

EJES ESTRATÉGICOS PARA LA REVALORIZACIÓN INTEGRAL DE PLAYA DE PALMA

IMEDEA (CSIC-UIB)

EJE ESTRATÉGICO 5.

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y PRESERVACIÓN DE LOS SISTEMAS NATURALES.

El proyecto de Playa de Palma busca revitalizar una zona turísticamente madura, que se encuentra en declive, y que es clave para el desarrollo del turismo en las Islas Baleares. Por su 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 e incluyen un proceso de participación y asesoramiento experto. En dicho proceso, liderado por el Consorcio de la Playa de Palma (CPP), intervienen varias instituciones y empresas consideradas líderes en sus ámbitos de actuación. En este contexto, **el IMEDEA (CSIC-UIB) participa proporcionando una evaluación de la calidad ambiental del sistema Playa 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. La actuación del IMEDEA se enmarca en el *'eje de sostenibilidad, área: Cambio Climático y Biodiversidad'*, del Proyecto de Reforma de la Playa de Palma.

Este estudio de calidad ambiental y cambio global incluye dos fases, la primera de las cuales identifica los retos clave y líneas estratégicas de actuación. En una segunda fase, se desarrollarán programas de investigación enfocados a cubrir lagunas de conocimiento científico en las líneas estratégicas propuestas para finalizar con unas recomendaciones específicas de actuación. La identificación de las líneas estratégicas está basada en el **análisis estructurado de conocimiento experto, utilizando metodologías para transferencia de conocimiento y la toma informada de decisiones desarrolladas en el IMEDEA.** Estas metodologías buscan facilitar: (1) la incorporación de la complejidad y la incertidumbre a los procesos de toma de decisiones que afectan a sistemas sociales y ecológicos; (2) la elaboración, implementación, seguimiento y evaluación sistemática y participativa de las decisiones de gestión; (3) el desarrollo de una interfaz operativa entre gestores e investigadores que permita un intercambio de información y experiencia continuo y dinámico, para una toma de decisiones informada.

Las metodologías utilizadas son de naturaleza transversal e integran técnicas desarrolladas durante las últimas cuatro décadas en el marco de las teorías de decisión, el cambio adaptativo y la resiliencia. **Los resultados incluyen la identificación de retos claves y sus interconexiones (árbol de problemas), el modelado conceptual en grupo de las causas de estos problemas (mediante dinámica de sistemas) y la cuantificación de las incertidumbres en sus interrelaciones (mediante técnicas basadas en la lógica difusa).** Gracias a este proceso se han obtenido una serie de **recomendaciones estratégicas de gestión** consistentes en un diagnóstico y recomendaciones sobre el incremento de la capacidad de adaptación y resiliencia del SPdP ante el cambio global. Estas recomendaciones se incluyen en este informe.

Estos resultados de la **Fase 1** se han entregado en documento aparte (abril 2009).

La segunda fase constituye el desarrollo de los trabajos de campo a realizar para cubrir las lagunas de conocimiento detectadas en la Fase 1 y que constituyen los objetivos que se describen a continuación.

Políticas

5.1

➤ Incrementar la capacidad de adaptación al Cambio Global Climático.

El IMEDEA considera los efectos del cambio climático en los dos componentes principales de este proceso, íntimamente interrelacionados, como son la atmósfera y el océano.

Los usos que durante las últimas décadas se han desarrollado en la zona de la playa de Palma están íntimamente ligados a la climatología privilegiada de ese entorno geográfico. La optimización de las oportunidades turísticas y residenciales futuras y los mecanismos para una implementación sostenible deben necesariamente tener en cuenta la posible evolución de los parámetros atmosféricos (en particular temperatura, humedad, precipitación, nubosidad y viento) como consecuencia del cambio climático, tanto desde el punto de vista anual como estacional.

