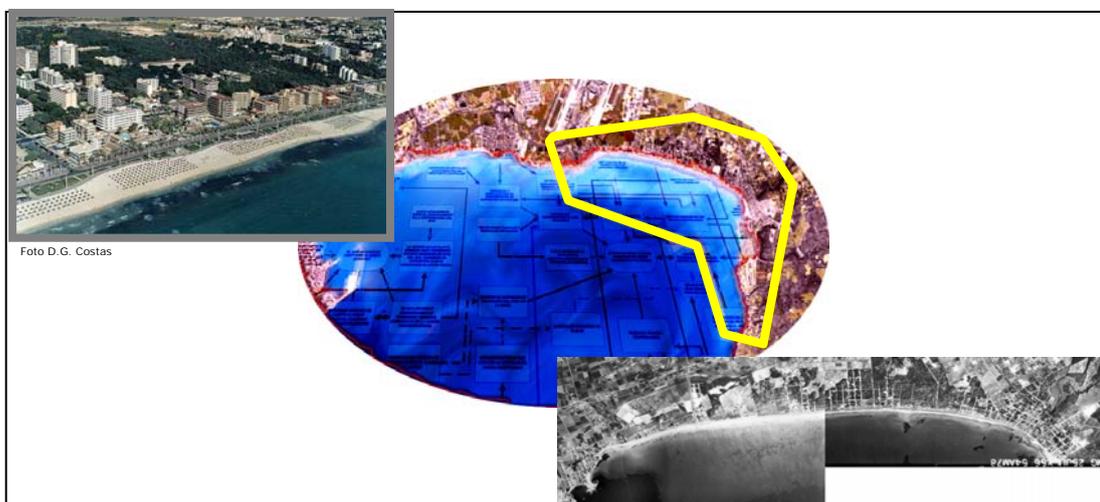


CALIDAD AMBIENTAL Y CAMBIO GLOBAL ORIENTACIONES ESTRATEGICAS EN MATERIA DE SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL PARA LA RECUALIFICACION INTEGRAL DE LA PLAYA DE PALMA



Primer informe
Abril 2009

IMEDEA (UIB/CSIC)

Índice

Resumen ejecutivo

- Recomendaciones de líneas estratégicas de actuación (entregable 1)
- Escenarios climáticos (atmosféricos y marinos) basados en el conocimiento actual (entregable 2)

1. Introducción

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Misión del IMEDEA

2. Breve descripción del proceso de trabajo

3. Descripción metodológica del proceso experto

4. Resultados

- 4.1 Morfodinámica de la Playa de Palma
- 4.2 Diagnostico experto
 - 4.2.1 Análisis de problemas
 - 4.2.2 Modelado conceptual
 - 4.2.3 Mapeado cognitivo difuso
 - 4.2.4 Definición de áreas de interés y de líneas estratégicas de gestión

Anexo 1. Orientaciones sobre líneas estratégicas de actuación y gestión en el proyecto de reforma de la Playa de Palma

Anexo 2. Contribuciones al Avance de la PDP del Estudio Morfodinámica de la Playa de Palma

Anexo 3. Fichas técnicas de las tareas a realizar en la Fase 2

Resumen ejecutivo

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, recogida en el presente informe, identifica los retos clave y líneas estratégicas de actuación (entregable 1). 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 que se presentan en este primer informe 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 basadas en el análisis de los resultados de estas técnicas.

El presente resumen ejecutivo recoge una síntesis de las recomendaciones estratégicas y una breve descripción del modelo conceptual. El documento incluye

también una memoria en la que se desarrollan más extensamente los aspectos metodológicos y técnicos realizados durante esta primera fase.

Por otra parte el Consorcio solicito que se presentara un resumen del conocimiento actual sobre los parámetros climáticos que se adjunta (**entregable 2**). Este resumen servirá para los escenarios que se están construyendo en otras actividades de PdP.

Líneas estratégicas de actuación para la mejora de la calidad ambiental en Playa de Palma (entregable 1)

1. Mejora de la calidad ecológica de las aguas.

Diagnóstico: Se identifica cierto deterioro de la calidad de aguas continentales y marinas, que afecta a su uso (abastecimiento, uso turístico y recreativo) y a los ecosistemas acuáticos (pérdida de biodiversidad, alteraciones en la productividad primaria y secundaria). Este deterioro se relaciona con la presencia de fuentes (puntuales y difusas) de contaminantes químicos y biológicos, nutrientes y materia orgánica.

Estrategia: La reforma de la PdP debería posibilitar la mejora de la calidad ecológica de sus aguas, para ello se proponen las siguientes líneas de actuación:

- Asegurar el cumplimiento de la normativa europea, nacional y local, implementando estrategias para la mejora de la calidad ecológica de las aguas y asegurando el control sistemático de las emisiones de contaminantes y nutrientes. Para ello se deberían establecer relaciones entre fuentes, vías de transporte y redistribución y sus efectos sobre los ecosistemas.
- Establecer modelos integrados de calidad de aguas para optimizar su gestión en la cuenca y zona costera. Estos modelos deben considerar las distintas fuentes de contaminación (agrícola, aguas residuales, industrial, etc.), el impacto del uso del agua y el territorio sobre su transporte, acumulación y transformaciones, prestando atención tanto a nutrientes, contaminantes mayoritarios como a sustancias emergentes.
- Coordinar y homogeneizar las actuales redes de medida de calidad de aguas, evaluando la posibilidad de utilizar nuevas tecnologías y estrategias, como por ejemplo el uso de biosensores. Potenciar el desarrollo de innovaciones tecnológicas para la mejora de la calidad del agua que incluyan sistemas de apoyo a la toma de decisiones.
- Valorar la importancia de las praderas de *Posidonia oceanica* como indicadoras de la calidad del agua en la zona y como especie clave para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas costeros. Considerar el uso de indicadores complementarios en la zona más próxima a la costa.
- Establecer programas de seguimiento y protocolos de actuación para la detección y respuesta a proliferaciones nocivas y tóxicas de microalgas. Evaluar la eficacia de las medidas de mejora de la calidad de agua para la prevención de dichas proliferaciones.

2. 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.

3. Incremento de la capacidad de adaptación y la resiliencia del Sistema Playa de Palma ante el 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.

