

**Soluciones basadas
en la naturaleza
para la adaptación y
la resiliencia de la costa
al cambio climático.**

**Inspirar el cambio
desde la experiencia y
el conocimiento compartido.**



CONAMA



© Conama, 2025

El material de esta publicación puede ser usado libremente, compartido, copiado, reproducido o impreso atribuyendo a Conama la fuente y la propiedad. El material de esta publicación que se atribuye a terceras partes está sujeto a términos de uso y restricciones diferentes, de forma que estas terceras partes deben ser consultadas.

Sobre CONAMA

Conama es una fundación dedicada a promover redes de colaboración sobre el medio ambiente entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil, creando espacios de encuentro y diálogo, y contribuyendo a la creación de conocimiento compartido en relación con la transición ecológica. La Fundación Conama se encarga de la organización del Congreso Nacional del Medio Ambiente, el mayor encuentro ambiental en España.

Este documento forma parte de las acciones que Fundación Conama, a través del comité de trabajo sobre adaptación al cambio climático en la costa, está llevando a cabo dentro de su línea de trabajo dedicada a la adaptación al cambio climático. Desde 2014, la Fundación Conama cuenta con un comité técnico dedicado a la adaptación al cambio climático, siendo uno de temas prioritarios de los programas de los Congresos Nacionales del Medio Ambiente (CONAMA). Además, derivado de los resultados de este comité se han impulsado otras líneas de trabajo como son los proyectos **Conexión Insular para facilitar la adaptación al cambio climático** (2021) o, más recientemente, el proyecto **LIFE AdaptCalaMillor**.

+ Info: www.fundacionconama.org

Este informe ha sido financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, pero no expresa la opinión del mismo.





Soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación y la resiliencia de la costa al cambio climático.

Inspirar el cambio desde la experiencia y el conocimiento compartido.

La coordinación, edición y elaboración del informe ha estado a cargo de la Fundación Conama. Luis Jiménez, Eduardo Perero, Marta Seoane y Claudia Zapattini han sido las personas que han constituido el equipo de trabajo.

Diseño y maquetación: Rocío Landívar Izco. Océano Estudio Creativo.

El equipo de redacción y dirección agradece la colaboración de las siguientes personas que han participado enviando la información de los distintos proyectos que se muestran en este documento:

Inés Castejón y José Terrados. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados IMEDEA (CSIC-UIB)

Javier Durán Sáez y Ana Amelia Franco del Pino. Consejo Insular de la Energía de Gran Canaria - Cabildo Insular de Gran Canaria

Carmen Farré Solsona. Veolia

Juan Ferrer Serrano y Gustavo Pestana Pérez. Gobierno de las Islas Canarias

Patricia del Mar Caro Ruiz. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Ana García Fletcher. S.G para la Protección de la Costa. Dirección General de la Costa y el Mar
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

David Gutiérrez-Solana. Ayuntamiento de Bakio

Oliver Hernández. AQUAMBIENTE

Biel Horrach Estarellas. Universitat de les Illes Balears y Ayuntamiento de Calviá

Jose Antonio Juanes de la Peña. Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria

Manu Monge Ganuzas. Gobierno Vasco

Ester Toledo, Jordi Boada Rafecas y Gemma Roset Juan. Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú

Noelia Cruz Pérez. Universidad de La Laguna

Erika Pardo Lozano y Jesús Soler Martín. Aquatec

Mar Riera. ENT Environment & Management

José Luis Mosteiro Sans, Joan Miquel Riera Ferrer y Joana Mas. Ayuntamiento de Calviá

Para más información: prensa@conama.org

Índice

01

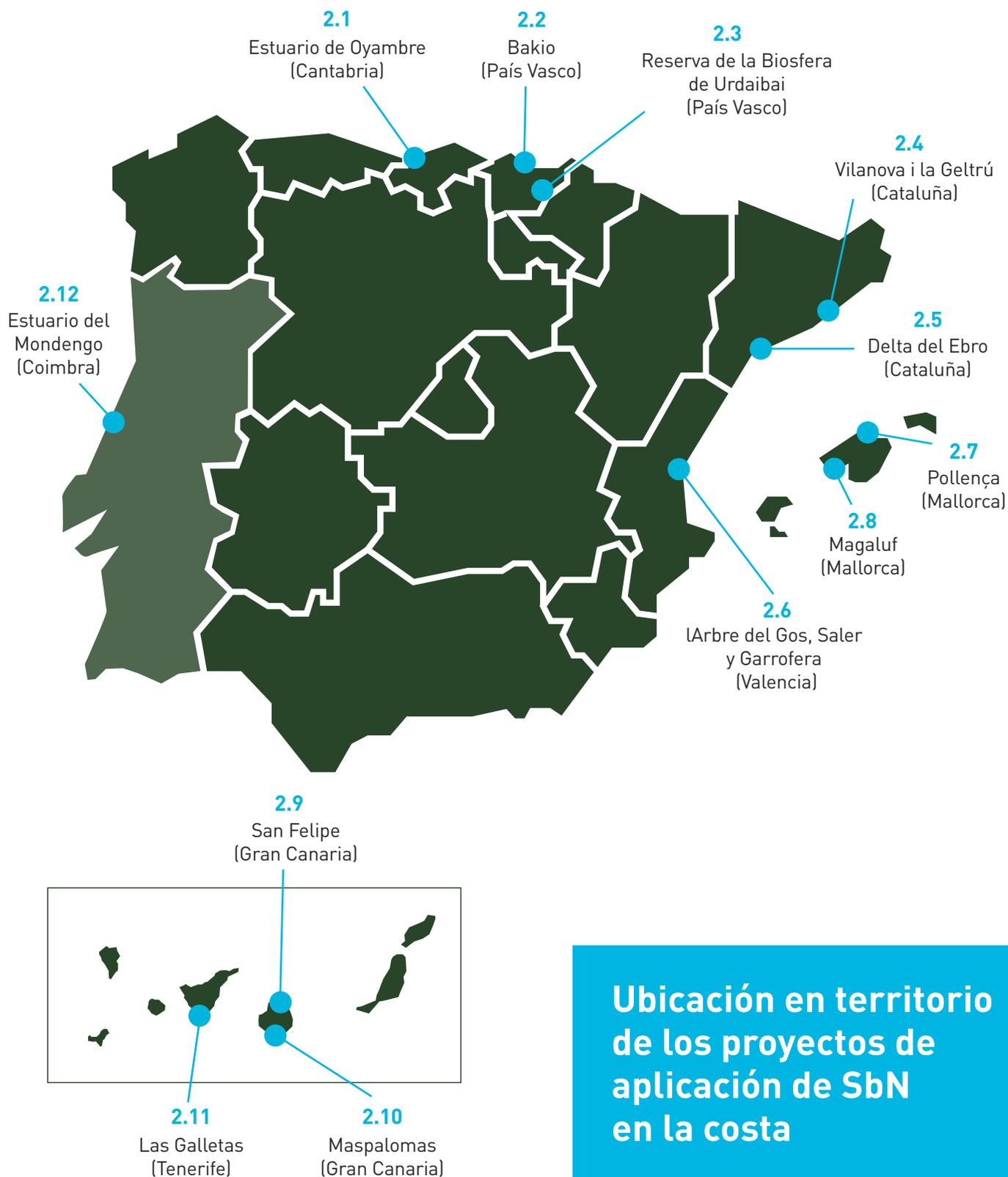
Presentación

- 1.1. El litoral español frente al cambio climático: necesidad de una gestión adaptativa e integrada. p. 07
- 1.2. Inspirar el cambio desde la experiencia y el conocimiento compartido. p. 10

02

Proyectos de aplicación de SbN en la costa

- 2.1. Convive LIFE. Integración de las actividades humanas en los objetivos de conservación de la red Natura 2000. El estuario de Oyambre, Cantabria. p. 14
- 2.2. Reconfiguración y restauración del tramo urbano del río Estepona y creación de dos parques públicos inundables, Bakio. p. 18
- 2.3. Restauración ambiental del estuario superior del Oka, Reserva de la Biosfera de Urdaibai. p. 24
- 2.4. Recuperación de los ecosistemas litorales del municipio de Vilanova i la Geltrú. p. 29
- 2.5. Illa de Mar y l'Embut los humedales de depuración del Delta del Ebro. p. 34
- 2.6. La regeneración de costas para la conservación de hábitats. Las playas de l'Arbre del Gos, Saler y Garrofera en Valencia. p. 40
- 2.7. Restauración de la pradera de *Posidonia oceanica* en la bahía de Pollença, Mallorca. p. 46
- 2.8. Renaturalización de la playa de Magaluf, Mallorca. p. 50
- 2.9. LIFE CostAdapta. Defensa y recuperación ecosistémica de la costa de San Felipe, Gran Canaria. p. 54
- 2.10. Natalie: Impulsar soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la resiliencia al cambio climático en Canarias. p. 61
- 2.11. Proyecto de Acción Climática del frente marítimo de Las Galletas, en Tenerife. p. 67
- 2.12. LIFE AdaptaBlues. Adaptación al cambio climático mediante la restauración estuarina. El caso del estuario del Mondego, Coimbra. p. 73