El desarrollo de las regiones costeras se ha diseñado en función del nivel medio del mar en cada momento y de la variabilidad más conocida, como el oleaje, las mareas o el ciclo estacional. Por tanto, es lógico que sucesos extremos como los derivados de tormentas puedan tener efectos importantes si su rango supera los límites para los cuales se ha diseñado la zona costera. También el aumento paulatino de nivel del mar observado durante el siglo XX y que se espera se acelere durante este siglo, supone un riesgo para las costas. Los efectos derivados directa o indirectamente de eventos extremos y de la subida del nivel del mar debido al cambio climático van desde la erosión de playas y el aumento de los daños ocasionados por inundaciones y tormentas, a la inundación de áreas de cotas bajas o la intrusión de sal en los acuíferos y aguas superficiales. Efectos todos ellos con implicaciones medioambientales y socioeconómicas muy patentes, especialmente en zonas donde buena parte de la actividad económica se basa de manera directa o indirecta en el litoral.

La remodelación de la PdP supone una oportunidad para adecuar la zona a los cambios ambientales presentes y futuros, tal y como se establece en el eje de sostenibilidad del proyecto.

5.1.1. Escenarios climáticos

El estudio de la OCLIB para Baleares (Homar et al. 2009) indica una pérdida de precipitación anual a un ritmo de 16.6 mm por década con un 87% de significancia estadística. Otoños e inviernos son los principales responsables de dicha disminución. También se observa una contribución creciente de las lluvias diarias extremas (débiles o muy fuertes) y una disminución de las moderadas. Las temperaturas mínimas y máximas han aumentado a un ritmo de 0.51 y 0.48 °C por década con una confianza estadística del 99%, siendo dicho calentamiento más acusado en primavera y verano que en las otras estaciones. Dicho estudio, de ámbito regional, se centra únicamente en la temperatura y la precipitación e ignora casi por completo el análisis de extremos (p.e. olas de calor, sequías, etc.). De cara a la estabilidad de la playa, las variables más importantes son el nivel del mar y el régimen de corrientes y oleaje. La temperatura y la salinidad también son cruciales, en este caso para los ecosistemas marinos.

Dentro de esta temática IMEDEA ha entregado en abril 2009 unos primeros escenarios de cambio climático basados en el conocimiento actual y en las previsiones del IPCC. El objetivo es que estos escenarios servirán de base para los temas que otros grupos están realizando.

5.1.2. Recomendaciones para estrategias de gestión frente al cambio global

Diagnóstico: Frente al concepto de 'desarrollo sostenible' que suponía un cierto equilibrio estacionario de los sistemas, el cambio global plantea un entorno en continuo proceso de cambio que exige adaptabilidad a los nuevos escenarios. El diseño actual de las infraestructuras de Playa de Palma responde a un modelo en el que no se consideraban estas variaciones, ni las incertidumbres que nos plantea el cambio global.

Estrategia: La ejecución de una actuación innovadora con una perspectiva a medio-largo plazo requiere la consideración cuidadosa de los cambios esperables a escala local como consecuencia de la propia acción humana (cambio global). Con objeto de prever tanto la adaptación a dichos cambios como la mitigación de sus efectos se recomienda:

- Realizar una prospectiva, específica para la zona, de los efectos esperables como consecuencia del cambio global. Este análisis debería prestar especial importancia al cambio climático y su interacción con otros factores asociados al cambio global (como los cambios en el uso del suelo y el agua, el aumento en la urbanización, la contaminación química o las invasiones biológicas). Además, sería conveniente considerar los posibles efectos del cambio climático sobre el potencial turístico del Sistema Playa de Palma (p. ej. desestacionalización).
- Elaborar políticas que incrementen la capacidad de adaptación y la resiliencia de dicho sistema al cambio climático, teniendo específicamente en cuenta tanto los cambios esperables como las incertidumbres existentes sobre: (1) la morfología de la playa y su interacción con las infraestructuras costeras, (2) la disponibilidad de recursos hídricos, (3) la frecuencia e intensidad de eventos extremos (olas de calor, inundaciones, sequías), (4) el desajuste en los ecosistemas nativos y su ocupación por especies exóticas, y (5) la proliferación de especies plaga asociadas a enfermedades emergentes (p.ej. garrapatas, mosquitos). Dichas políticas deberían aportar flexibilidad y capacidad de aprendizaje tanto al diseño de infraestructuras y actuaciones sobre el territorio, como a la toma de decisiones para evaluar su éxito.