4. 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. 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).

Información disponible sobre el clima presente y proyecciones climáticas (entregable 2)

1. Introducción

El objetivo de este primer informe es documentar el estado del arte del conocimiento en el tema de cambio climático a nivel regional, focalizándolo si cabe en el ámbito más local de la Playa de Palma (PdP). Se trata por tanto de un documento eminentemente de síntesis y basado en referencias bibliográficas, a las cuales se puede acudir en busca de detalles sobre aspectos concretos. Se pretende que las referencias incluidas sean representativas, pero no exhaustivas (una lista exhaustiva de referencias puede obtenerse a partir de las reseñadas en este documento).

En segundo lugar debe constatar que el clima presente y las proyecciones climáticas deben entenderse aquí en sentido amplio, por cuanto abarcan tanto la parte atmosférica del clima como la marina. Aunque las dos partes están obviamente muy relacionadas, el informe se ha dividido en esos dos ámbitos a la hora de presentar los principales resultados.

Finalmente se debe hacer constar que de este documento no pueden extraerse recomendaciones estratégicas para el sistema PdP. Esas recomendaciones se extraerán a partir del informe final y a menudo ligadas a otras partes del informe completo (como ejemplo, las recomendaciones no pueden elaborarse sólo a partir de predicciones de nivel del mar, sino de su impacto sobre el perfil de playa que deberá ser evaluado en la parte de morfodinámica de costas).

2. Atmósfera

Gran parte de la información climática que se recibe hace referencia a la atmósfera y el hecho de que se estén produciendo cambios importantes, en valor y escala temporal, en ciertas variables clave (como temperatura y precipitación) ha hecho que apareciera una cierta preocupación por la evolución del clima y, sobre todo, por sus consecuencias. El planteamiento de un proyecto como la reforma del sistema PdP, con un horizonte temporal de varias décadas, necesita de previsiones climáticas para poder llevar a cabo una planificación respetuosa con el medio ambiente y, al mismo tiempo, que considere la evolución temporal a fin de garantizar la sostenibilidad presente, pero también la futura.

Por otra parte, las condiciones ambientales (temperatura, viento, lluvia, insolación, etc.), si bien no determinan íntegramente el nivel de afluencia turística, sí son factores determinantes en la valoración del potencial de explotación de entornos turísticos (Freitas et al., 2008).

A continuación se dan algunos valores de variables ambientales y sus evoluciones, deducidos para la zona que se indica en cada caso. Esta información corresponde a un resumen de un informe inédito realizado para la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears (OCLIB, 2008).

2.1 Diagnóstico

En la tabla que sigue a continuación se tienen:

- a) valores medios anuales de las temperaturas máximas y mínimas diarias y de la precipitación anual para la Isla de Mallorca deducidos de observaciones de los últimos 30 años
- b) Variabilidad expresada en términos de la desviación típica
- c) tendencias de los datos observados

Variable	Media	Variabilidad	Tendencia observada
T máxima	22.4 °C	0.6 °C	+4.2 °C/siglo [1976-2008]
T mínima	10.6 °C	0.7 °C	+6.6 °C/siglo [1976-2008]
Precipitación anual	587 mm	141 mm	- 93 mm/siglo [1951-2008] (-16 %/siglo)

2.2 Proyecciones

Existen varios métodos para obtener proyecciones climáticas a partir de diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC). Como la información disponible es diversa, se presentan dos grupos de proyecciones en los que se omiten los escenarios de emisiones con el fin de dar un margen de variabilidad significativa las estimas que siguen.

* Proyecciones de temperatura y precipitación para el Mediterráneo occidental (modelos de simulación global):

- Aumento de temperatura a final de siglo XXI 1.7 °C a 3.4 °C
- Disminución de precipitación a final de siglo XXI 9 % a 24 %

* Proyecciones de temperatura y precipitación regionalizados para la Isla de Mallorca (método estadístico):

- Aumento de temperatura máxima a final de siglo XXI 2.8 °C a 4.9 °C
- Aumento de temperatura mínima a final de siglo XXI 2.5 °C a 4.4 °C
- Disminución de precipitación a final de siglo XXI 9 % a 28 %

2. Medio marino

El medio marino es esencial para varios aspectos del sistema PdP. Para la estabilidad de la playa, las variables más importantes son el nivel del mar, las corrientes y el oleaje, no sólo sus regímenes medios, sino también sus regímenes extremos. En lo referente a la calidad de aguas, las variables fundamentales son las corrientes y el oleaje (aparte obviamente de variables no marinas como la descarga de sólidos desde la costa). La temperatura y la salinidad son cruciales para los ecosistemas marinos.

De entre las variables mencionadas, algunas tienen una componente local importante, como las corrientes. Otras están más relacionadas con la evolución a nivel regional, como es el caso de la temperatura, la salinidad y el nivel del mar. El oleaje también es fundamentalmente regional, aunque tiene una componente local al acercarse a costa. Dado que hasta la fecha no ha habido estudios focalizados en el sistema PdP, tanto el diagnóstico como las proyecciones que se dan a continuación son, en el mejor de los casos, a nivel regional.

2.1 Diagnóstico de la evolución observada durante la última mitad del siglo XX

Para la mayoría de variables diagnosticadas los datos son escasos y algunas veces contradictorios. Por lo que se refiere a temperatura y salinidad, el análisis de la base de datos MEDAR (MEDAR group, 2002) indica una tendencia media (para todo el Mediterráneo) de $-0.0084^{\circ}\text{C}/\text{año}$ y de $+0.0011$ psu/año para la evolución de los primeros 100 m de la columna de agua durante la segunda mitad del siglo XX. Tsimplis y Rixen (2002), también a partir de la base de datos MEDAR, dan variaciones para el Mediterráneo Occidental, indicando que el enfriamiento de las aguas superficiales tuvo lugar sobre todo entre la década de los 60 y la de los 80, aumentando a partir de entonces la temperatura.