Ubicación en territorio de los proyectos de aplicación de SbN en la costa



Presentación



El litoral español frente al cambio climático: necesidad de una gestión adaptativa e integrada

España, como país peninsular con dos archipiélagos principales y territorios insulares y costeros como Ceuta y Melilla, **cuenta con más de 10.600 km de costa**. Esta franja litoral alberga al 39,4 % de la población y concentra una parte significativa de la actividad económica nacional. Destaca el turismo costero, que en 2022 aportó en torno al 12 % del PIB y generó más de 2,5 millones de empleos. Además del valor económico, los ecosistemas litorales suministran servicios esenciales como la protección frente a temporales, la regulación hídrica o la conservación de la biodiversidad.

Sin embargo, las dinámicas de desarrollo urbano, industrial y turístico que se han intensificado en las últimas décadas han elevado la vulnerabilidad del litoral. A la presión urbanística y la sobreexplotación de los recursos se suman los efectos del cambio climático, con impactos como la subida del nivel del mar, el aumento de la temperatura y la acidificación del océano, y la mayor frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos. Estos factores alteran profundamente la estabilidad de los sistemas costeros y comprometen su capacidad de adaptación.

Tal y como se recoge en el informe **“La protección de la costa en España: diagnóstico de la situación actual”** (MITECO, 2023), durante años se asumió erróneamente que la costa era un elemento estable. Sin embargo, el conocimiento científico ha evidenciado que se trata de un sistema dinámico, sometido a procesos de cambio natural y a alteraciones derivadas de actividades humanas. La modificación de la línea de costa, la desaparición de dunas y marismas, la construcción de infraestructuras y la disminución del aporte sedimentario fluvial han contribuido a un aumento de la erosión y del riesgo de inundación, reduciendo la capacidad de respuesta del territorio ante perturbaciones climáticas. La costa es un espacio de confluencia de usos, actividades,

usuarios e intereses diversos, un espacio estratégico de oportunidad que debemos empezar a rediseñar para evitar imprevisibles efectos en cascada en el ámbito biofísico económico y social.

Entre los principales impactos asociados al cambio climático en la costa destacan la pérdida de playas, el retroceso del litoral, la salinización de acuíferos, la pérdida de humedales costeros y el desplazamiento de especies. Estos efectos no solo afectan al equilibrio ecológico, sino también a la economía local (turismo, agricultura, pesca) y a la calidad de vida de la población residente. En escenarios futuros, la continuidad de estas tendencias podría acarrear graves consecuencias sobre las infraestructuras, los servicios y la seguridad de los asentamientos costeros.

Ante este panorama, es necesario avanzar hacia un enfoque preventivo, estructural y estratégico en la gestión de la costa. Las medidas actuales, basadas en respuestas puntuales y paliativas, no son suficientes. Se requiere una planificación adaptativa que integre a todos los niveles de la administración pública, al sector productivo, a la comunidad científica y a la sociedad civil, con el objetivo de aumentar la resiliencia del litoral, proteger sus servicios ecosistémicos y garantizar la seguridad y el bienestar de la población ante los retos del cambio climático.



Las soluciones basadas en la naturaleza, aliadas para la resiliencia climática

Dentro de las posibles medidas a tener en cuenta las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) son una oportunidad para alinear los objetivos ambientales y de resiliencia climática. El impulso de estas soluciones sostenibles para la protección costera está creciendo por la necesidad urgente de evitar una mayor pérdida de biodiversidad, ganar servicios ecosistémicos y dar cumplimiento a los objetivos de adaptación y mitigación al cambio climático.

Hasta ahora, la mayor parte de las acciones de prevención se han basado en la construcción de soluciones llamadas grises, como diques y rompeolas. Sin embargo, de forma más reciente, los gestores de las áreas litorales han comenzado a explorar la introducción SbN como una alternativa sostenible para abordar los riesgos climáticos en las zonas litorales.

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) son enfoques que reducen los riesgos asociados a inundaciones y erosión mediante la protección, restauración y gestión sostenible de los ecosistemas costeros. También incluyen la incorporación de infraestructuras que replican o complementan los procesos ecológicos naturales. Estas soluciones permiten aumentar la resiliencia de los entornos litorales y ofrecen una estrategia eficaz, rentable y adaptable para la gestión de riesgos climáticos, aportando además múltiples beneficios adicionales, como la mejora del hábitat, el acceso a espacios recreativos y la calidad del agua.

Entre las intervenciones más representativas se encuentra la restauración de dunas, que refuerza la defensa natural frente a la erosión costera; la creación de humedales artificiales, capaces de depurar contaminantes y albergar biodiversidad; y la conservación de bosques de ribera, esenciales para regular el régimen hídrico, proteger márgenes fluviales y mantener la funcionalidad ecológica de los ríos. Estas soluciones ya están siendo aplicadas en numerosos proyectos con resultados positivos.

A través de esta publicación queremos destacar algunos proyectos que están trabajando con este tipo de soluciones para la adaptación al cambio climático en la zona que abarca el Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT). Hemos identificado ejemplos donde las soluciones basadas en la naturaleza forman parte de las actuaciones que se han llevado a cabo.

Sabemos que no son las únicas, pero queremos poner en valor, a través de esta selección, los beneficios añadidos que este tipo de soluciones tienen cuando es posible y se decide aplicarlas.





Inspirar el cambio desde la experiencia y el conocimiento compartido

Una de las principales reclamaciones de los profesionales que se dedican a abordar la adaptación al cambio climático en la costa, es la necesidad de generar espacios donde compartir los desafíos a los que se enfrentan y generar procesos de aprendizaje conjunto.

Para este fin, además de generar esta publicación que es una forma de dar a conocer y compartir públicamente una de las relaciones de proyectos españoles de adaptación costera más relevantes, se organizó un encuentro celebrado en el mes de mayo de 2025 en Madrid, impulsado por la Fundación Conama, para reflexionar colectivamente sobre cómo las SbN pueden reforzar la resiliencia costera y los retos a los que este tipo de proyectos se enfrentan.

El encuentro reunió a profesionales de distintos sectores, incluidos varios de los responsables del desarrollo de dichos proyectos, lo que permitió recopilar información actualizada, relevante y directamente vinculada a la realidad de los territorios y contó con una amplia y destacada participación de actores clave procedentes de distintos sectores y niveles de gestión. Entre los mismos se encontraban representantes del: MITECO a través de la Subdirección General para la Protección de la Costa de la Dirección General de la Costa y el Mar, la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación y la Oficina Española de Cambio Climático, los ayuntamientos de Bakio, Vilanova i la Geltrú y de Calviá, el Cabildo de Gran Canaria, La Diputación de Barcelona, el Gobierno de Canarias, el Gobierno Vasco, el IMEDEA, el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, el CEDEX, la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) o las empresas INECO, Veolia y Tysa, entre otros. Esta diversidad de perspectivas fortaleció el análisis colectivo y fomentó un espacio de colaboración interinstitucional.

A través del intercambio de experiencias, se identificaron barreras estructurales, se compartieron aprendizajes y se propusieron caminos para avanzar hacia una adaptación más efectiva e inclusiva, con una fuerte componente social y de integración de la participación ciudadana en la concepción y desarrollo de los proyectos.

Las principales conclusiones las exponemos a continuación.

1. La gran complejidad de intereses en la costa obliga a mejorar la gobernanza

Las SbN no son solo intervenciones ecológicas, son apuestas por una nueva forma de entender la relación entre sociedad y territorio. Sin embargo, su implementación enfrenta obstáculos como la complejidad administrativa, la falta de datos integrados, la complejidad de actores e intereses en las áreas litorales, la dificultad de aceptación social de determinadas soluciones, incluso su judicialización o la dificultad de financiación. Estos retos, lejos de ser frenos, son oportunidades para repensar nuestras estructuras de gobernanza, mejorar la planificación territorial y fortalecer la participación ciudadana.