5.1.3. Objetivos de la investigación a realizar

5.1.3.1 Atmósfera

Se realizará un estudio de identificación de las señales regionales de cambio climático acaecidas durante las últimas décadas y, paralelamente, la generación de escenarios futuros de evolución probable de las variables climáticas, con especial atención a la incidencia de extremos meteorológicos. Las incertidumbres asociadas al problema imponen una expresión de tipo probabilista –más que determinista– de los escenarios climáticos futuros, de ahí que en el estudio vayan a integrarse diferentes modelos de simulación regional del clima.

Los objetivos parciales son:

1. Extracción de las series diarias de temperatura, humedad, viento, precipitación y nubosidad en el aeropuerto (1973-2009) y puesta a disposición del resto de equipos científicos del proyecto.
2. Determinación de los regímenes medios y tendencias, anuales y estacionales, para temperatura, humedad, viento, precipitación y nubosidad en el aeropuerto (1973-2009).
3. Determinación de la frecuencia e intensidad de extremos y de sus tendencias, anuales y estacionales, para temperatura, humedad, viento, precipitación y nubosidad en el aeropuerto (1973-2009).
4. Extracción de las series diarias de temperatura, humedad, viento, precipitación y nubosidad en el sur de Mallorca a partir de ENSEMBLES (2001-2050), y puesta a disposición del resto de equipos científicos del proyecto.
5. Determinación de los regímenes medios y tendencias, anuales y estacionales, para temperatura, humedad, viento, precipitación y nubosidad en el sur de Mallorca a partir de ENSEMBLES (2001-2050).
6. Determinación de la frecuencia e intensidad de extremos y de sus tendencias, anuales y estacionales, para temperatura, humedad, viento, precipitación y nubosidad en el sur de Mallorca a partir de ENSEMBLES (2001-2050).

5.1.3.2 Océano

El objetivo es caracterizar los posibles cambios durante el siglo XXI de las principales variables hidrodinámicas bajo distintos escenarios climáticos, en particular:

1. Estimar la subida del nivel medio del mar. Para caracterizar la subida del nivel medio del mar se necesita conocer la evolución de la temperatura, salinidad y circulación general en el Mediterráneo para distintos escenarios futuros. Para ello se realizarán simulaciones numéricas 3D de un modelo regional. Lo óptimo sería utilizar además distintos modelos, pero los plazos de tiempo marcados sugieren atenerse únicamente a un modelo y evaluar las incertidumbres en base a los distintos escenarios considerados.
2. Predecir cambios en el acontecimiento de sucesos extremos. Se realizarán simulaciones de un modelo 2D forzado por viento y presión atmosférica para

todo un abanico de escenarios futuros. Los resultados del modelo nos permitirán estimar los posibles cambios en el régimen de sucesos extremos asociados a posibles cambios del clima del siglo XXI.

3. Predecir cambios en el régimen del oleaje. De forma análoga al punto anterior se realizarán simulaciones de un modelo de oleaje bajo distintos escenarios de cambio climático.

5.1.3.3 Efectos directos del cambio climático sobre el potencial turístico

Las condiciones medioambientales son un factor clave en la valoración de un destino turístico como la Playa de Palma y se convierten en atributos fundamentales para la viabilidad de determinados modelos de explotación turística basados en la oferta de actividades de recreo al aire libre. Es obvia la relación entre parámetros atmosféricos favorables y modelos o actividades turísticas idóneas. La relación entre ambas se establece habitualmente mediante índices que cuantifican la idoneidad para la actividad turística concreta. Un ejemplo de especial relevancia es el llamado *Second Generation Climate Index for Tourism (CIT)* de Freitas et al. (2008), que mide el grado de satisfacción climática para actividades muy vinculadas a las condiciones atmosféricas. En concreto, permite estimar el potencial climático de un destino turístico para la explotación de un modelo basado en *Sol, Mar y Arena (S3)*, del inglés). El CIT categoriza las condiciones meteorológicas en *ideales, adecuadas, aceptables e inaceptables* a partir de parámetros atmosféricos estándar. La frecuencia de cada una de estas clases caracteriza el potencial climático para el turismo de tipo S3 de PdP.