A nivel más regional se cuenta con el re-análisis NCEP, recogido en el libro sobre cambio climático en el Mediterráneo español publicado por el Instituto Español de Oceanografía (Vargas et al., 2008); dicho análisis indica tendencias de $+0.002\pm 0.003^{\circ}\text{C}/\text{año}$ para las aguas superficiales de Baleares entre 1948 y 2005. [No hay necesariamente contradicción entre este dato y el obtenido a partir de MEDAR, por cuanto aquí se refiere a aguas estrictamente superficiales, mientras los datos de MEDAR se promediaron para los primeros 100 m de la columna de agua.] Tal y como se indica en aquel trabajo, el comportamiento de la temperatura superficial del agua es similar al del aire, aunque con ligeras diferencias. Para el período total el aumento de temperatura del agua es muy pequeño y no significativo, pues a un período de claro descenso (1948-1980) le sigue un período con un fuerte incremento de la temperatura (1980-2005). Ese comportamiento es muy parecido al estimado en la costa catalana a partir de la estación oceanográfica de L'Estretit.

A partir de 1994 se cuenta con datos de la estación B3 de Ecobaleares del Instituto Español de Oceanografía, situada al sur de Mallorca. Para el período 1994-2005 dicha estación muestra una tendencia poco significativa en la temperatura a 10 m de profundidad: $+0.17\pm 0.16^{\circ}\text{C}/\text{año}$; las tendencias a más profundidad son aún menos claras: $-0.04\pm 0.07^{\circ}\text{C}/\text{año}$ a 50 m y $-0.01\pm 0.03^{\circ}\text{C}/\text{año}$ a 100 m. En salinidad se observa una tendencia al alza a todas las profundidades, aunque de nuevo con márgenes de error del mismo orden que la tendencia: $+0.017\pm 0.023$ psu/año a 10 m de profundidad, $+0.031\pm 0.020$ psu/año a 50 m y $+0.017\pm 0.010$ psu/año a 100 m.

Por lo que se refiere a nivel del mar, los datos indican que durante las cuatro últimas décadas del siglo XX el nivel del mar ha subido entre 0.5 y 1 mm/año en el Mediterráneo Occidental (Calafat y Gomis, 2009). Esa tasa es aproximadamente la mitad de la subida experimentada a nivel global, que se sitúa entre 1.5 y 2 mm/año (ver por ejemplo Domínguez et al., 2008). La razón es que entre la década de los 60 y la de los 90 la subida fue prácticamente nula e incluso negativa debido fundamentalmente a un incremento de la presión atmosférica en la zona; ese incremento dio lugar a una contribución negativa sobre el nivel del mar de -1.0 mm/año entre 1960 y 1994 (Gomis et al., 2008). A partir de 1993 se invierte la tendencia en

la presión atmosférica y esto, unido a unos años de mayor calentamiento tanto a nivel global como regional, ha provocado que el nivel del mar haya subido mucho más rápidamente, a razón de unos 5 mm/año.

Otro factor que influye sobre el nivel del mar es la temperatura y salinidad de toda la columna de agua (contribución estérica). En este caso los datos no son concluyentes: mientras algunos modelos señalan incrementos estéricos del orden de 1 mm/año en el Mediterráneo Occidental (Tsimplis et al, 2008), los datos de MEDAR señalan una contribución negativa.

Respecto a extremos de nivel del mar, han sido estudiados por Marcos et al. (2009). Sus resultados indican que los valores extremos de nivel del mar pueden alcanzar hasta 60 cm en la mayor parte del Mediterráneo. Durante las últimas décadas del siglo XX las variaciones de estos extremos parecen ser debidas fundamentalmente a cambios en el nivel medio del mar

Por lo que respecta a oleaje, el trabajo más extenso corresponde al informe sobre impactos sobre la costa española por efectos del cambio climático elaborado por la Universidad de Cantabria para el Ministerio de Medio Ambiente (2004). En ese trabajo se señala que en Baleares la altura de ola significativa media habría disminuido, sobre todo al norte de las islas (aprox. 4 mm/año entre 1958 y 2001). Al sur de las islas (la zona representativa del sistema PdP) la altura de ola significativa media habría disminuido aprox. 1 mm/año para el mismo periodo. No se aprecian cambios significativos en los eventos extremos y sí una variación de la dirección predominante del oleaje, que habría rolando de suroeste a sur.

Cuadro resumen:

Variable	Dominio	Período	Variación experimentada	Fuente
T (0-100 m)	Mediterráneo	1950-2002	-0.084 °C/década	MEDAR
T superficial	Baleares	1948-2005	+0.02 ± 0.03 °C/década	NCEP
T a 10 m	Est.B3 Ecobaleares	1994-2005	+1.7 ± 1.6 °C/década	IEO
T a 50 m	Est.B3 Ecobaleares	1994-2005	-0.4 ± 0.7 °C/década	IEO
T a 100 m	Est.B3 Ecobaleares	1994-2005	-0.1 ± 0.3 °C/ década	IEO
Sal (0-100 m)	Mediterráneo	1950-2002	+0.011 psu/década	MEDAR
Sal a 10 m	Est.B3 Ecobaleares	1994-2005	+0.17 ± 0.23 psu/década	IEO
Sal a 50 m	Est.B3 Ecobaleares	1994-2005	+0.31 ± 0.20 psu/década	IEO
Sal a 100 m	Est.B3 Ecobaleares	1994-2005	+0.17 ± 0.10 psu/década	IEO
Nivel del mar	Global.	1961-2003	+1.5 ± 0.4 cm/década	Mareógrafos
Nivel del mar	Mediterráneo Occ.	1945-2000	+0.75 cm/década	Mareógrafos
Extremos de nivel del mar	Mediterráneo Occ.	1948-2001	Relacionada con las del nivel medio del mar	Mareógrafos + HIPOCAS
Altura de ola significativa	Sur de Mallorca	1948-2001	-1 cm/década	Informe MMA-Univ. Cantabria
Dirección del oleaje	Sur de Mallorca	1948-2001	Rolando de suroeste a sur	Informe MMA-Univ. Cantabria
Extremos del oleaje	Sur de Mallorca	1948-2001	No se aprecian cambios	Informe MMA-Univ. Cantabria
Corrientes	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos

2.2 Proyecciones para el siglo XXI

Sobre las proyecciones lo primero que debe decirse es que los modelos globales presentan serios problemas en el Mediterráneo debido a que su baja resolución impide una buena representación de los flujos en Gibraltar (Marcos y Tsimplis, 2008). Los escenarios

climáticos marinos regionalizados están aún en fase de desarrollo y no se cuenta con resultados fiables para distintos escenarios climáticos. Precisamente este proyecto representa una oportunidad para dar un empuje significativo al tema y obtener estimas algo más fiables. Los datos que se dan a continuación deben tomarse por tanto con mucha precaución.