Es importante y necesario que los proyectos de adaptación al cambio climático en la costa cuenten con procesos sólidos de participación ciudadana, para una mejor comprensión y aceptación de las soluciones adoptadas. Es necesario cuidar la calidad de estos procesos, la información y comunicación generada, además del diseño de procesos de participación que permitan alimentar los diagnósticos de los proyectos y tengan en consideración las necesidades sociales en los diseños, además de cuidar el reporte de lo considerado en el proyecto.

Es clave, cómo transmitir conceptos como las SbN, los servicios ecosistémicos, la adaptación al cambio climático, la necesidad de ecosistemas funcionales, cómo comunicar las actuaciones que promueven la retirada controlada de la línea de costa, las consecuencias de no actuar sobre las zonas en las que se interviene, etc. También cómo extraer ideas de la población y su conocimiento intuitivo, cómo concitar el interés, cómo superar las resistencias, cómo identificar y activar a los actores clave de una población, cómo mostrar o visualizar las soluciones o cómo reportar los resultados.

2. El reto: ir más allá del dominio público involucrando la propiedad privada

Todos los proyectos que se están desarrollando, salvo algunas excepciones, están involucrando a terrenos de carácter o dominio público. Si bien hay muchas fronteras que superar, sin duda, una de las más complejas y habituales es el cómo involucrar e incentivar a la propiedad privada en los proyectos de adaptación a la costa, para ampliar el ámbito territorial que marca la propiedad pública y el Dominio Público Marítimo Terrestre.

Este reto va a requerir de procesos innovadores y de la capacidad de contar en este tipo de intervenciones con nuevos expertos como: juristas, economistas, fiscalistas, gestores inmobiliarios, registradores de la propiedad, secretarios municipales, etc.

3. Más allá de la implementación: innovación en el mantenimiento de las SbN

El diseño de los proyectos es clave para encontrar y desarrollar las soluciones adecuadas. No obstante, hay que tener en cuenta que éstos no acaban en su ejecución, sino que es necesario otorgar importancia a su continuidad, a lo que pasa después, con la fase de mantenimiento y establecer un sistema de monitorización, evaluación y adaptación constante ante un entorno que también es cambiante.

El análisis de datos de los proyectos va a permitir extraer conclusiones de las distintas soluciones, de las necesidades de mantenimiento, de la capacidad de resiliencia climática ante distintos episodios y los resultados que se obtienen en el suministro de los distintos servicios ecosistémicos que se buscan, lo que redundará en la adecuada valoración, replicabilidad y futuras mejoras.

4. Generación de consensos

Una de las principales conclusiones extraídas es la necesidad de construir consensos en torno a la visión compartida del litoral: cómo se perciben los impactos del cambio climático en este entorno y qué soluciones se consideran viables y socialmente aceptables para abordar sus problemáticas.

Avanzar hacia estos consensos resulta clave para facilitar la adopción de políticas y medidas de adaptación al cambio climático en la costa, especialmente en ámbitos como la ordenación territorial y urbanística, la planificación de infraestructuras, el impulso a la innovación, la colaboración público-privada y la participación social en los proyectos y decisiones que se lleven a cabo.

Para ello, es necesario abrir espacios de reflexión que aborden de forma conjunta aspectos como: la visión presente y futura de la costa —incluidos sus paisajes, ecosistemas y usos socioeconómicos—, el valor de los servicios ecosistémicos que proporciona, la identificación compartida de los riesgos y las soluciones posibles (reconociendo que no siempre existe consenso sobre ellas por los costes o implicaciones que conllevan), la adaptación al cambio climático como oportunidad para generar beneficios añadidos, y la necesidad de establecer objetivos claros de adaptación basados en el conocimiento científico, sin obviar criterios sociales y económicos. Alcanzar estos consensos exige un trabajo continuado, con recursos adecuados, espacios estables de diálogo y un esfuerzo en educación y sensibilización que permita avanzar hacia decisiones informadas y ampliamente respaldadas.

5. Un futuro que se construye gracias a la corresponsabilidad

Si algo queda demostrado es que la adaptación al cambio climático no es tarea de unos pocos. Es un esfuerzo colectivo que necesita del conocimiento científico, la experiencia técnica, la voluntad política y la implicación social y del tejido económico. La diversidad de actores necesarios (administraciones públicas, universidades, empresas, ONGs, tejido asociativo, etc.) muestra el potencial transformador de la colaboración interinstitucional y su corresponsabilidad.

Es necesario superar el mero reparto de competencias, derechos y deberes entre actores, para caminar hacia una corresponsabilidad entre ellos, en las que, en ocasiones, para que un actor consiga ejercer sus responsabilidades y alcance los objetivos, es necesario salir de su ámbito competencial para ayudar a otros a que apliquen las suyas, respetando su autonomía.

Necesitamos narrativas que inspiren, datos que orienten y alianzas que impulsen. Las SbN no son solo una herramienta técnica, son una oportunidad para construir un futuro de nuestros territorios costeros más seguros al ser más resilientes y con mayor salud y calidad de vida, al promover los servicios ambientales y funcionalidad de los ecosistemas.





Proyectos de aplicación de SbN en la costa



ConviveLIFE

Integración de las actividades humanas en los objetivos de conservación de la red Natura 2000

Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria



SBN aplicadas

Regeneración del flujo mareal.



Actuaciones

- Contactos con las administraciones y usuarios del entorno.
- Retirada parcial de un dique, hasta cota del terreno, para restaurar la dinámica mareal.
- Instalación de una zona de paso pedestre, accesible durante la bajamar.

[Web del proyecto](#)

El objetivo general del proyecto es promover la integración del desarrollo antrópico en los objetivos de conservación de los espacios estuarinos que forman parte de la red de espacios protegidos Natura 2000, mediante el desarrollo de actuaciones que garanticen el uso antrópico del espacio a la vez que favorezcan la restauración de los ecosistemas y dinámicas naturales.

El estuario de Oyambre (Cantabria), integrado en el Parque Natural de Oyambre y ZEC Rías Occidentales, ha sufrido una alteración histórica del flujo mareal debido a la existencia de una antigua plantación forestal (ya retirada), lo que favoreció la proliferación de la especie invasora *Baccharis halimifolia*. El dique de cierre, además, era utilizado por la población para el acceso a la playa adyacente durante la época estival.





Autor: IHCantabria

El **proyecto CONVIVE LIFE** surgió con el objetivo de **demostrar la posible convivencia entre la actividad humana y la conservación de los ecosistemas estuarinos**, de modo que una gestión sostenible nos permita garantizar el desarrollo socioeconómico del entorno.

Para ello, **se basó en actuaciones de demostración en cuatro estuarios cantábricos** en las que, a través de la restauración de los bienes y servicios ecosistémicos estuarinos, se abordaron problemáticas relacionadas con: la contaminación derivada de una explotación de acuicultura, la eutrofización de las aguas asociadas al embalsado de un molino de mareas y la colonización de la especie invasora *Baccharis halimifolia*.

En el estuario de Tina Menor, en el que se localizaba una piscifactoría especializada en la cría de alevines de lubina y dorada, se diseñó un sistema de tratamiento experimental para complementar el tratamiento del vertido de sus aguas residuales a la ría.

Así, tras el desarrollo de un estudio comparado entre sistemas de depuración basados en humedales naturales y artificiales, se diseñó un filtro verde en flotación, con vegetación de marisma característica de hábitats estuarinos de interés comunitario (*Juncus maritimus* y *Halimione portulacoides*). A través de esta actuación se demostró el valor de la vegetación estuarina para la mejora de la calidad de las aguas gracias a la captura de nutrientes (40% de reducción de fosfatos y nitrógeno inorgánico) y sólidos en suspensión. Como resultado de este proyecto, este filtro verde para aguas salobres ha sido patentado por Phytobatea SL.



Las acciones del proyecto

En los estuarios de Oyambre, Tina Menor y laguna de Victoria, se testaron diversos métodos de tratamiento de la especie invasora *Baccharis halimifolia*, basados en el control químico de la especie, su tratamiento mecánico (desbroce y tala) y la aplicación de un tratamiento experimental con base en la aplicación de sal y salmuera, lo que permitió poner a punto los protocolos de gestión de esta especie en Cantabria.