La dependencia del principal modelo turístico actual explotado en Playa de Palma al clima de la zona genera grandes incertidumbres respecto a su viabilidad en un contexto de cambio climático global. Un aumento excesivo de las temperaturas veraniegas o de la intensidad del viento máximo diurno podría mermar el potencial turístico de la zona en favor de otros destinos con ambientes más confortables. Por otro lado, un aumento de las temperaturas máximas de primavera y otoño, junto con una disminución en los días de precipitación podría ser un factor clave para lograr la desestacionalización de la demanda turística del tipo S3.

Los objetivos son:

1. Caracterización del potencial turístico de la Playa de Palma en la actualidad.
2. Evaluación del potencial turístico de la Playa de Palma en el contexto de los escenarios climáticos en el siglo XXI.

5.2

➤ **Preservar la biodiversidad y la recuperación de los ecosistemas costeros.**

*El ámbito de la biodiversidad se trata tanto en la zona emergida de la costa (humedales y zona terrestre) como en la zona sumergida (praderas de *Posidonia oceanica*).*

5.2.1. Recomendaciones para estrategias de gestión para compatibilizar los usos de Playa de Palma con la conservación de la biodiversidad y recuperación de la función de los ecosistemas costeros.

Diagnóstico: Se identifica una degradación de la calidad de los ecosistemas costeros, tanto terrestres como acuáticos.

Estrategia: Un modelo innovador y sostenible de la Playa de Palma debería compatibilizar el uso turístico y urbano de la zona con la conservación y recuperación de sus ecosistemas. Para ello, se recomienda:

- Evaluar sistemáticamente la biodiversidad terrestre de los diferentes sistemas naturales de PdP y desarrollar un plan integral de conservación y gestión que incluya tanto la designación de áreas protegidas como una zonación de usos y que preste particular atención a especies sensibles y protegidas.
- Desarrollar planes para la conservación o restauración de los humedales costeros basados en su potencial como áreas de conservación de la biodiversidad y como reguladores de la calidad de las aguas costeras (p. ej. retención de sedimentos, ciclado de nutrientes, inmovilización de contaminantes). Estos planes deberían ser compatibles con el resto de actividades desarrolladas en la zona (aeropuerto, turismo, usos del agua).
- Evaluar el impacto actual de las invasiones biológicas en los sistemas naturales y elaborar planes de seguimiento, control o mitigación de sus efectos.

5.2.2. Objetivos de la investigación a realizar

5.2.2.1 Praderas submarinas

Las praderas submarinas forman el ecosistema dominante de los fondos arenosos de poca profundidad de Baleares, donde desempeñan importantes funciones tróficas y estructurales, y reportan importantes bienes a la zona costera (e.g. producción de arena, mantenimiento de la claridad y oxigenación del agua, prevención de erosión costera). Desde la década de los años 80 el número de praderas submarinas del Mediterráneo que han disminuido su extensión parcial o completamente ha aumentado. La regresión de praderas de *Posidonia* se atribuye principalmente a la eutrofización costera, pero desequilibrios en el balance sedimentario costero, tormentas de fuerte intensidad, el calentamiento climático e invasiones biológicas amenazan también la conservación de praderas submarinas.

La zona costera de Playa de Palma soporta un fuerte tráfico marítimo lo que la convierte en una zona de riesgo para la proliferación de especies de macroalgas invasoras.

Se desconoce si la pradera de *Posidonia* adyacente a Playa de Palma está colonizada por especies de macroalgas invasoras exóticas, y menos todavía su abundancia. Esta

falta de conocimiento impide poder proyectar las trayectorias de su evolución bajo escenarios futuros de cambio climático y presión antropogénica.

El objetivo general de esta propuesta consiste en:

1. Identificar la presencia de especies de macroalgas invasoras en la pradera de *Posidonia* adyacente a Playa de Palma.
2. Estimar la abundancia de especies de macroalgas invasoras en algunas estaciones de la pradera de *Posidonia* adyacente a Playa de Palma.
3. Evaluar el impacto de especies de macroalgas invasoras sobre el estado de conservación de *Posidonia* adyacente a Playa de Palma.
4. Determinar las trayectorias futuras (años 2020, 2050, 2100) de la estructura de la pradera de *Posidonia* adyacente a Playa de Palma bajo escenarios de cambio climático (calentamiento) y reducción de descargas de nutrientes y materia orgánica en un 25 % y 50 % respecto a las actuales.