Por lo que se refiere a temperatura y salinidad las proyecciones (integradas para toda la columna de agua) son del orden de $+0.015^{\circ}\text{C/año}$ y $+0.003$ psu/año para el escenario climático SRESA1B (escenario de rápido crecimiento económico a nivel mundial pero con un equilibrio entre fuentes de energía fósiles y renovables, lo cual conduciría a concentraciones de CO_2 de 700 ppmv en 2100). Para el escenario SRESA2 (crecimiento económico pero más regionalizado, sin un acceso global a tecnologías limpias, lo cual conduciría a concentraciones de CO_2 de 850 ppmv en 2100) las proyecciones son de $+0.018^{\circ}\text{C/año}$ y $+0.004$ psu/año. Se trata de valores promedio para todo el Mediterráneo obtenidos a partir de modelos globales.

Las proyecciones de nivel del mar para el siglo XXI apuntan a una subida de entre 20 y 60 cm a nivel global (Informe IPCC). Para el Mediterráneo, valores muy preliminares apuntan a una subida estricta del orden de 1 mm/año para el escenario SRESA2; esa subida sería el resultado del incremento debido al aumento de temperatura ($+4$ mm/año) y la disminución asociada al aumento de salinidad (-3 mm/año) y no tiene en cuenta ni variaciones en la presión atmosférica ni el incremento de masa derivado de la fusión de hielos continentales (estimado entre $+1$ y $+3$ mm/año adicionales). Los valores estrictos debe tomarse con mucha precaución, pues corresponde a un único modelo y a un único escenario (Marcos y Tsimplis, 2008).

Mientras que los valores extremos de nivel del mar han evolucionado de forma coherente con el nivel medio en las últimas décadas está por ver si bajo escenarios futuros este comportamiento se mantiene o por el contrario se ve influenciado por la intensificación de las perturbaciones atmosféricas o el cambio en la trayectoria de las tormentas que sugieren algunos modelos globales.

Respecto al oleaje y corrientes no se cuenta con proyecciones fiables, tan sólo con simples proyecciones de las tendencias apuntadas en la sección 3.1. A lo largo de este proyecto se abordarán por primera vez esas proyecciones.

Cuadro resumen:

Variable	Dominio	Período	Proyección	Fuente
T columna	Mediterráneo - SRESA1B	2000-2100	$+0.15$ °C/década	IPCC
T columna	Mediterráneo - SRESA2	2000-2100	$+0.18$ °C/década	IPCC
Sal columna	Mediterráneo - SRESA1B	2000-2100	$+0.03$ psu/década	IPCC
Sal columna	Mediterráneo - SRESA2	2000-2100	$+0.04$ psu/década	IPCC
Nivel del mar	Global	2000-2100	($+2$, $+6$) cm/década	IPCC
Nivel del mar	Mediterráneo - SRESA2	2000-2100	($+2$, $+4$) cm/década	Modelo Regional
Extremos de nivel del mar	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
Oleaje	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
Corrientes	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos

4. Referencias.

Calafat, F. M., D. Gomis, 2009. Reconstruction of Mediterranean sea level fields for the period 1945-2000. *Global and Planetary Change*, 66 (3-4), 225-234.

- Domingues, C. M., J. A. Church, N. J. White, P. J. Glecker, S. E. Wijffels, P. M. Barker and J. R. Dunn, 2008. Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sea-level rise. *Nature*, 453, 1090-1094, doi: 10.1038/nature07080.
- Gomis, D., S. Ruiz, M. G. Sotillo, E. Álvarez-Fanjul, J. Terradas, 2008. Low frequency Mediterranean sea level variability: the contribution of atmospheric pressure and wind. *Global and Planetary Change*, 63 (2-3), 215-229.
- Freitas, C.R. de, D. Scott, G. McBoyle, 2008. A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. *Int. J. Biometeorol.* 52:399-407. doi:10.1007/s00484-007-0134-3.
<http://www.springerlink.com/content/w2757p8971332833>
- MEDAR Group, 2002. *Mediterranean and Black Sea Database of Temperature, Salinity and Biochemical Parameters and Climatological Atlas* [4 CD-ROMs], Ifremer Ed., Plouzane, France. (<http://www.ifremer.fr/sismer/program/medar/>).
- Marcos, M., M. Tsimplis, 2008. Comparison of results of AOGCMs in the Mediterranean Sea during the 21st century. *J. Geophys. Res.* 113, C12028, doi:10.1029/2008JC004820.
- Marcos, M., M. N. Tsimplis, A. G. P. Shaw, 2009. Sea level extremes in southern Europe, *J. Geophys. Res.*, 114, C01007, doi:10.1029/2008JC004912.
- Medina, R., 2004. *Impactos sobre la costa española por efectos del cambio climático*. Informe elaborado por la Univ. de Cantabria para el Ministerio de Medio Ambiente (http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/imp_cost_esp_efec_cc.htm).
- OCLIB, 2008. Informe de seguimiento del convenio Universitat de les Illes Balears-Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, sobre el Observatori del Clima de les Illes Balears. Informe técnico inédito. Grup de Meteorologia, UIB.
- Tsimplis, M., M. Rixen, 2002. Sea level in the Mediterranean: The contribution of temperature and salinity changes, *Geophys. Res. Lett.*, 29(3), 2136, doi:10.1029/2002GL015870.
- Tsimplis, M. N., M. Marcos, S. Somot, 2008. 21st century Mediterranean sea level rise. Regional model predictions. *Global and Planetary Change*, 63, 105-111.
- Vargas, M, M. C. García, F. Moya, E. Tel, G. Parrilla, F. Plaza, A. Lavín, 2008: *Cambio climático en el Mediterráneo español*. Ed. Inst. Español de Oceanografía. ISBN: 84 95877 39 2.

