos como por las características de la matriz urbana circundante (presencia de árboles nativos remanentes o de arbolado urbano, altura y densidad de las edificaciones, anchura y densidad de uso de las calzadas, etc.).

La mayoría de estos fragmentos presentan numerosos síntomas de degradación (Tabla 4.5.1.), que resultan en el empobrecimiento de sus comunidades, el deterioro de funciones ecológicas y la pérdida de los servicios que prestan estos ecosistemas (infiltración de agua, ciclado de nutrientes, acumulación de materia orgánica, etc). Las causas de esta degradación incluyen:

- La presión antrópica directa: depósito de escombros, apertura de caminos y pisoteo.
- La introducción de especies invasoras, mayoritariamente vegetales (*Opuntia*, *Ailanthus*, *Carpobrotus*, *Agave*, *Aloe*, *Nicotiana*, etc.), pero también animales (como la tórtola turca, gatos ferales y ratas negra y noruega).
- La disrupción topográfica e hidrológica por obras e infraestructuras abandonadas: antiguas canteras, edificios abandonados, calzadas abandonadas, vallas y muros.

Tabla 4.5.1.: Presión antrópica sobre los ecosistemas urbanos de la PdP. Estimación del impacto de los principales factores de degradación de dichos ecosistemas, para los diferentes sectores en que se estructura el planeamiento urbanístico de esta área. Código de colores: impacto muy elevado (rojo), elevado (naranja), moderado (amarillo), bajo (verde claro), muy bajo (verde oscuro).

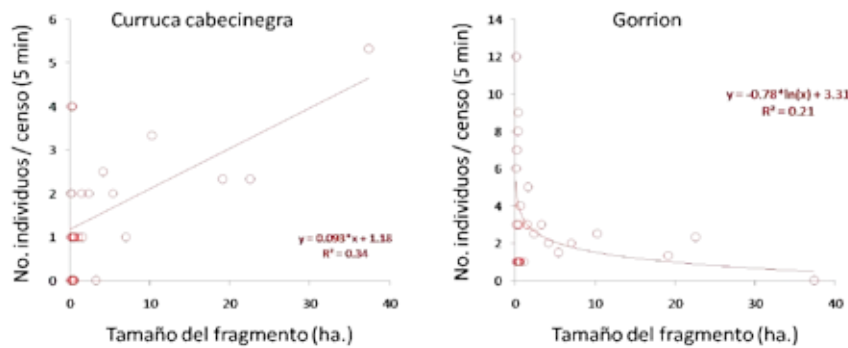
Sector	Escombros	Basuras	Canteras y estructuras abandonadas	Caminos y pisoteo	Especies invasoras	Pérdida de conectividad	Valoración global
Can Pastilla	Naranja	Naranja	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Rojo
Ses Fontanelles	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Verde claro	Naranja
La Ribera	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Naranja	Verde claro	Verde claro	Verde claro
Les Maravelles	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Verde claro	Naranja
La Porciúncula	Naranja	Naranja	Rojo	Naranja	Verde claro	Verde oscuro	Naranja
Arenal (Palma y Lluçmajor)	Naranja	Naranja	Verde claro	Naranja	Verde claro	Naranja	Naranja
Son Verí	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Naranja	Verde claro	Verde oscuro	Verde claro
Cala Blava-Bellavista	Verde claro	Verde claro	Verde oscuro	Verde claro	Verde claro	Verde oscuro	Verde claro

Los principales efectos de estos factores son:

- La pérdida de biodiversidad.
- La pérdida de conectividad biótica.
- La degradación de la cubierta vegetal y de la costra biológica, sobre todo las comunidades de líquenes, aún conservadas en excelente estado en algunos fragmentos.
- La compactación del suelo y la pérdida de capacidad de infiltración (la respuesta de estas y otras variables funcionales está siendo evaluada).