5.2.2.2 Biodiversidad y conservación en áreas naturales del Sistema Playa de Palma.

Los humedales de PdP (Ses Fontanelles) son un sistema sometido a intensa presión antrópica, tanto por la explotación tradicional de la zona (uso agrícola) como tras las últimas décadas de desarrollo urbanístico y de infraestructuras. El resultado es un ecosistema que, manteniendo algunas de sus características singulares, refleja el resultado de procesos de recuperación/colonización y procesos degradativos. Con objeto de evaluar tanto su potencial ecológico como las posibilidades reales de mantenerlo o incrementarlo, proponemos evaluar las características de su funcionamiento y biota, y el riesgo que representan tanto el uso humano actual como algunas de sus consecuencias indirectas (como la entrada de contaminantes o de especies invasoras). El estudio también evaluará, de forma sencilla, las consecuencias que potenciales medidas de gestión de los humedales puedan tener sobre los ecosistemas circundantes.

Existe un conocimiento muy precario sobre la diversidad terrestre de la zona, especialmente de insectos y aves. Asimismo, aunque hay algún listado no actualizado de la vegetación presente, no se dispone de información sobre los patrones de distribución espacial y de abundancia de las especies de plantas más representativas. Tampoco existe ningún inventario de la flora exótica ni de su abundancia; por tanto, es importante conseguir esta información para evaluar los riesgos que supone para la biota nativa. Sobre *L. barceloi*, la Conselleria de Medi Ambient inició recientemente un plan de recuperación. Es necesario, sin embargo, obtener más información sobre la biología reproductiva de esta especie y sobre la viabilidad de esta población.

Para ello, se valorará el estado ecológico de la zona, estudiando tanto la composición como la abundancia de las especies más importantes en este humedal.

5.2.2.3.1 Biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas continentales (terrestre)

Se evaluarán los patrones de distribución espacial de dicha biodiversidad terrestre, haciendo una priorización de las zonas a conservar, mantener o regenerar. El trabajo se centrará en plantas, insectos y aves. En el estudio se incluirá el endemismo en peligro crítico de extinción *Limonium barceloi*, especie para la que ya existe un plan de recuperación pero del que todavía falta información sobre su biología (ej. sistema

reproductivo, dependencia de los insectos para su polinización). Finalmente, se hará un primer estudio sobre la importancia que pueden tener las especies invasoras en esta comunidad, evaluando los patrones espaciales de su presencia y abundancia en la zona, y elaborando propuestas para controlarlas y para mitigar su efecto sobre la biodiversidad nativa.

El objetivo general es determinar la riqueza en biodiversidad terrestre en el Sistema Playa de Palma, especialmente en Ses Fontanelles. Se pretende valorar el estado ecológico de este área, evaluando los patrones de distribución espacial de dicha biodiversidad terrestre, con el objetivo final de poder hacer una priorización de las zonas a conservar, mantener o regenerar. El trabajo se centrará en plantas, insectos y aves.

5.2.2.3.2 Biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas continentales (humedales)

En este proyecto, proponemos realizar una evaluación del estado actual y potencial de recuperación/restauración de los humedales de PdP (Ses Fontanelles), centrado en su biodiversidad y funcionamiento, y prestando especial atención a la evaluación del riesgo de entrada de especies invasoras. El objetivo es proponer una estrategia de gestión a largo plazo, que incluirá la mecanismos de seguimiento con objeto de facilitar la evaluación de el grado de éxito de las decisiones tomadas en el marco de estas actuaciones del PdP.

1. Evaluación de la biodiversidad acuática en los humedales de PdP (Ses Fontanelles) y priorización de zonas a conservar, mantener o regenerar.
2. Evaluación de la presencia y abundancia de especies invasoras en dicho los humedales y elaboración de propuestas para el seguimiento, control o mitigación de sus efectos.
3. Estima del impacto de la modificación hidrológica de la cuenca sobre el funcionamiento actual del humedal.
4. Diagnóstico de la viabilidad de la recuperación/mejora del humedal y el efecto de esta última sobre la biodiversidad (terrestre y acuática).