1. Introducció

1.1. Antecedents

Con motivo del Proyecto de Reforma de la Playa de Palma (Proyecto PdP), el Consorcio Playa de Palma encargó a IMEDEA una serie de recomendaciones de gestión de dicho proyecto. En un principio, IMEDEA propuso una serie de trabajos conducentes a apoyar el Eje de Sostenibilidad en los siguientes campos de trabajo: 1) la incidencia del cambio climático; y 2) la preservación de la biodiversidad terrestre y marina y 3) la gestión integrada de la zona costera; campos en los que IMEDEA posee probados conocimientos. Dichos trabajos tenían como objetivo general contribuir al diagnóstico de la problemática asociada a la recualificación integral de la PdP y apuntar orientaciones estratégicas y posibles indicadores para la misma. Más adelante, tras una reunión con Fernando Prats (Responsable de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Consorcio), el diseño de los trabajos se llevó a cabo para tener en cuenta escenarios futuros del Proyecto PdP para 2020, 2050 y 2100. Además, se identificaron los siguientes nodos científicos o campos de conocimiento, para empezar a desarrollar e integrar el trabajo interdisciplinar interno de IMEDEA:

- **Cambio climático en el sistema atmósfera-océano (nodo transversal).** Integra: aspectos atmosféricos y meteorológicos, nivel del mar.
- **Calidad de aguas marinas y continentales.** Integra: calidad de aguas, contaminación y fuentes de contaminación, contaminación en sedimentos, contaminación en aguas subterráneas, corrientes a nivel de difusión contaminación, la *Posidonia* como indicador de calidad de aguas.
- **Biodiversidad terrestre.** Integra: Diagnóstico de especies invasoras, demografía de especies endémicas, aspectos urbanos. Relaciones con la contaminación y régimen hídrico.
- **Morfodinámica de la Playa de Palma.** Integra: aspectos de oleaje, corrientes, sedimentación.

El mayor limitante que se indicó para estos trabajos fue el estrecho plazo que se tenía para su ejecución, por lo que se hizo énfasis en que la mayoría de aquéllos constituirían un diagnóstico preliminar de los principales problemas detectados. Sin embargo, entendiendo los estrechos márgenes temporales con los que juega el Consorcio, IMEDEA decidió, tras una serie de reuniones y consultas internas, poner en marcha un **proceso innovador para catalizar las sinergias entre los investigadores participares, acelerar el diagnóstico general de problemas de lo que pasó a denominar el Sistema Playa de Palma (SPdP) y ofrecer orientaciones**

sobre líneas estratégicas de actuación y recomendaciones de gestión específicas, para la toma informada de decisiones en el Proyecto PdP.

1.2. Misión de IMEDEA

Estratégicamente, el IMEDEA tiene como misión proporcionar los fundamentos científicos necesarios para comprender y, en lo posible, anticipar las respuestas de los sistemas marinos, costeros e insulares a las presiones antrópicas, así como a las debidas al cambio global. Debido a ello, el IMEDEA está capacitado para dotar al Consorcio de Playa de Palma de una base de conocimiento científico que permita incorporar en el Proyecto PdP estrategias informadas de gestión sostenible y proactiva de dichos sistemas. Tácticamente, el proceso que se puso en marcha tuvo la siguiente visión a corto y medio plazo:

- Identificación, priorización y elaboración interdisciplinar, utilizando pensamiento sistémico, de problemas del SPdP; objetivos y subproyectos internos de trabajo; y orientaciones sobre líneas estratégicas de actuación y recomendaciones específicas de gestión del Proyecto PdP.
- Robustez entre dichas orientaciones y recomendaciones, y los componentes tácticos elaborados internamente por el IMEDEA (objetivos, subproyectos y tareas a realizar), de tal forma que exista consistencia y coherencia entre el diagnóstico y evaluación del SPdP llevadas a cabo y las necesidades reales del Consorcio y del Proyecto PdP.
- Elaboración de conocimiento experto aplicado a problemas y necesidades reales de la sociedad balear en general y de la comunidad local de Playa de Palma en particular.

2. Breve descripción del proceso de trabajo

El trabajo se organizó en dos fases, **la primera de las cuales, recogida en el presente informe, 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 (Anexo 1).

Por otra parte, para la morfodinámica de la playa donde el conocimiento previo de su funcionamiento es inexistente, se recopiló información basada en los conocimientos del funcionamiento de otras playas en las Baleares y los escasos datos disponibles (Anexo 2) y se diseñó un plan de trabajo para la Fase 2.

El proceso de trabajo en la primera Fase ha sido diseñado bajo una perspectiva participativa dirigida, internamente, a legitimar de forma colectiva las orientaciones estratégicas y las recomendaciones de gestión para el Consorcio, e incrementar así su interdisciplinariedad y su estándar de calidad. La metodología global utilizada durante el proceso tiene como objetivos paralelos el aprendizaje social de los participantes, la generación de confianza entre los mismos (aumento de la cohesión social) y la exploración de formas innovadoras de estructurar el conocimiento experto en el caso real de un sistema tan complejo como la PdP. El contexto, la organización y la praxis del proceso, catalizada a cabo por un agente externo (Marexi Mediterranean SL), han pretendido ser transparente para generar la necesaria confianza entre los diferentes actores participantes en el proceso para alcanzar una transferencia de conocimiento interdisciplinar a todos los niveles.

3. Descripción metodológica del proceso experto

La metodología utilizada es de naturaleza transversal. Integra técnicas desarrolladas durante las últimas cuatro décadas en el marco de las teorías de decisión, el cambio adaptativo y la resiliencia, y bajo una perspectiva de pensamiento sistémico. Dichas técnicas son utilizadas para incrementar la eficiencia en la toma colectiva de decisiones por grupos heterogéneos (diversidad de conocimientos, experiencias, valores, creencias e intereses) en plazos temporales ajustados. En cada parte del proceso se han empleado técnicas específicas con componentes de análisis cualitativos y cuantitativos. La idea que ha guiado la metodología ha sido la generación de un sistema de conocimiento, el cual se ha extraído estratégicamente de expertos (investigadores participantes de IMEDEA) en los campos especificados más arriba. El propósito general de dicho sistema es aportar conocimiento experto elaborado de forma útil para la elaboración de orientaciones sobre líneas estratégicas de actuación en el Proyecto PdP.