La pérdida de biodiversidad también puede estar influenciada por otros factores, como el tamaño y la conectividad entre fragmentos. Con objeto de evaluar qué factores afectan a la biodiversidad de los fragmentos, se está cuantificando su composición florística y faunística (Fig.4.5.1.), tomando en este último asunto como caso de estudio las aves forestales ligadas a pinares costeros. Los datos recogidos hasta la fecha son preliminares y aun poco representativos, ya que la comunidad estival es menos abundante y diversa que las de invernantes y reproductoras, aunque también es importante considerarla, ya que representa la avifauna que ocupa estos

ecosistemas durante la mitad del año (entre mayo y octubre). Los datos recogidos indican, por ejemplo, que en los fragmentos más pequeños se produce un reemplazo en las especies de aves que los ocupan: aumenta la abundancia de aves típicamente urbanas, como el gorrión, y disminuye la de las especies de bosque mediterráneo, más sensibles a la antropización, como las currucas, por ejemplo.



**Fig 4.5.1.:** Relación entre la abundancia de aves y el tamaño de los fragmentos de bosque que persisten en el área urbana de la Platja de Palma. Se observa como, al decrecer el tamaño de los fragmentos, aumenta la abundancia de especies típicamente urbanas, como el gorrión, y disminuye la de las menos tolerantes a la presión antrópica, como las currucas.

Con excepción de los sectores de La Ribera, Son Verí y Cala Blava-Bellavista, el grado de presión antrópica es alto o muy alto, e involucra el efecto combinado de varios factores de degradación. Entre estos, predomina el deterioro directo del hábitat por consecuencia indirecta de la urbanización (abandono de estructuras periurbanas, vertido de escombros y basuras), aunque tienen también considerable importancia los efectos sobre la biota, como la introducción de especies invasoras. A pesar de ello, el relativo esponjamiento y el mantenimiento del arbolado nativo en las calles y jardines urbanos asegura el mantenimiento de un grado relativamente alto de conectividad en varios sectores.



# III. PARTE

## PROGRAMAS Y ACCIONES

### III.1. ADAPTACIÓN Y AUMENTO DE RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El objetivo del programa **2.1 “Establecer directrices estratégicas y sistemas de seguimiento con relación a la adaptación y aumento de resiliencia frente al Cambio Climático”** consiste en dibujar el marco ambiental del siglo XXI. Ese marco, por la escala planetaria del Cambio Climático, es difícilmente modificable, por lo que las recomendaciones que siguen a continuación se centran en que se tomen en consideración las variaciones previstas en el ámbito de todas las demás actuaciones.

- Incorporar las previsiones referentes a las variaciones para el régimen de pluviosidad en la planificación urbanística, el planeamiento y la gestión de los recursos hídricos (descenso proyectado a razón de -6,98 mm por década para el periodo 2001-2050).
- Verificar las previsiones climáticas y oceanográficas que influyen sobre la gestión de recursos hídricos, realizando un monitoreo sobre la medición de las variables y las estaciones de medición, así como los grados de confianza, tanto en la cuenca hidrográfica como en la playa, para su incorporación en la gestión adaptativa del SPdP.
- Desarrollar un plan de gestión para los ecosistemas terrestres y acuáticos del SPdP que contemple los cambios en los regímenes medios y extremos de las variables meteorológicas, así como los cambios proyectados para éstas en el futuro.
- Desarrollar un plan de gestión para los ecosistemas marinos de SPdP que contemple los cambios

previstos en la temperatura y salinidad media del mar (incremento de 0,26 °C por década y aumento de 0,06 psu por década).

- Tener en cuenta la posible evolución del perfil de la playa debido al aumento del nivel del mar a la hora de diseñar la línea de costa del SPdP.
- Tener en cuenta el efecto combinado del aumento del nivel del mar y las variaciones del régimen de oleaje (nivel medio y extremo) a la hora de diseñar eventuales estructuras costeras.
- Monitorizar las tendencias de la variación del perfil de playa en el medio y largo plazo para realizar una gestión adaptativa del SPdP.
- Tener en cuenta en el diseño del urbanismo del SPdP la subida de temperatura media (aumento proyectado a razón de +0,32 °C por década para el periodo 2001-2050).
- Mitigar el efecto de isla de calor urbana a través de medidas de climatización (reducir densidad urbana, aumentar masa vegetal, prohibir salidas de aire caliente cerca de la superficie, etc.).
- Orientar las infraestructuras para favorecer la climatización del Sistema.
- Considerar el potencial turístico y sus posibles variaciones debidas al Cambio Climático en la planificación del SPdP para el siglo XXI.
- Plantear la desestacionalización del turismo en base a las previsiones climáticas y las alternativas de ocio propuestas.
- Desarrollar un plan de gestión para el urbanismo en el SPdP que mitigue el impacto de un cambio en la frecuencia de los eventos extremos, principalmente para las temperaturas y precipitaciones.
- Tomar en consideración la superposición de eventos extremos (algunos más persistentes) en el planeamiento del Sistema, adoptando medidas de prevención de riesgos.