En el estuario de Oyambre, en el que la especie llegó a colonizar aproximadamente el 40% del estuario favorecida por la presencia de diques, el control de la especie invasora se complementó con la restauración de la dinámica natural de inundación mediante la retirada del dique situado en la bocada estuarina. Esta regeneración de las dinámicas permitió controlar su rebrote y evitar, en gran medida, la germinación del banco de semillas existente en el sedimento.

La retirada de este dique conllevó un proceso de consulta con administraciones públicas, lo que puso de manifiesto la necesidad de restaurar los flujos naturales, pero asegurando el mantenimiento del acceso pedestre a la playa adyacente. Por ello, se procedió a la retirada del material del dique hasta la cota de terreno actual, manteniendo un paso artificial sobre la canal principal del estuario. En las marismas de Joyel se localiza el molino de mareas de Santa Olaja, el cual tiene un uso educativo y de puesta en valor del patrimonio etnográfico mediante la demostración de su funcionamiento tradicional con la fuerza de las mareas. Sin embargo, el embalsado de agua necesario para el funcionamiento tradicional de la infraestructura ocasionaba la proliferación de macroalgas oportunistas en la laguna del molino.

Tratamientos de la especie invasora *Baccharis halimifolia* con base en la aplicación de salmuera y métodos químicos.



Humedal artificial con vegetación de marisma construido para la mejora de la calidad de aguas estuarinas.





Imagen de la laguna del molino de Santa Olaja al inicio de las actuaciones del proyecto CONVIVE LIFE y tras el desarrollo de las actuaciones de limpieza y mejora de la dinámica mareal.

Resultados

Tras el desarrollo de un estudio de dinámica de inundación y la retirada inicial de las macroalgas depositadas en el fondo de la laguna, se elaboró una propuesta de calendario de funcionamiento del molino que permitiera optimizar los periodos de demostración y el mantenimiento de los flujos naturales del estuario y se procedió a recuperar parte del flujo mareal mediante la instalación de compuertas en los antiguos tajamares del molino. Estas compuertas permiten la entrada de agua durante las pleamares y mejoran el vaciado de las lagunas durante los periodos de no funcionamiento del molino, lo que facilita el movimiento de las aguas y dificulta la proliferación de macroalgas.



Retirada del dique existente en la desembocadura del estuario de Oyambre, para la restauración de la dinámica mareal, manteniendo el paso pedestre durante la bajamar.

Bakio, la adaptación al cambio climático como oportunidad

Reconfiguración y restauración del tramo urbano del río Estepona y creación de dos parques públicos inundables

Ayuntamiento de Bakio / Agencia Vasca del Agua (URA)



SBN aplicadas

Recuperación de marismas y sistemas fluviales.

Protección de acuíferos litorales.



Actuaciones

- Creación de dos llanuras de inundación fluvial/marina de 5 has (recuperación de antigua marisma y bosque inundable).

- Plantación de 600 árboles y 3.200 arbustos y plantas (aliseda cantábrica o marismas costeras).

- Creación de charcas para anfibios.

- Traslado de excedentes de tierra para restauración ambiental de cabeceras fluviales.

- Red de monitoreo de condiciones del acuífero.

- Desarrollo de protocolo de emergencias municipal.

Las actuaciones de adaptación del núcleo urbano persiguen tres objetivos fundamentales:

- Disminuir el grave riesgo de inundación fluvial y marina que afecta al núcleo urbano.

- Recuperar la relación con el territorio recuperando distintos ecosistemas naturales en el núcleo urbano y protegiendo las condiciones del acuífero litoral.

- Mejorar la calidad de vida de la ciudadanía generando espacios públicos de calidad.

Se está trabajando simultáneamente en varios proyectos de reconfiguración del río, entre los que destaca la creación de dos grandes parques inundables. El núcleo urbano de Bakio está construido principalmente sobre las llanuras aluviales del río Estepona y sobre los sistemas dunares de la playa. Presenta un gravísimo riesgo de inundación fluvial y marina, así como unas condiciones de biodiversidad urbana muy empobrecidas.





En el año 2016, **Bakio** se encontraba con una realidad social, económica y urbanística fuertemente lastrada por el modelo socio-económico previo basado en el modelo de turismo y urbanismo de sol y playa, que había generado importantes desajustes sociales y ambientales.

Con motivo del inicio de la revisión del Plan General, **se inició un importante proceso de reflexión participativo sobre cuál debía ser el posicionamiento estratégico** de Bakio. Fruto de dicha reflexión se asumió un nuevo modelo, denominado BAKIO SIN PRISAS, caracterizado por la búsqueda de un modelo socio-urbanístico no estacional, pensado para todo el año y por la necesidad de reacoplamiento del pueblo con su territorio. En dicha necesidad de reacoplamiento cobró especial importancia la singular condición de Bakio como **municipio extraordinariamente vulnerable al cambio climático**.

Bakio presenta unas características que lo hacen particularmente vulnerable al cambio climático, como son el grave riesgo de inundación fluvial de la practica totalidad de su núcleo urbano principal, la problematica de inundabilidad marina de su frente urbano litoral y de regresión de los acantilados costeros urbanos o el alto riesgo de incendio asociado a la cubierta forestal homogénea (eucalipto) de la práctica totalidad de su territorio. También cabe destacar algunas de sus fortalezas como su gran potencial de recursos propios en energía o en agua (cuenta con acuífero propio).



Con este punto de partida, se planteó la necesidad de dar un enfoque innovador a las distintas problemáticas, de modo que las transformaciones necesarias para darles respuesta supusieran mejoras transversales en el ámbito social y medioambiental. Las mismas se plasmaron asimismo en el Plan de Adaptación al Cambio Climático redactado por el municipio en el año 2018.

Fruto de este planteamiento surgieron varias líneas de trabajo, apoyadas por grupos de trabajo ciudadanos, en relación al nuevo modelo de pueblo, relacionadas con el cambio climático, tanto en lo relativo a la mitigación como a la adaptación. Entre las mismas cabe destacar:

- **Redefinición del modelo urbanístico.**
- **Redefinición del modelo energético y de movilidad.**
- **Redefinición del modelo forestal.**
- **Redefinición de la cuenca fluvial** del Estepona, de su acuífero, y de la relación con el litoral.

Para el desarrollo de todas ellas, desde la escala local de un pueblo pequeño, se decidió apoyarse en las siguientes directrices:

- Búsqueda de **actuaciones trasnversales e interescales.**
- **Participación ciudadana** en cada fase y **consenso político.**
- Compaginar **planificación global con ejecución** (en cada una de las líneas se han ido ejecutando actuaciones parciales en paralelo a la planificación).
- **Concertación con otras administraciones y colaboración con expertos** de nivel contrastado.



Proceso participativo PGOU de Bakio. Autor: AT Clave.



Reconfiguración del tramo urbano del río Estepona mediante soluciones basadas en la naturaleza



Izquierda: Río Estepona encauzado en Bakio. Autor: SCIA Sangalli.

Derecha: Estudio hidráulico y ambiental río Estepona en Bakio. Autor: UPC-EHU/UPC.

Las actuaciones de reconfiguración del río Estepona surgen de la colaboración entre el Ayuntamiento de Bakio y la Agencia Vasca del Agua para resolver las condiciones de inundabilidad del Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación ES-018BIZ-BUT-04, que incluye el río Estepona a su paso por el casco urbano de Bakio. Una parte muy importante del núcleo urbano se encuentra en zona inundable, muy ampliamente afectada por la zona de flujo preferente y los periodos de retorno T10 y T100.

Aunque el Ayuntamiento de Bakio disponía de proyectos de encauzamiento del Estepona en el núcleo urbano, los mismos se basaban en actuaciones duras de canalización de los cauces en hormigón. Se entendió que dichos planteamientos no eran compatibles con los objetivos ambientales establecidos en el Plan Hidrológico, con las restrategias ambientales, ni con el modelo de pueblo que Bakio deseaba impulsar.

A partir de ahí, se inició una intensa colaboración entre administraciones para buscar soluciones a la inundabilidad aumentando el capital natural y paisajístico del núcleo urbano, con el objetivo de desarrollar para Bakio un tratamiento alternativo, orgánico y adaptado ambientalmente.

En los objetivos y criterios generales del planeamiento del PGOU de Bakio, surgen como uno de los principales objetivos del futuro planeamiento la

reconciliación de Bakio con el entorno privilegiado en que se ubica y a espaldas del cual ha crecido. En dicha transformación se configura el río Estepona y sus distintas zonas naturales o urbanas de inundación asociadas, que se propone no artificializar en ningún caso, como un elemento clave para la recuperación de la calidad urbana y ambiental del municipio.