5.3

➤ **Facilitar una gestión adaptativa al cambio global climático de la dinámica natural de Playa de Palma.**

Uno de los principales problemas en las playas urbanas lo constituye la conciliación de los procesos intrínsecos a la dinámica natural de la playa con los intereses y las expectativas de los agentes socio-económicos y/o la intervención de la administración pública. Cualquier acción en la que se persiga un mantenimiento de la playa – entendiéndose por tal el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que la playa pueda seguir funcionando adecuadamente, tanto en términos físicos como socio-económicos y lúdicos– así como la optimización de los recursos públicos y privados, necesita de un conocimiento científico sólido a propósito de los procesos que se dan en el medio.

5.3.1 Objetivos de la investigación a realizar

Hasta la fecha no existen estudios detallados de la morfodinámica de la playa de Palma, excepto algunas aproximaciones parciales relacionadas con proyectos puntuales de regeneraciones de playa, instalación de diques sumergidos o la construcción/ampliación de infraestructuras portuarias. Existe alguna aproximación histórica a la evolución de la línea de costa a partir de fotogramas, aunque no hay ningún análisis cuantitativo de la variabilidad de la línea de costa y de los factores que la desencadenan.

En este sentido, el presente proyecto integra levantamientos topográficos y batimétricos detallados, caracterizaciones morfológicas y sedimentológicas, así como la modelización de corrientes y oleaje con el objeto de ofrecer una imagen nítida de la dinámica natural de la playa; evaluando la incidencia de los fenómenos extremos naturales o de la acción antrópica en el mantenimiento de la playa. Asimismo, se analizarán las variaciones en la cota de inundación dadas por variaciones en el clima marítimo frente a un escenario global.

Por lo tanto, el estado actual del conocimiento de la morfodinámica de la playa de Palma es somero y como paso previo a cualquier actuación, es imprescindible realizar un estudio integral de morfodinámica en esa playa:

1. Evaluar el papel de los factores de contorno y analizar la evolución natural de la playa emergida y sumergida en base a datos históricos con el objeto de establecer un valor medio de la superficie de la playa emergida, así como identificar la existencia, localización y variabilidad de barras en la playa sumergida, dado su carácter de depósitos o almacenes naturales de arena.
2. Analizar el tipo de fondo y la batimetría de la playa sumergida con el objeto de establecer la existencia de cambios significativos en los perfiles de playas en relación a los valores medios, o en su defecto a los valores teóricos de equilibrio.
3. Estudiar las formas de equilibrio en planta y perfil de playa y ensayar su posible respuesta y/o evolución frente a eventos extremos y las tendencias del cambio global, o la creación de nuevas infraestructuras (e.g. ampliación puertos deportivos).
4. Determinar condiciones, localización y persistencia de corrientes (rips y longitudinal).
5. Estimar los volúmenes de arena necesarios para mantener la superficie de la playa emergida respecto de su valor medio, así como la viabilidad de extraer arena para recuperar una superficie próxima al valor medio sin afectar de forma significativa ni a los perfiles ni al hábitat cercano de *Posidonia oceanica*.

5.4

- **Garantizar la calidad y preveer la disponibilidad del agua de Playa de Palma**

Este tema esta relacionado con el cambio climático y las previsiones futuras de precipitación, humedad y eventos extremos (5.1).

Se entiende que la 'calidad del agua' hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas del agua en relación a una serie de estándares que se determinan según el uso que se le dé a dicha masa de agua. La percepción de que unas pocas propiedades, como la turbidez, proporcionan información sobre la calidad del agua es a menudo errónea, ya que existen múltiples contaminantes derivados de la actividad humana (e.g. exceso de nutrientes, metales pesados, contaminantes orgánicos, compuestos biológicamente activos, etc.) que, sin ser fácilmente perceptibles, pueden producir alteraciones importantes del estado (p. ej. pérdida de biodiversidad) y funcionamiento (p.ej. productividad primaria y secundaria) de los ecosistemas, y limitar las actividades y usos humanos en la costa.