## ***PROGRAMA 2.1. Establecer directrices estratégicas y sistemas de seguimiento con relación a la adaptación y aumento de resiliencia frente al Cambio Climático***

### *Descripción:*

A partir de los escenarios de evolución futura del clima y del régimen oceanográfico, se elaboran medidas de gestión conducentes a la adaptación al Cambio Climático en el medio urbano, natural, costero y marino de la PdP, así como con relación al potencial turístico de la zona y su calidad residencial.

### *Objetivos:*

Diseñar recomendaciones estratégicas, en función del Cambio Climático, sobre el sistema hídrico, las áreas naturales terrestres, costeras y acuáticas, la playa y las infraestructuras litorales, el medio urbano, el potencial turístico de la zona, las medidas de prevención, protección y mitigación ante los eventos extremos atmosféricos y marinos.

### *Acciones prioritarias:*

Recomendar medidas estratégicas sobre los elementos clave del SPdP en relación con el Cambio Climático (el sistema hídrico, las áreas naturales terrestres, costeras y acuáticas, la playa y las infraestructuras litorales, el medio urbano, el potencial turístico de la zona, las medidas de prevención, protección y mitigación ante posibles eventos extremos atmosféricos y oceanográficos).

## III.2. BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS NATURALES

Las acciones para el programa 2.2 “Definir estrategias y aplicar medidas para la conservación y aumento de la resiliencia de los ecosistemas naturales terrestres, litorales y marinos” son las siguientes:

- Diseñar intervenciones para mejorar el estado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* en la PdP como parte de la mejora de la calidad de aguas, priorizando la reducción de aportes de materia orgánica.
- Armonizar el desarrollo urbanístico y el uso turístico y recreativo de la zona con la conservación de sus ecosistemas naturales o seminaturales. Para ello, proponemos mejorar la integración de las zonas naturales en la red de ecosistemas urbanos, incrementando la conectividad de ambos, facilitando el movimiento de especies entre ellos e incrementando su resiliencia ante futuros cambios originados por la presión antrópica y el efecto invernadero.
- Elaborar un plan de restauración ecológica del humedal de Ses Fontanelles, que incorpore las incertidumbres existentes mediante un diseño adaptativo, armonice su conservación con las diferentes posibilidades de uso educativo y recreativo, evalúe la necesidad de retirar las escombreras para recuperar superficie de humedal y reducir los riesgos de contaminación de la capa freática, previa evaluación de la composición de sus depósitos.
- Elaborar un plan de conservación de *Limonium barceloi* a largo plazo junto con los agentes implicados.
- Potenciar el Torrent des Jueus para la conservación, la conectividad ambiental y el ocio, reemplazando las especies exóticas con especies autóctonas.
- Conservar y mantener la biodiversidad existente en la zona alta de Son Verí y restaurar la zona al lado de la urbanización para un uso recreativo compatible con la conservación de este ecosistema emblemático.

### **PROGRAMA 2.2. Definir estrategias y aplicar medidas para la conservación y aumento de la resiliencia de los ecosistemas naturales terrestres, litorales y marinos**

#### *Descripción:*

La planificación ha de incorporar los criterios derivados del estudio del Cambio Climático, la biodiversidad y conservación en áreas naturales terrestres y ecosistemas acuáticos continentales (humedales), así como del estado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* e identificar las causas de su deterioro.

#### *Objetivos:*

Compatibilizar los usos de la Platja de Palma con la conservación de la biodiversidad y la recuperación de la función de los ecosistemas costeros.