Dada la complejidad de las particulares interacciones mar-río en el Estepona, no analizables por medios convencionales, incluido el conocido fenómeno de la ola fluvial del Estepona, se procedió a la contratación de un estudio especializado. Dicha solicitud se plasma en la suscripción de un Convenio entre el Ayuntamiento de Bakio, la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y la Universidad del País Vasco (UPV) para el desarrollo de un Estudio Ambiental e Hidráulico del río Estepona.

El citado estudio, establece medidas de mejora hidráulica y ambiental para cada ámbito del río, abogando por sustituir las actuaciones duras previstas en los cauces por actuaciones blandas integradas ecológicamente (soluciones basadas en la naturaleza). Se propusieron hasta 9 actuaciones distintas de las que hay 5 ejecutadas o en desarrollo. La principal actuación planteada es una actuación conjunta en los tramos 2 y 3, mediante la creación de dos llanuras de laminación de inundaciones en los parques públicos de Bakea y Solozarre.

Creación de marisma interior y bosque inundable en núcleo urbano de Bakio

Esta actuación se desarrolla en dos parques urbanos centrales del municipio que no se llegaron a urbanizar completamente en los que se plantea la creación de llanuras de inundación de gran superficie que mejoren las condiciones de inundabilidad del núcleo urbano. Se busca dotar al cauce del río Estepona de un mayor espacio que contribuya a reducir el riesgo de inundación en zonas ocupadas, potencie el desarrollo de hábitats y contribuya a aumentar su resiliencia.

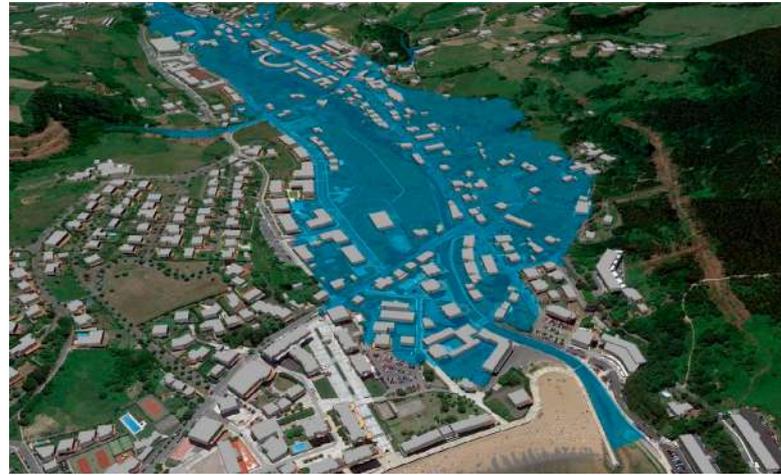
El proyecto ha sido redactado por Scia Sangalli SL con la colaboración de Ambientalía 21 y Aranzadi, y ha sido incluido en el proyecto LIFE Urban Klima 2050 liderado por Ihobe. El proyecto plantea la demolición de los encauzamientos previos ejecutados en hormigón, algunos altamente problemáticos, devolviendo amplias superficies de territorio a las dinámicas fluviales, mediante actuaciones blandas y de bioingeniería.

Los objetivos de la serie de actuaciones citadas son las siguientes:

- **Mejorar las condiciones de inundabilidad del centro urbano de Bakio**, cuyo centro se encuentra en su práctica totalidad incluido en zona inundable, cuya problemática mejora notablemente con dicha actuación combinada (fruto de esta actuación se espera una reducción de la superficie afectada por el T100 en un 90%).

- **Adaptación al cambio climático mediante la creación de zonas inundables litorales.** Planteamiento de una alternativa a las condiciones inundabilidad adaptada a las particulares relaciones mar-río y al fenómeno de la ola fluvial del Estepona que causa periódicamente importantes daños materiales.

- **Creación de dos parques públicos abiertos** a la ciudadanía de alta calidad de urbanización y equipamiento.



Arriba: Avance PGOU de Bakio. Simulación avenida T500 en núcleo urbano de Bakio. Autor: AT Clave.

Abajo: Anteproyecto marisma interior para control de inundaciones en Bakio. Autor: SCIA Sangalli.

- **Mejora de las condiciones de biodiversidad del entorno urbano** ligada a la creación de dicha marisma interior así como los derivados de la restauración ambiental del entorno fluvial en sus distintos tramos. Eliminación del importante foco de flora invasora existente (*Acacia dealbata* y *Acacia melanoxylon*).

- **Reutilización de los excedentes de tierras limpias generados para la restauración ambiental** de cabeceras fluviales deterioradas por la explotación forestal intensiva de eucalipto. Solución a la problemática de contaminación de suelo existente en el parque de Solozarre por vertidos previos.

Plan de adaptación del acuífero y protocolo de emergencia



Resulta imprescindible destacar dos actuaciones complementarias de crucial importancia para Bakio:

Redacción del Plan de Adaptación del Acuífero de Bakio al cambio climático. En colaboración con la UPV-EHU se está realizando un estudio detallado del acuífero mediante la colocación de sistemas de monitorización de sus condiciones asegurando su conservación (identificando zonas de recarga, evitando su contaminación o salinización, etc) y mejorando las posibilidades de abastecimiento agua del municipio de Bakio en circunstancias climáticas no previsibles.

Establecimiento de mecanismos de aprendizaje, adaptación al riesgo y alerta temprana ante el previsible aumento del nivel del mar y el incremento de la fuerza de los fenómenos meteorológicos. En paralelo a la realización de estas actuaciones se está redactando un Protocolo de Emergencias municipal en colaboración con Euskalmet (Agencia Vasca de meteorología).

Cabe concluir que, para Bakio, la adaptación del pueblo al cambio climático, ha supuesto una oportunidad para la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.



Anteproyecto marisma interior para control de inundaciones en Bakio.
Autor: SCIA Sangalli.



Adaptar los estuarios al cambio climático

Restauración ambiental del estuario superior del Oka

Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Gobierno Vasco



SBN aplicadas

Restauración de marismas y hábitats intermareales.

Eliminación de diques y barreras artificiales.

Control y erradicación de especies invasoras.



Actuaciones

- Utilización de evidencias científicas en la planificación y acción.

- Eliminación de diques y rellenos que impiden el flujo mareal.

- Restauración de la conectividad fluvial y estuarina.

- Control de especies exóticas.

[Web del proyecto](#)

El proyecto de restauración ambiental del estuario superior del Oka tiene como objetivo principal recuperar la funcionalidad ecológica del estuario mediante la restauración de su conectividad hidrológica y de su patrimonio natural.

Se trata de implementar una medida de adaptación al cambio climático que utiliza una Solución basada en la Naturaleza (SbN) e integra el conocimiento científico en la planificación y acción pública.

Esta actuación responde a la necesidad de mitigar los efectos del ascenso del nivel del mar sobre los ecosistemas estuarinos generados por el cambio global en curso, revertir siglos de transformación antrópica (diques, rellenos, especies invasoras) y promover la conciliación del desarrollo económico y social sostenible y la conservación de la naturaleza del territorio, lo cual se considera imprescindible para conseguir el bienestar humano.

El estuario de Oka se sitúa en Bizkaia (País Vasco) y está calificado como un humedal perteneciente al convenio internacional de RAMSAR que tiene como objetivo proteger y restaurar estas zonas de importancia global. Además, este humedal pertenece a la red para la conservación de la naturaleza europea Natura 2000 (Zona de Especial conservación Para las Aves -ZEPA- y Zona Especial de Conservación -ZEC-), y está zonificado por la Ley especial para la protección y ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai 5/1989 como Área de Especial Protección.

El estuario y está considerado, por lo tanto, como **un ecosistema de gran importancia ecológica** para el planeta. Sin embargo, su zona superior ha experimentado transformaciones profundas desde, aproximadamente, el siglo XV, cuando cerca del 60% de su superficie original fue desecada, rellenada para usos agrícolas, industriales y urbanísticos y se construyó un canal artificial central en su zona superior que en la actualidad sirve como drenaje de fondo de las áreas cercanas acotadas. Estas **intervenciones históricas alteran radicalmente su dinámica natural y su funcionalidad ambiental** ya que dan lugar a la fragmentación de sus hábitats y afectan negativamente sobre su el estado de conservación favorable de su biodiversidad.