El objetivo era determinar, de forma participativa, los principales problemas y retos a los que se enfrenta el Proyecto de PdP, en términos de calidad ambiental, sostenibilidad y cambio climático en el SPdP. Determinar gráficamente las interrelaciones entre dichos problemas/retos y sentar las bases para la elaboración preliminar de objetivos y subproyectos. Para ello se utilizó la técnica de **árbol de problemas** construido según una escala de generalidad, que situaba los problemas más generales en la parte baja y los menos fundamentales o más sintomáticos en la parte alta. Como temas para estructurar la construcción del árbol se utilizaron los campos de conocimiento sintetizados. A continuación se analizó el árbol de problemas y se extrajeron tres problemas que sintetizaban temáticamente al resto. Para analizar como resolver dichos problemas, éstos se transformaron en objetivos realizados en 2020 sobre los que construir el **modelo conceptual** de un estado del SPdP sostenible, resiliente y de alta calidad ambiental. Para dar un peso específico a todas las interrelaciones del modelo conceptual se empleó una técnica basada en **lógica difusa** asignando un *grado de certeza* a dichas interrelaciones (flechas de

color). A partir de estos procesos se identificaron y elaboraron los resultados de esta fase y se identificaron los temas a tratar en la segunda fase del estudio.

4. Resultados

4.1 Morfodinámica de la playa de Palma

La información recopilada se incluye en el Anexo 2. Del análisis de esta información se extraen los siguientes relevantes aspectos:

- La Playa de Palma es una playa urbana y en base a las características y funcionamiento de las playas en un contexto similar está sometida a una gran variabilidad interanual y estacional que se traduce en un elevado grado de incertidumbre para determinar el signo de su balance sedimentario. Las escalas temporales relativas al funcionamiento de la playa son más largas que la de los escenarios y los intereses socio-económicos que pueda haber sobre ellas.
- Una rápida evaluación de la evolución histórica, de la que queda por desarrollar el análisis de la variabilidad espacial pone de manifiesto que la playa emergida en condiciones naturales era mucho más estrecha y de menor superficie de la actual (19ha en 1956 vs ca. 25 ha actuales).
- Las propiedades texturales y de composición del sedimento muestreado no difieren de las de playas de referencia como Es Trenc. No obstante en la playa emergida se observan calibres mayores y composiciones de sedimento que apuntan a un aporte exógeno del sedimento (regeneraciones, aportes terrestres puntuales).
- Se necesita del desarrollo de un estudio de detalle para disponer de una base lo suficientemente sólida de cara a plantear escenarios evolutivos.
- Es necesario determinar la posición y variabilidad de las barras sumergidas para entender la dinámica de aportes y recesión de playa emergida en función del clima marítimo (oleaje) y por tanto realizar estimaciones de la evaluación futura frente a escenarios de cambios de estas condiciones y más en particular los efectos que los eventos extremos tendrán sobre la misma.

4.2 Diagnostico experto

En el proceso basado en el conocimiento experto participaron 15 científicos del IMEDEA. Los tres temas que sintetizaron los campos de conocimiento sobre los que trabajaría el IMEDEA fueron definidos:

- Sistemas naturales.
- Cambio climático en el sistema atmósfera-mar.
- Morfodinámica de playas.

Además, se identificó como idea clave del Proyecto PdP la rehabilitación integral del SPdP para hacerlo sostenible, dotarlo de capacidad de anticipación y potenciación de la capacidad de adaptación al cambio (resiliencia), y de una alta calidad ambiental.

Como objetivos de progreso del proyecto se identificaron los siguientes:

- Revitalizar una pieza turística madura que está en declive y que es clave para el turismo en Baleares.
- Convertirla en una referencia replicable para el resto del litoral turístico español (y otras zonas maduras del Mediterráneo).
- Considerar dicha revitalización en diversos escenarios de futuro (en reunión con Fernando Prats se habla de 2020, 2050 y 2100).

Finalmente, se identificaron los siguientes cuatro temas horizontales: *innovación, sostenibilidad, calidad ambiental y cambio climático*, y, de entre los ejes propuestos por el Consorcio, se consensuó que el IMEDEA podría elaborar orientaciones estratégicas y recomendaciones clave en los tres siguientes: *visión integrada de conjunto, identificación de cuestiones clave (problemas y retos de estructura y funcionamiento del sistema) y estrategia de cambio*. A nivel de alcance social, se discutió que la elaboración de conocimiento experto que se iba a poner en marcha debía ser aplicada a problemas y necesidades reales de la sociedad balear en general y de la comunidad local de Playa de Palma en particular.

4.2.1 Análisis de problemas

En gabinete, se analizó el árbol de problemas (Fig. 1) y se concluyó que a nivel global, **el SPdP es un sistema que potencialmente puede perder valor turístico debido al actual deterioro de su entorno natural y a la continua pérdida de calidad ambiental**. A nivel particular, se extrajeron los siguientes tres problemas que sintetizaban al resto de forma temática:

- **Problema 1 (P1)**: La calidad de aguas (costeras y marinas) en la actualidad SPdP es deficiente.
- **Problema 2 (P2)**: La diversidad y función de los ecosistemas costeros en el SPdP no es conservada de forma sostenible actualmente.
- **Problema 3 (P3)**: El SPdP, dada su estructura y organización actual, no es capaz de adaptarse (no es resiliente), potencialmente, al cambio climático.

El problema global fue considerado como un resultado de la conjunción de los otros tres: El incremento de la calidad ambiental y la prevención del deterioro del entorno natural del SPdP pasarían por la conservación sostenible de la diversidad y función de sus ecosistemas costeros, y el aumento de la calidad de sus aguas y de su capacidad de adaptación al cambio climático, lo que repercutiría directamente en el

aumento de su potencial turístico. Para analizar como se podría conseguir un estado económico, social, ambiental y ecológico de este tipo, los problemas 1, 2 y 3 fueron tratados de la forma siguiente, con el propósito de transformarlos en objetivos (caja 1) sobre los que construir el modelo conceptual el cual constituye un modelo de cómo debería ser la realidad del SPdP para alcanzar el estado mencionado:

Caja 1. Transformación de problemas en objetivos.