#### *Acciones prioritarias:*

- Diseñar e implementar un plan de mejora y seguimiento del estado de conservación de las praderas de *Posidonia*.
- Armonizar el desarrollo urbanístico y el uso turístico y recreativo de la zona con la conservación de sus

ecosistemas naturales o seminaturales, mejorando la integración de las zonas naturales en la red de ecosistemas urbanos, incrementando la conectividad de ambos, facilitando el movimiento de especies entre ellos e incrementando su resiliencia ante futuros cambios.

- Elaborar un plan de restauración ecológica del humedal de Ses Fontanelles, que incluya (1) la eliminación de las escombreras, previa evaluación de la composición de sus depósitos; (2) la reducción de los aportes de nutrientes y metales; (3) la evaluación del efecto de las tasas de renovación del agua en el humedal sobre la carga de nutrientes del mismo y en la zona costera adyacente; y (4) el control de las especies invasoras.
- Asegurar la conservación de *Limonium barceloi* a largo plazo, mediante el diseño e implementación de un plan de conservación y de un plan de seguimiento que permita evaluar y reajustar las actuaciones incluidas en éste.

### III.3. GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESILIENTE DE LA PLAYA

En el marco del objetivo estratégico **2.3 “Diseñar e implementar un Sistema de información, gestión y seguimiento sobre la sostenibilidad y resiliencia de la playa”**, puede avanzarse la importancia de implementar y establecer:

- Un estudio de la respuesta morfodinámica de la playa frente a los cambios derivados de las tendencias previstas en los escenarios derivados del Cambio Climático.
- Un Protocolo de gestión sostenible de la playa que contemple el efecto inducido por el Cambio Climático, la morfodinámica, las prácticas de gestión de la playa y la adaptación de la ordenación y el diseño urbano a ambos fenómenos.

#### ***PROGRAMA 2.3. Diseñar e implementar un Sistema de información, gestión y seguimiento sobre la sostenibilidad y resiliencia de la playa***

##### *Descripción:*

Tomar en consideración los escenarios derivados del Cambio Climático, la morfodinámica (hidrodinámica, transporte de sedimentos y morfología) y las acciones antrópicas para garantizar una gestión sostenible del sistema playa a corto, medio y largo plazo es imprescindible para lograr una playa sostenible y en equilibrio.

##### *Objetivos:*

Implementar un estudio de la respuesta morfodinámica de la playa frente a los cambios resultados de las tendencias previstas en los escenarios derivados del Cambio Climático, y establecer un Protocolo de gestión sostenible de la playa que contemple el efecto inducido por el Cambio Climático, la morfodinámica natural de la playa, las prácticas de gestión de la playa y la adaptación de la ordenación y el diseño urbano a ambos fenómenos.

##### *Acciones prioritarias:*

- Realizar un estudio de la respuesta morfodinámica de la playa al Cambio Climático.
- Implementar un Plan específico para el diseño, ordenación y rehabilitación del frente marítimo.
- Desarrollar un Protocolo de gestión sostenible de la playa.

## III.4. CALIDAD DE LAS AGUAS

En el programa 2.4 “Establecer las acciones para la calidad integral del ciclo natural del agua en el conjunto de la cuenca terrestre y marina” se propone estructurar las acciones conforme a los objetivos de, en primer lugar, mantener y mejorar la calidad de las aguas costeras, a fin de conservar la calidad de los ecosistemas, minimizar los riesgos accidentales y facilitar su uso recreativo; y, en segundo, mejorar el estado de conservación de los humedales, con el objetivo de compatibilizar la mejora de los ecosistemas de humedal con el uso recreativo y turístico de la PdP. Para ello es necesario:

- Identificar fuentes de deterioro: cuantificar las descargas puntuales (emisarios, torrentes) de nutrientes y contaminantes, determinar la distribución espacial de las fuentes difusas y los aspectos que las regulan, e identificar las fuentes de polución microbiológica (torrentes y descargas ilegales).
- Establecer un Plan integral de gestión de las aguas para toda la cuenca de drenaje incluyendo planes de uso y gestión de aguas subterráneas.
- Coordinar los esfuerzos en monitorización y asegurar la integración y análisis conjunto de los resultados.
- Reforzar las actividades de inspección y control del cumplimiento de la normativa.
- Preparar planes de contingencia para afrontar posibles incidentes ambientales.
- Implementar directrices específicas para reducir la contaminación en zonas portuarias y en otras instalaciones (desaladoras, térmicas, etc.).
- Restauración del entorno físico y régimen hídrico de humedal de Ses Fontanelles, asegurando la mejora de su calidad de aguas, enfocada principalmente en reducir el grado de eutrofización. Re-naturalización de la biota del humedal.