Vista aérea del estuario superior del Oka y de las zonas acotadas por diques. Se observa el canal natural a la izquierda, el canal artificial a la derecha. También se ven zonas de marisma en proceso de restauración mediante la inundación, margen izquierda del canal artificial y zonas ocupadas por vegetación invasora en su margen derecha. Autor: Servicio RB Urdaibai.

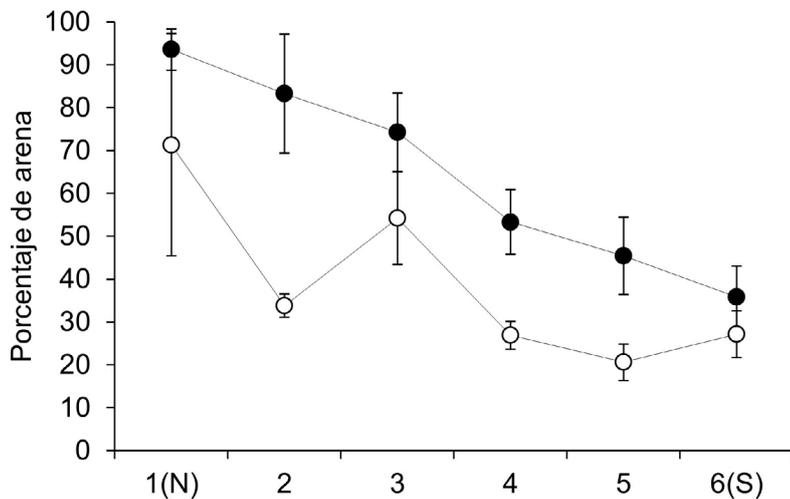


Además de esta presión histórica, el estuario enfrenta un reto derivado del cambio climático global, manifestado desde los años 1950 localmente en un ascenso constante del nivel del mar estimado por los científicos de la Universidad del País Vasco en 2 mm anuales. Este ascenso del nivel marino relativamente pequeño pero constante está inducido por las actividades humanas a escala planetaria y afecta directamente sobre los ecosistemas del estuario. Se está observando que los entornos intermareales limo-arcillosos y las marismas, que son zonas esenciales para la alimentación de múltiples especies y que actúan como amortiguadores naturales contra inundaciones y erosiones, se están colmatando paulatinamente con el paso del tiempo con arena procedente del mar que es introducida en el estuario por el oleaje y las corrientes mareales.

En circunstancias naturales los ecosistemas relativos a las llanuras fangosas se desarrollarían aguas arriba de su ubicación actual. Esto es, la totalidad de los ecosistemas se desplazarían poco a poco hacia el interior del valle para adaptarse al ascenso del nivel marino. Así, se dispondrían de norte a sur: (1) las



dunas y las llanuras arenosas intermareales, (2) las llanuras limo-arcillosas y (3) las marismas y los carrizales. Sin embargo, la existencia de diques y barreras construidas en torno a las áreas desecadas impide que el estuario realice esta migración natural. Estas infraestructuras limitan la capacidad del sistema estuarino para ajustarse al nuevo régimen hidrológico y amenazan con la pérdida irreversible de las zonas intermareales limo-arcillosas y la alteración profunda de procesos ecológicos claves principalmente relacionados con los hábitats y de las cadenas tróficas. La no intervención ante este escenario da lugar a graves consecuencias, incluyendo la pérdida de hábitats vitales para la fauna bentónica y aviar, la reducción de la biodiversidad vegetal autóctona y una mayor vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos.



Evolución del incremento de porcentaje de arena superficial en el estuario del Oka mostrada tomando como base el porcentaje de arena de 6 muestras recogidas en transectos realizados en la zona central de estuario (1.200 m) desde el norte (N) hacia el sur (S) en 2003 (círculos blancos) y en 2016 (círculos negros).

Autor: Arizaga et al., Journal of Nature Conservation, 2016).

SbN para la adaptación al cambio climático

Para afrontar este desafío, se presenta una solución basada en la naturaleza (SbN) que promueve la adaptación al cambio climático desde una perspectiva ecológica y funcional. Esta solución se apoya en un conocimiento científico robusto generado durante más de 25 años de investigaciones y monitorizaciones del estuario que está complementado con estudios que incluyen modelizaciones de escenarios futuros relacionados con la elevación del nivel del mar. Las principales medidas de adaptación climática basadas en la naturaleza que se propone aplicar en este proyecto son:

La eliminación de barreras

Se trata de retirar diques y otras infraestructuras que fragmentan el estuario y obstaculizan la dinámica natural de las mareas y sedimentación. Esta acción permite la recuperación del flujo hidrológico entre el río Oka y su estuario, facilitando la expansión y migración natural de los hábitats intermareales hacia zonas interiores, en respuesta al aumento del nivel marino.

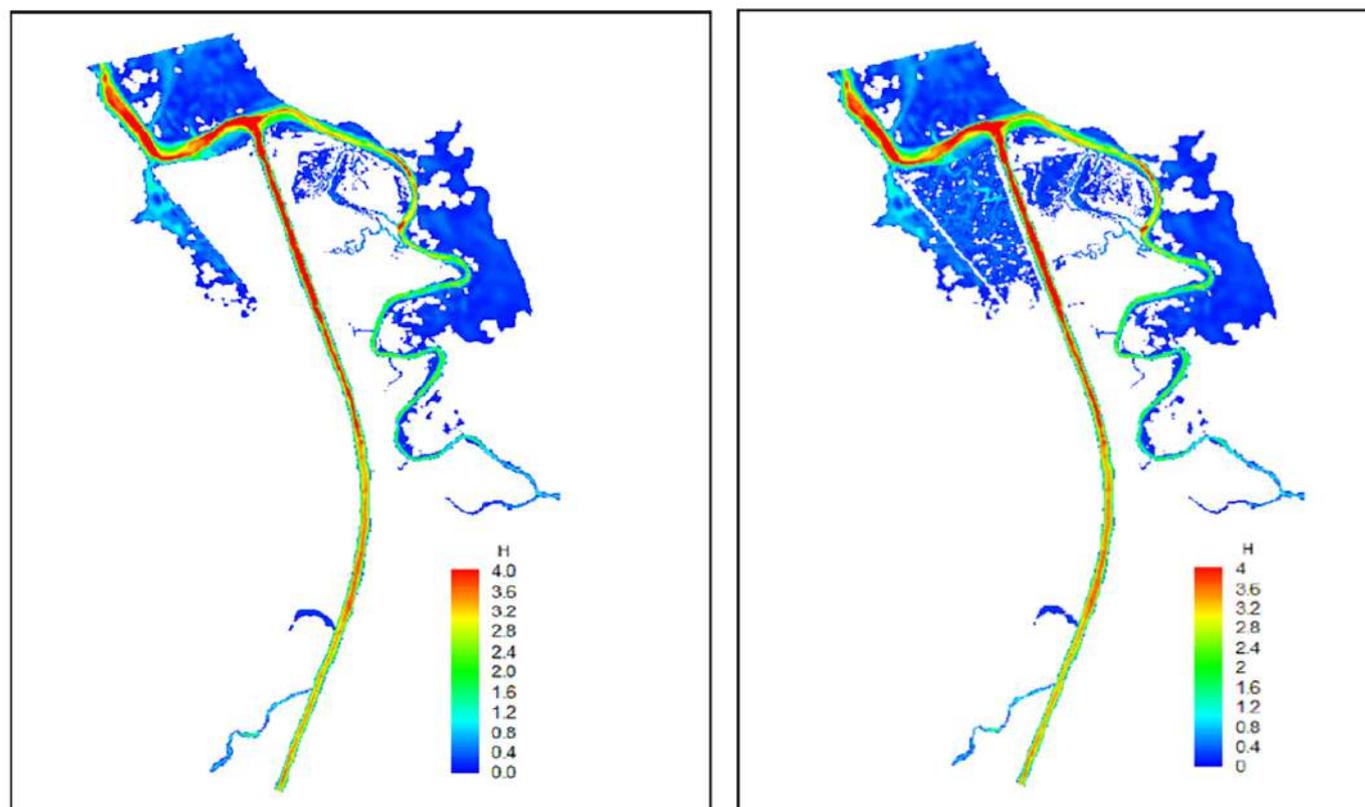
La restauración de la conectividad fluvial y estuarina

La reactivación de antiguos cauces y canales mejora la circulación de agua, sedimentos y nutrientes esenciales para el mantenimiento y regeneración de los ecosistemas estuarinos. Esta restauración contribuye a reforzar la resiliencia del estuario frente a variaciones ambientales y climáticas.