Problema 1 → Objetivo 1: Existe una buena calidad ecológica de aguas (costeras y marinas).

Problema 2 → Objetivo 2: La diversidad y función de los ecosistemas costeros es conservada de forma sostenible.

Problema 3 → Objetivo 3: El SPdP es capaz de adaptarse (resiliente) al cambio climático.

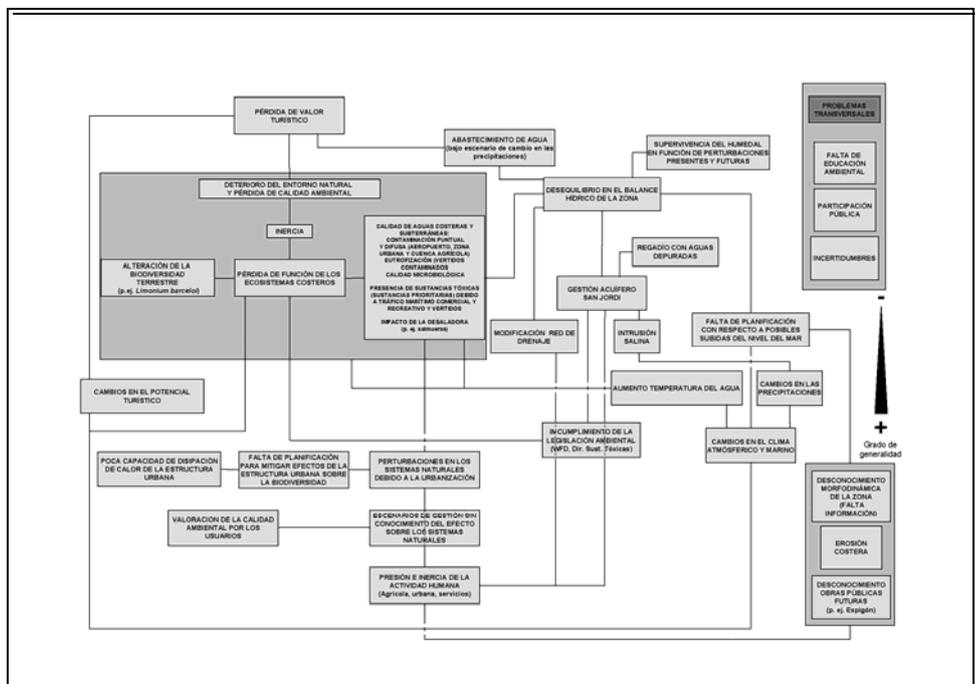


Fig. 1. Árbol de problemas y retos actuales del Sistema Playa de Palma.

4.2.2 Modelado conceptual

El modelo conceptual en cajas agrupa los componentes causales tal y como se ha comentado en la metodología (Fig.2). La leyenda de las flechas muestra el significado de las interrelaciones entre componentes causales. Éstos indican la dirección de causalidad y su trama los tipos de influencia que surgieron durante el modelado (directa, inversa o incierta).

Posteriormente, el modelo se transformó en una propuesta de tabla de trabajo para elaborar colectivamente subproyectos y tareas agrupados naturalmente entorno a los objetivos generales y los correspondientes componentes causales de dicho modelo (**Anexo 3 a realizar en la Fase 2**). De esta forma, se propuso una integración de diferentes investigadores para analizar el estado actual de dichos componentes y resolver los principales 'gaps' de conocimiento (incertidumbres, falta de información, etc.), para contribuir a una toma de decisiones más informada en el futuro y a la elaboración de recomendaciones de gestión específicas para el Proyecto PdP.

4.2.3 Mapeado cognitivo difuso

De las matrices de adyacencia individuales basadas en los grados de certeza identificados individualmente, se calculó el promedio de los pesos de cada flecha (interrelación). Un porcentaje bajísimo de los datos estaba por debajo de 0,5. Se decidió, de forma subjetiva, agrupar los datos en seis intervalos, para representar el modelo según *grados de certeza* cualitativos. Con objeto de hacer énfasis en las diferencias entre intervalos se asignaron diferentes colores a las flechas para representar una escala calor-frío (*rojo = mayor certeza, azul oscuro = menor certeza*). Además, se calculó el error estándar de las series de datos de pesos individuales de todas las flechas, para obtener una estima del *grado de acuerdo* de los investigadores sobre la certeza de cada interrelación (tabla 1). Los errores (los grados de acuerdo) se agruparon en cuatro intervalos equivalentes para asignarles, igualmente, un valor cualitativo. En este caso, para hacer énfasis en las diferencias entre estos últimos intervalos, se asignó a las flechas grosores diferentes, siendo los *más gruesos* los correspondientes a mayor grado de acuerdo y los *más finos* a menor.

El promedio de las medias de los grados de certeza individuales resulta en un grado de certeza global del modelo medio-alto (0,737). El promedio de los grados de acuerdo resulta en un grado de acuerdo global medio (0,062). Teniendo en cuenta las hipótesis de trabajo planteadas, los participantes son investigadores expertos en diferentes disciplinas con probado conocimiento en sus respectivos temas de estudio en general y aplicados al SPdP en particular, a nivel teórico, de conocimientos empíricos y experiencia metodológica. Por esto, ha de asumirse que los investigadores asignaron valores (difusos) fiables a las flechas del modelo conceptual, es decir, a las interrelaciones entre componentes causales o, dicho de otra forma, a las interrelaciones entre temas o áreas de conocimiento.

El modelo conceptual resultante (Fig.2) de esta parte constituye un indicador fiable y robusto de la importancia que los investigadores de IMEDEA asignan a los componentes causales del modelo y a sus interrelaciones, es decir, a los principales problemas que afectan al SPdP, las áreas de conocimiento sobre las que hay que trabajar para solucionarlos y sus interrelaciones. Como contrapartida, este criterio de importancia constituye un indicador fiable y robusto para que los gestores del Proyecto PdP prioricen actuaciones de gestión (puntos de ataque) en el SPdP para

solucionar dichos problemas. Las interrelaciones en el modelo se pueden interpretar como relaciones mecánicas entre problemas y soluciones, sobre los que hay diferentes grados de conocimiento, certeza en sus relaciones y acuerdo en dicha certeza. Un análisis estratégico de la información elaborada en el presente documento puede ofrecer orientaciones sobre líneas de actuación en el Proyecto PdP basadas en el mejor conocimiento experto actual. Dichas orientaciones han de especificar actuaciones prioritarias en puntos de ataque en los que existe mayor grado de certeza y acuerdo de la interrelación existente entre los componentes o temas analizados, para garantizar el éxito de dichas actuaciones. Sin embargo, los puntos de ataque en los que existe menor certeza también han de traducirse en actuaciones que contribuyan a elaborar el conocimiento necesario para informar de forma más adecuada a los gestores del Proyecto PdP.