Se considera que la modificación del entorno natural por las actividades humanas es el principal factor que influye en la biodiversidad y estabilidad de los ecosistemas. Las emisiones que afectan a humedales y aguas costeras no proceden necesariamente de actividades que se encuentran en el entorno cercano de estos ecosistemas; también pueden originarse a gran distancia y transportarse a través de la atmósfera, aguas de escorrentía, aguas subterráneas (acuíferos) o corrientes costeras. Por ello, cuando se realizan estimaciones de impacto sobre la costa se deben acometer estudios que cubren áreas superiores a la franja costera estudiada.

Uno de los modos de analizar los efectos nocivos de la contaminación de las aguas es utilizar especies indicadoras. Las especies indicadoras son organismos que por sus requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual o pasado relacionado con el estudio de un ecosistema. Las praderas submarinas forman el ecosistema dominante de los fondos arenosos de poca profundidad de Baleares. La principal causa de pérdida de praderas se atribuye a perturbaciones de origen antropogénico, como la eutrofización costera, derivadas del crecimiento y desarrollo de la población humana.

5.4.1 Recomendaciones para estrategias de gestión en el uso de los recursos hídricos adaptado a la variación futura en el recurso

Diagnóstico: La disponibilidad de recursos hídricos será, probablemente, uno de los determinantes clave de la evolución de los usos del territorio en el sistema PdP. A medio-largo plazo (20-50 años), es razonable esperar variaciones considerables en la disponibilidad y en la demanda de recursos hídricos en la zona, asociados principalmente a cambios en el clima, el uso del territorio, las expectativas de los usuarios y la propia gestión de dichos recursos.

Estrategia: Para hacer frente a dichos cambios de forma proactiva y flexible, se recomienda:

- Realizar una prospectiva, específica para la zona, de la disponibilidad futura de recursos hídricos bajo escenarios de cambio climático y cambio en los usos del territorio, y compararla con las predicciones de cambio en la demanda y en los usos del recurso bajo los diferentes escenarios de trabajo del Proyecto PdP. Dicha prospectiva tendría como objetivo adecuar los planes del Proyecto PdP a la disponibilidad esperable de recursos hídricos, y explorar vías alternativas para la mejora de dicha disponibilidad.
- Potenciar el uso de modelos (hidrológicos-hidrogeológicos) acoplados para el acuífero y la cuenca vertiente, y la toma de datos necesarios para su implementación, con objeto de facilitar la toma informada de decisiones en la gestión de los recursos

hídricos y de posibilitar el desarrollo de escenarios fiables de cambio en la disponibilidad de dichos recursos.

- Elaborar estrategias para incrementar la capacidad de adaptación del Sistema PdP ante futuras crisis en la disponibilidad de recursos hídricos, provocadas tanto por una mayor recurrencia de eventos extremos como por efectos inesperados (incertidumbres).

5.4.2 Objetivos de la investigación a realizar

La presente propuesta de actuación se centra en la caracterización y preservación de la calidad de las aguas de la Playa de Palma. En este contexto, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Cuantificar la contribución de las actuaciones previstas en el Plan de Mejora de la Playa de Palma sobre la concentración de nutrientes/contaminantes en las aguas (marinas y de los humedales costeros) del área afectada.
2. Identificar y cuantificar las fuentes actuales de nutrientes y contaminantes en las distintas áreas de la zona de estudio.
3. Cuantificar el efectos de los cambios en la emisión, movilización y, en general, concentración de los nutrientes y contaminantes sobre los ecosistemas del área afectada, utilizando las praderas de *Posidonia oceanica* como indicadores de la calidad de agua.
4. Identificar y proponer actuaciones para la mejora de la calidad (química, bacteriológica y ecológica) de las aguas y la conservación de las praderas.