El control de especies invasoras

Específicamente, la gestión y eliminación progresiva mediante la inundación de la especie *Baccharis halimifolia* —una especie exótica invasora que altera la estructura y función del ecosistema de marismas—, permite la recuperación de las comunidades vegetales nativas, favoreciendo procesos ecológicos que mejoran la capacidad de adaptación del sistema al cambio climático.

Estas medidas se enmarcan en un **modelo de Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC)** que integra la conservación de la biodiversidad, la restauración ecológica y la adaptación al cambio climático, poniendo el énfasis en soluciones basadas en la naturaleza para mitigar riesgos y favorecer la resiliencia ambiental.



Resultado de la simulación de la inundación del estuario superior del Oka en el supuesto de la retirada del dique de la margen izquierda del canal artificial (la denominada "Muna de Murueta") del estuario superior. A la izquierda la inundación actual, a la derecha la inundación prevista.



Lecciones aprendidas



Este proyecto es un claro ejemplo de cómo la ciencia puede ayudar a la gestión ambiental para enfrentar los efectos del cambio climático. Al eliminar las barreras físicas y restablecer la dinámica natural, se permite que el estuario se adapte por sí mismo a las nuevas condiciones. El aumento del nivel del mar es uno de los mayores desafíos para las zonas costeras y estuarinas a escala planetaria, y la experiencia del estuario del Oka ofrece lecciones valiosas sobre cómo aplicar soluciones naturales para minimizar los impactos ambientales y sociales del cambio global.

En conclusión, la restauración integral del estuario del Oka no solo aborda las consecuencias históricas de las desecaciones, sino que anticipa y adapta el sistema a los desafíos futuros derivados del ascenso del nivel del mar. Este enfoque integrado y basado en soluciones naturales contribuye a preservar uno de los ecosistemas más valiosos del País Vasco, asegurando su funcionamiento ecológico y su capacidad de adaptación ante el cambio climático a largo plazo.

Espacios azules de Vilanova i la Geltrú

Recuperación de los ecosistemas litorales del municipio de Vilanova i la Geltrú

Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú (Servicio de Medio Ambiente)



SBN aplicadas

Regeneración de playas, sistemas dunares y humedales costeros.



Actuaciones

- Retirada de elementos antrópicos.
- Restauración geomorfológica.
- Gestión de la vegetación autóctona e invasora.
- Seguimiento de la fauna protegida
- Instalación de elementos para el uso público.
- Gobernanza con los agentes implicados.
- Sensorización y ciencia ciudadana.

[Web del proyecto](#)

El Ayuntamiento ha trabajado por la recuperación y conservación de su litoral desde el año 2004. Ha concentrado sus esfuerzos en tres zonas: Platja del Far, Platja de Ribes Roges y Platja Llarga, donde entre el 2018 y el 2023 se llevaron a cabo importantes restauraciones ambientales.

Actualmente, se ha comprobado que estas actuaciones han sido muy importantes no solo para la conservación de especies protegidas, sino también para la adaptación al cambio climático.

La participación en el proyecto SCORE ha contribuido a mejorar cualitativamente la gestión de estos espacios y a avanzar hacia un anillo verde/azul municipal.



AJUNTAMENT DE
Vilanova i la Geltrú



Vilanova i la Geltrú, municipio costero a 45 km al sur de Barcelona, **ha desarrollado en los últimos años una estrategia de restauración ecológica y adaptación al cambio climático centrada en su franja litoral**. Integrado entre el Parque Natural del Garraf y el espacio Red Natura 2000 “Costas del Garraf”, el municipio ha priorizado la recuperación ambiental de playas con alto valor ecológico, combinando acciones de conservación, participación ciudadana y soluciones basadas en la naturaleza (SbN). Esta apuesta se ha consolidado a través de su participación en el proyecto europeo SCORE, que aborda la resiliencia climática en ciudades costeras mediante enfoques científicos e innovadores.



Puerto de Vilanova i la Geltrú. Autor: Stuart Pearce/YachtShot

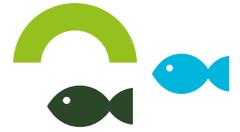


Ubicación de los espacios azules municipales. Autor: Ayuntamiento Vilanova i la Geltrú / ICC.

Lecciones aprendidas



El punto de partida para esta transformación ambiental se sitúa en 2004, con los primeros movimientos vecinales en defensa de la Platja Llarga y, una década más tarde, con la aparición del chorlito negro (*Charadrius alexandrinus*) en la Playa de Ribes Roges. Estos hitos motivaron al Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú, a través de su Servicio de Medio Ambiente, a diseñar e implementar un plan de restauración y naturalización de tres enclaves litorales estratégicos: Platja de Ribes Roges, Platja del Far y Platja Llarga.



Intervenciones en playas de alto valor ecológico

Platja de Ribes Roges

Se trata de la playa urbana principal, con gran afluencia turística y elevada presión antrópica. A partir de 1956, tras la construcción del puerto, su dinámica sedimentaria se vio alterada, favoreciendo el incremento progresivo de su superficie. En ella desemboca el torrente de Sant Joan, un elemento clave para su valor ecológico.

En 2018 se ejecutó una intervención de restauración basada en la fijación de dunas mediante obstáculos físicos, facilitando la formación natural del sistema dunar. Asimismo, se rediseñó el tramo final del torrente, creando un cauce más corto y estrecho, lo que favorece el drenaje y reduce la acumulación de aguas estancadas tras episodios de lluvia intensa.

Platja del Far

Ubicada al otro extremo del puerto, esta playa semiurbana de arena fina, de aproximadamente 900 metros de longitud, fue objeto de naturalización en paralelo con los trabajos en el torrente de Sant Joan. Se retiró un antiguo aparcamiento de tierra

y se restauró el entorno mediante la creación de dunas y la implantación de vegetación autóctona, mejorando su capacidad de adaptación y biodiversidad.

Platja Llarga

Esta playa conserva hábitats asociados a marismas y humedales, vestigios del antiguo sistema lagunar del Prat de Vilanova. Tras un largo periodo de abandono y usos impropios (vertedero de tierras y residuos), se inició un proceso de restauración ambiental con financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en 2023.

Los trabajos consistieron en la retirada de rellenos antrópicos de hasta dos metros de profundidad, recuperando la geomorfología original y permitiendo la reaparición de hábitats húmedos. Posteriormente, se reintrodujeron especies vegetales autóctonas, y se están desarrollando infraestructuras para compatibilizar el uso público con la conservación del ecosistema.

Balsas de la Platja Llarga.





Un cambio de paradigma: de la conservación a la resiliencia climática

Aunque inicialmente estas actuaciones respondían a objetivos de conservación y aumento de biodiversidad, con especial atención a especies amenazadas como el chorlitejo patinegro, su integración en el proyecto europeo SCORE (Smart Control of the Climate Resilience in European Coastal Cities) ha ampliado la perspectiva.

Vilanova i la Geltrú es uno de los diez *living labs* del proyecto, una iniciativa internacional compuesta por 28 socios (instituciones, universidades y centros de investigación), que busca entender y mejorar la resiliencia de las ciudades costeras europeas frente al cambio climático. El proyecto, en marcha desde 2021 y hasta mediados de 2025, ha puesto de relieve **tres pilares esenciales** para una gestión costera resiliente:

Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

La restauración de playas, humedales y sistemas dunares no solo cumple con objetivos conservacionistas, sino que se ha revelado como una herramienta clave de adaptación al cambio climático. Estas SbN permiten mitigar los efectos del aumento del nivel del mar, reducen el impacto de eventos extremos y fortalecen la funcionalidad ecológica del litoral.



Balsas de la Platja Llarga.

Sensorización y seguimiento

La aplicación de SbN introduce incertidumbres inherentes a su evolución a largo plazo y su efectividad ante escenarios climáticos cambiantes. Por ello, el uso de sensores para el monitoreo ambiental en tiempo real se ha convertido en un elemento estratégico. Estos dispositivos permiten adaptar la gestión de manera ágil y fundamentada, reduciendo la dependencia de evaluaciones periódicas más costosas y menos dinámicas.

Living labs y ciencia ciudadana

El componente social es fundamental. Involucrar a la ciudadanía mediante ciencia ciudadana y procesos participativos es crucial para legitimar la inversión pública y fomentar la comprensión de que las soluciones climáticas no son definitivas, sino procesos adaptativos. El proyecto SCORE ha evidenciado la necesidad de reforzar la divulgación ambiental y de construir una relación más sólida entre ciencia, política pública y comunidad local.