### **PROGRAMA 2.4. Establecer las acciones para la calidad integral del ciclo natural del agua en el conjunto de la cuenca terrestre y marina**

#### *Descripción:*

Incorporar al planeamiento del PERI una serie de acciones encaminadas a garantizar la calidad de las aguas terrestres y marinas y a reducir las posibles fuentes de contaminación.

#### *Objetivos:*

Establecer directrices, diseñar e implementar planes orientados a:

- Mejorar el sistema de distribución y saneamiento del agua.
- Disminuir la contaminación terrestre y marina.
- Establecer un modelo integrado de uso y gestión del sistema hídrico.

#### *Acciones prioritarias:*

- Establecer directrices de gestión del agua para mejorar el sistema de recogida y tratamiento, incorporando la separación de pluviales y fecales, la recogida y tratamiento de todas las residuales y el control de descargas torrenciales.
- Reconsiderar la ubicación del emisario de la EDAR1 ya que emitirá en uno de los puntos más sensibles para la calidad de la PdP como destino turístico.
- Diseñar e implementar un Plan de actuación encaminado a disminuir las concentraciones de nutrientes en el acuífero, reduciendo las aportaciones del agua tratada, fomentando el uso racional de los

fertilizantes y controlando los vertidos de explotaciones ganaderas.

- Diseñar e implementar un modelo integrado de uso y gestión de las aguas en el que se incluyan las aguas superficiales, subterráneas y costeras, las actividades que se realizan en la cuenca, el transporte y transformación de los contaminantes y los impactos que se derivan de éstos.

## III.5. ECOSISTEMAS URBANOS

Dentro del programa **2.5 “Establecer e implementar medidas para la sostenibilidad de los ecosistemas urbanos”**, se plantean tres objetivos en los que centrar las actuaciones futuras:

- Incorporar al planeamiento urbano y al Sistema de gestión de la PdP actuaciones que mejoren la conectividad y la conservación de los ecosistemas urbanos y periurbanos, el mantenimiento de sus funciones (infiltración, ciclado de nutrientes, mantenimiento de la biodiversidad), y el establecimiento de recursos y actividades demostrativos que expliquen y hagan visibles estas funciones a los usuarios.
- Establecer e implementar un Plan integral de prevención y control de invasiones biológicas en el Sistema PdP, basado en la identificación de las vías de introducción y de los factores que facilitan su establecimiento y dispersión.
- Establecer e implementar un Sistema de seguimiento a largo plazo de los ecosistemas urbanos, basados en indicadores de biodiversidad, estructura y funcionamiento.

### **PROGRAMA 2.5. Establecer e implementar medidas para la sostenibilidad de los ecosistemas urbanos**

*Descripción:*

Mantener o mejorar el estado actual de la biodiversidad, estructura, funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas urbanos en la PdP es importante para contar con un entorno que armonice lo más posible con la naturaleza y provea de servicios ambientales de calidad.

*Objetivos:*

- Elaborar un programa de mejoras para incorporar criterios de ecología urbana a la reforma urbanística de la PdP, y una serie de indicaciones para el seguimiento del estado y la evolución de la trama verde.
- Contribuir a que el público perciba y valore las funciones y servicios proporcionados por los ecosistemas urbanos, y su contribución a la conservación de los espacios naturales adyacentes.