5.5

➤ Facilitar una gestión responsable y positiva de los ecosistemas urbanos

Tradicionalmente, la conservación de la biodiversidad se ha centrado en la preservación de áreas consideradas prístinas (parques nacionales, espacios de la Red Natura 2000, etc.), elegidas por su elevado grado de naturalidad o por albergar especies amenazadas o emblemáticas. Estos lugares concentran un considerable esfuerzo de conservación y son sin duda esenciales para asegurar el mantenimiento y representación de los procesos naturales. Por desgracia, la progresiva transformación del territorio que los rodea limita cada vez más su efectividad como elemento exclusivo de conservación. Por este motivo, existe un énfasis creciente en la necesidad de asegurar la buena conservación de la matriz de áreas con diferentes usos y niveles de impacto humanos, de forma que los espacios naturales no estén insertados en una matriz hostil a la biodiversidad y espacios que se pretenden conservar.

Las zonas urbanas representan el otro extremo de este gradiente de conservación. En ellas, los usos e impactos de la acción humana sobre el territorio son máximos y conllevan, como resultado, un empobrecimiento extremo de la biota que los ocupa y una modificación extrema de los procesos físicos, químicos y biológicos (flujos hidrológicos, ciclos de nutrientes y contaminantes, etc.) que tienen lugar en ellos o incluso de los fragmentos de hábitat natural rodeados por zonas urbanas. Las zonas urbanas representan sistemas sociales y ecológicos acoplados en los que se desarrolla una parte muy importante de la vida humana actual, por lo que existe un interés creciente en su estudio y comprensión.

5.5.1 Recomendaciones para estrategias de gestión para la mejora en el diseño y la gestión de los ecosistemas urbanos y su biota

Diagnóstico: Los ecosistemas urbanos tienen una importancia creciente, tanto por su efecto sobre los ecosistemas circundantes, como por ser el ambiente directo en el que el hombre desarrolla su actividad. Sin embargo, la fuerte artificialidad de su diseño y la falta de conocimiento acerca de los efectos que éste tiene sobre la biota que los ocupan, impiden optimizar su funcionamiento y gestión. Las consecuencias incluyen el desaprovechamiento de los servicios que estos ecosistemas podrían brindar (como el ciclado de nutrientes, la inmovilización de contaminantes o la mitigación de eventos climáticos extremos), la generación de interacciones conflictivas con la fauna (como la proliferación de ciertas especies) o la degradación de los ecosistemas circundantes (debida, por ejemplo, a la introducción de especies invasoras o al aislamiento y pérdida de conectividad).

Estrategia: Con objeto de mejorar el diseño y gestión de los ecosistemas urbanos de la zona, sugerimos:

- Evaluar la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema urbano, así como su potencial contribución a la conservación o la degradación de los ecosistemas naturales adyacentes (peri-urbanos).
- Identificar los componentes de la biota urbana, particularmente la presencia de especies de interés (ecológico o de conservación) y especies problemáticas, y evaluar la potencial asociación de dichas especies a la presencia de estructuras o elementos específicos de gestión urbana.
- Restringir en lo posible, para el sistema PdP, la comercialización y el uso de especies invasoras que representen un riesgo importante para los ecosistemas nativos circundantes. Este objetivo requiere un trabajo preparatorio tanto de evaluación (presencia de invasoras en los ecosistemas peri-urbanos, comercialización y uso en ecosistemas urbanos) como de concienciación y co-decisión de los actores involucrados (mediante técnicas participativas).

5.5.2 Objetivos de la investigación a realizar

En este proyecto, proponemos realizar una evaluación del estado actual de la biodiversidad y el estado (estructura y función) de los ecosistemas urbanos en la Playa de Palma, con objeto de proponer tanto un programa de mejoras asociado a la reforma urbanística de dicha Playa, como un programa de seguimiento a largo plazo que permita evaluar el grado de éxito de las decisiones tomadas en el marco de estas actuaciones, aprender de dichas decisiones e ir las mejorando de forma continua, estratégica y flexible.

Los objetivos a realizar son:

1. Evaluar la biodiversidad urbana y su contribución a la conservación de las zonas naturales adyacentes.
2. Estimar la distribución y uso del espacio urbano por grupos plantas terrestres y aves.

3. Evaluar la importancia de la comercialización y uso de especies invasoras (en zonas ajardinadas y como mascotas) como factores de riesgo para las zonas naturales adyacentes.
4. La importación, ciclado y exportación de nutrientes en la red de zonas verdes urbanas y peri-urbanas.