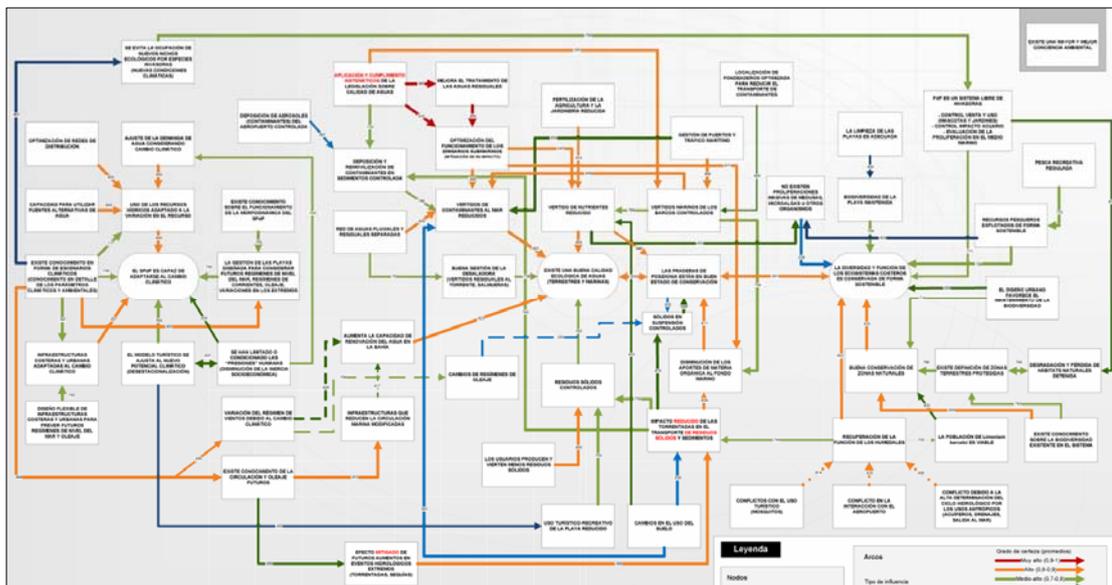


Fig.2. Modelo conceptual causal y grado de certidumbre de las interrelaciones.

4.2.4 Definición de áreas de interés y de líneas estratégicas de gestión

Del análisis mencionado se pueden deducir seis áreas en el modelo que se traducen en orientaciones sobre líneas estratégicas de actuación respectivamente. Dichas áreas están caracterizadas por grados de certeza medio-muy alto y acuerdo medio-alto. La Fig.3 muestra gráficamente estas áreas sobre el modelo resultante (los colores se corresponden con los de la tabla que se describe a continuación). Dichas áreas traducidas en líneas estratégicas de gestión se muestran en la Tabla 1. A partir de ellas se han elaborado las recomendaciones estratégicas (Anexo 1) y el **deliberable 1**. En la Fig.4 se resume el proceso realizado.

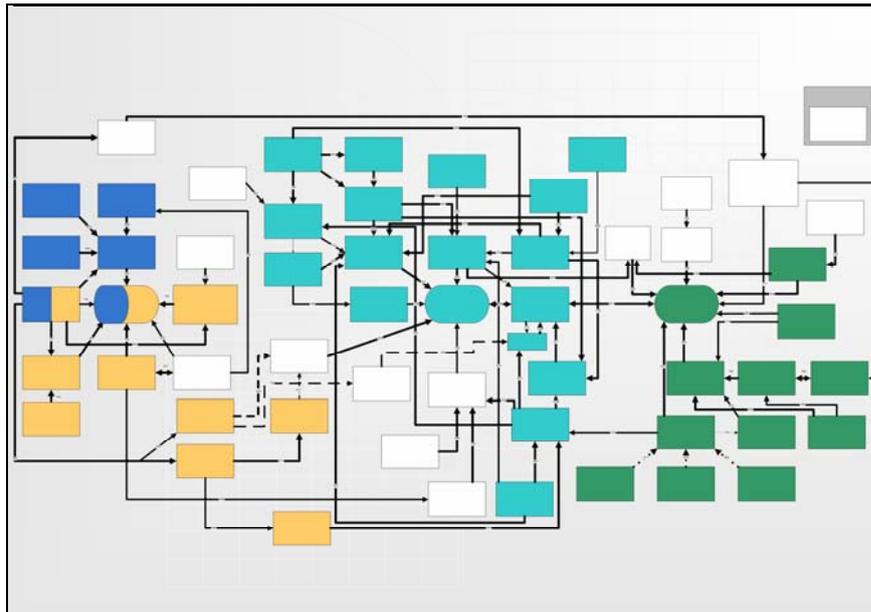


Fig. 3. Áreas del modelo conceptual correspondientes a las orientaciones estratégicas.

Tabla 1. Orientaciones estratégicas surgidas del modelo conceptual (ver Anexo 1).

Orientaciones sobre líneas estratégicas de actuación
• Orientación estratégica 1 – Mejora de la calidad ecológica de las aguas
• Orientación estratégica 2 – Compatibilización de los usos de PdP con la conservación de la biodiversidad y recuperación de la función de los ecosistemas costeros
• Orientación estratégica 3 – Incremento de la capacidad de adaptación (resiliencia) del Sistema Playa de Palma ante el cambio global
• Orientación estratégica 4 – Uso de los recursos hídricos adaptado a la variación futura en el recurso
• Orientación estratégica 5 – Mejora en el diseño y la gestión de los ecosistemas urbanos y su biota.

Fig. 4. Resumen de las actuaciones realizadas en la Fase 1 (marzo-abril 2009).