*Acciones prioritarias:*

- Establecer recomendaciones a considerar en el planeamiento urbano y el Sistema de gestión de la PdP en relación a la conectividad y el estado de conservación de los espacios naturales urbanos y periurbanos, al mantenimiento de sus funciones básicas (infiltración, ciclado de nutrientes, mantenimiento de la biodiversidad) y a la programación de actos demostrativos que expliquen y hagan visibles estas funciones a los usuarios.
- Establecer e implementar un Plan integral de prevención y control de invasiones biológicas en el Sistema PdP, basado en la identificación de las vías de introducción y de los factores que facilitan su establecimiento y dispersión.
- Establecer e implementar un Sistema de seguimiento a largo plazo de los ecosistemas urbanos, basados en indicadores de biodiversidad, estructura y funcionamiento. Considerar su integración en la red LTER-Europa, con objeto de asegurar su sostenibilidad, transparencia e impacto a largo plazo.

# IV. CRONOGRAMA

## HITOS DE GESTIÓN

### IV.I. CRONOGRAMA “PROCESO CAMBIO CLIMÁTICO VS. HITOS TEMPORALES GESTIÓN AMBIENTAL”

En la siguiente gráfica se muestra, por un lado, el proceso de Cambio Climático (hasta el horizonte de mediados del siglo XXI), focalizado en el aumento de la temperatura media, a razón, según los resultados obtenidos a partir de la estrategia multimodelo, y con grado de significancia estadística virtualmente cierta, de 0.32 °C por década; y, por otro lado, se reflejan los horizontes temporales de hitos de gestión importantes para el Proyecto en el marco de la adaptación al Cambio Climático y la preservación de los ecosistemas naturales, terrestres y marinos, todos ellos a incorporar antes del 2015, considerando que de 2010 a 2012 se está en un corto plazo y que entre 2015 y 2020 se está en un medio plazo del Proyecto a nivel estratégico.

Incorporación de recomendaciones de gestión sobre las zonas naturales de Son Verí, Ses Fontanelles y Torrent des Jueus.

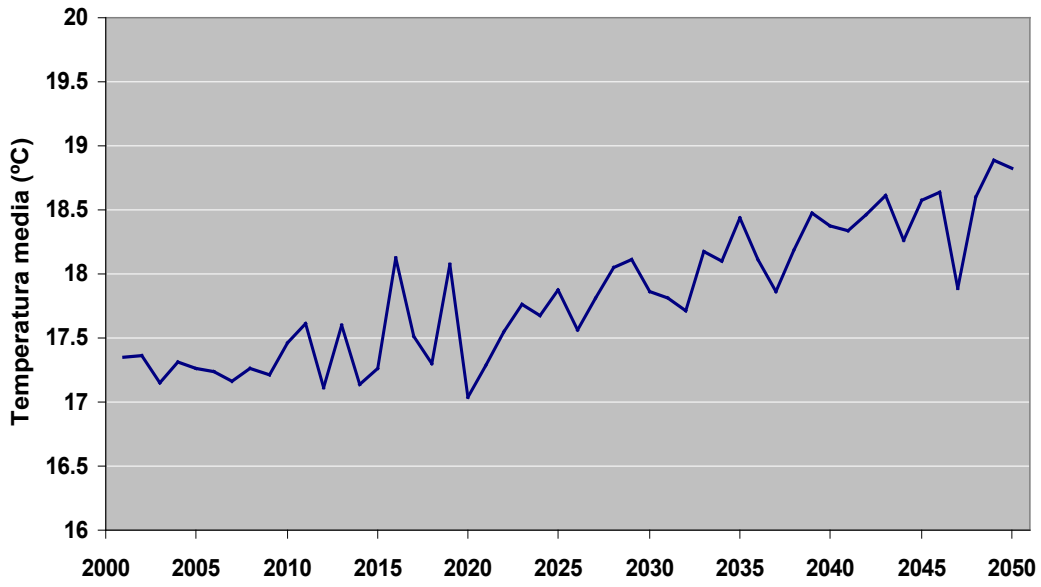
Diseño e implementación de un Plan integral para la calidad de las aguas.

Diseño e implementación de Plan de uso y gestión de la playa.

Diseño e implementación de un Plan de monitorización del estado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica*.

Diseño de una “Guía de buenas prácticas” sobre ecosistemas urbanos.

Proceso Cambio Climático en PdP vs. Hitos de gestión ambiental





[www.  
consorciplatjadepalma  
.com](http://www.consorciplatjadepalma.com)