Balsas de la Platja Llarga.

Retos actuales y visión de futuro

A pesar de los logros alcanzados, los principales desafíos actuales se centran en dos aspectos clave: garantizar el mantenimiento económico de los espacios restaurados y mejorar la comprensión social del valor ecológico de estas áreas.

La justificación de estas acciones se apoya en los múltiples servicios ecosistémicos que ofrecen: regulación hídrica, control térmico, mejora de la calidad del aire, espacios para el ocio saludable, cohesión social y, sobre todo, soporte para la biodiversidad urbana. Además, estos entornos funcionan como barrera natural frente a plagas, enfermedades y efectos adversos del cambio climático.

Por ello, el Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú ha asumido un enfoque de gestión integrada, que busca consolidar una red de infraestructura azul urbana y periurbana. Esta red estará compuesta por espacios naturales y seminaturales, conectados funcional y ecológicamente, y trabajará para formar un anillo verde-azul que estructure la resiliencia ambiental del municipio.

Conclusión

La experiencia de Vilanova i la Geltrú demuestra cómo los procesos de restauración ambiental local pueden evolucionar hacia estrategias integrales de adaptación climática. La combinación de conservación, tecnología y participación ciudadana se revela como una vía sólida para afrontar los retos climáticos, mejorar la calidad de vida urbana y recuperar la funcionalidad ecológica de los entornos costeros.



Delta del Ebro

Illa de Mar y l'Embut los humedales de depuración del Delta del Ebro

Demarcación de Costas en Cataluña (Tarragona)



SBN aplicadas

Humedales artificiales de depuración.



Actuaciones

- Planificación, diseño y construcción de dos humedales artificiales de flujo superficial (Illa de Mar y l'Embut) sobre antiguos arrozales.
- Gestión hidráulica y mantenimiento continuado de los humedales de depuración.
- Implementación de un programa de seguimiento ambiental (calidad del agua, biodiversidad, vegetación, fauna).
- Participación en proyectos de investigación y educación ambiental.
- Promoción del turismo sostenible y divulgación de los humedales de depuración.

El objetivo principal del proyecto es la recuperación de los ecosistemas de las bahías del Delta del Ebro y de la laguna de l' Encanyissada a partir de la mejora de la calidad del agua dulce que llega a estas masas de agua naturales mediante la eliminación de nutrientes y contaminantes por el paso del agua a través de dos humedales construidos. Como objetivo secundario se considera la formación de nuevos hábitats naturales para contribuir a la biodiversidad del Delta del Ebro.

Este delta es un ecosistema de alto valor ecológico, pero sometido a una intensa presión agrícola derivada del cultivo de arroz. El uso masivo de agua para riego y el empleo de fertilizantes y fitosanitarios han provocado la degradación de la calidad del agua, procesos de eutrofización y pérdida de biodiversidad. Además, se enfrenta a amenazas como la subsidencia, la intrusión salina y el cambio climático.



El Delta del Ebro es el resultado de la interacción milenaria entre el río Ebro y el mar Mediterráneo. Es el mayor humedal de Cataluña y uno de los más importantes de Europa occidental y **constituye un ejemplo paradigmático de ecosistema en equilibrio dinámico** que se caracteriza por una gran biodiversidad y por desempeñar funciones ecológicas clave como la regulación hídrica y la protección costera. No obstante, su equilibrio ha sido alterado por múltiples presiones, principalmente la expansión del cultivo de arroz, la urbanización y el cambio climático. Estos factores han generado impactos como la eutrofización, la intrusión salina y la pérdida de hábitats, comprometiendo su resiliencia. En respuesta, las políticas europeas y los planes de gestión han priorizado soluciones innovadoras y sostenibles como las infraestructuras verdes y las soluciones basadas en la naturaleza.

En este contexto, **se identificó la necesidad de implantar humedales de depuración como herramienta para mejorar la calidad del agua y conservar la biodiversidad.** La experiencia internacional y el conocimiento científico sobre el comportamiento de los humedales naturales como filtros biogeoquímicos avalaron esta opción. Así, entre 2010 y 2013 se construyeron dos humedales artificiales en antiguos arrozales: Illa de Mar y l'Embut. Estos sistemas, puestos en marcha en 2015, aprovechan canales de riego existentes y reproducen procesos naturales mediante vegetación acuática y retención prolongada del agua, eliminando nutrientes, fitosanitarios y materia orgánica.

La instalación de los humedales no solo supuso una mejora ambiental, sino que también reforzó la colaboración entre entidades públicas, centros de investigación y actores del territorio. Estas infraestructuras no solo cumplen una función depuradora, sino que también restauran hábitats, regulan flujos hídricos, favorecen la biodiversidad y contribuyen al secuestro de carbono. Constituyen, en definitiva, una solución basada en la naturaleza que permite compatibilizar el uso agrícola del delta con su conservación y adaptación a los efectos del cambio climático.

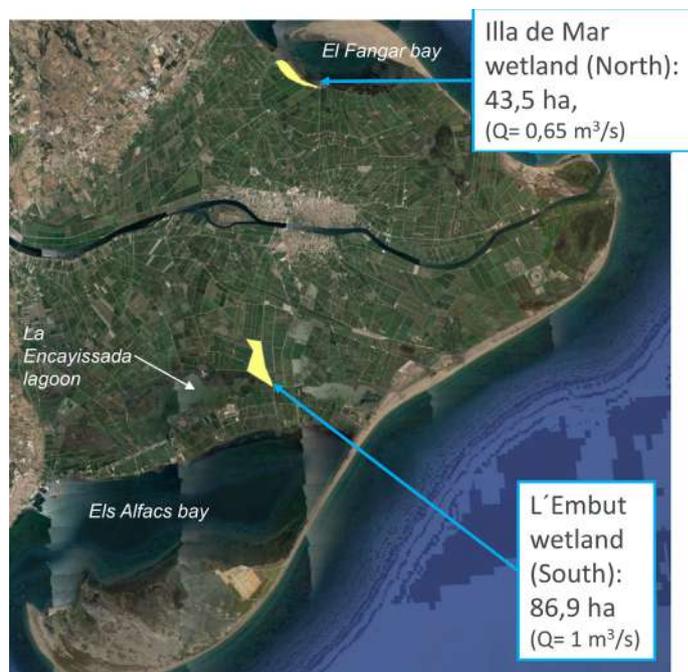
Diseño, funcionamiento y mantenimiento del humedal

Los humedales artificiales de Illa de Mar y l'Embut son una solución de ingeniería ecológica para la gestión de los retornos agrícolas en el Delta del Ebro. Funcionan como humedales de flujo superficial, que reproducen los procesos naturales de depuración a través de la acción combinada del agua, la vegetación y el suelo. Illa de Mar se ubica en el hemidelta norte (Deltebre) y ocupa 43,5 ha, mientras que l'Embut se encuentra en el hemidelta sur (Amposta) con 86,9 ha. Ambos espacios están integrados en la Red Natura 2000 y en zonas de especial conservación del Parque Natural del Delta del Ebro.

El sistema hidráulico de ambos humedales capta el agua procedente de campos de arroz mediante canales y tornillos de Arquímedes. Illa de Mar opera con un caudal de 0,65 m³/s, mientras que l'Embut alcanza 1 m³/s. El agua circula por gravedad a través de tres celdas sucesivas durante un periodo de retención de 15 a 25 días, lo que permite su contacto prolongado con el sustrato y la vegetación palustre. En el caso de l'Embut, el agua final se eleva mediante otro tornillo y se dirige a la laguna de l'Encanyissada, conectada con la bahía de Els Alfacs.

Durante el recorrido por los humedales, el agua es sometida a procesos de depuración físico-químicos y biológicos. Entre ellos destacan la sedimentación de sólidos, la absorción de nitrógeno y fósforo por las plantas, la degradación de materia orgánica y fitosanitarios, y la acción microbiana facilitada por la oxigenación de la rizosfera. La vegetación helofítica, como carrizos y enneas, es clave en la eficacia del sistema, actuando como filtro biológico y estimulando procesos como la desnitrificación.

La gestión de los humedales de depuración del Delta del Ebro es un proceso complejo que requiere la coordinación de múltiples actores y la aplicación de un enfoque adaptativo basado en la monitorización continua, vinculado al ciclo agrícola del arroz, con mayor actividad entre abril y octubre. Desde su puesta en funcionamiento en 2015, se realiza un seguimiento integral que incluye analíticas de



Ubicación geográfica de los humedales del Delta del Ebro

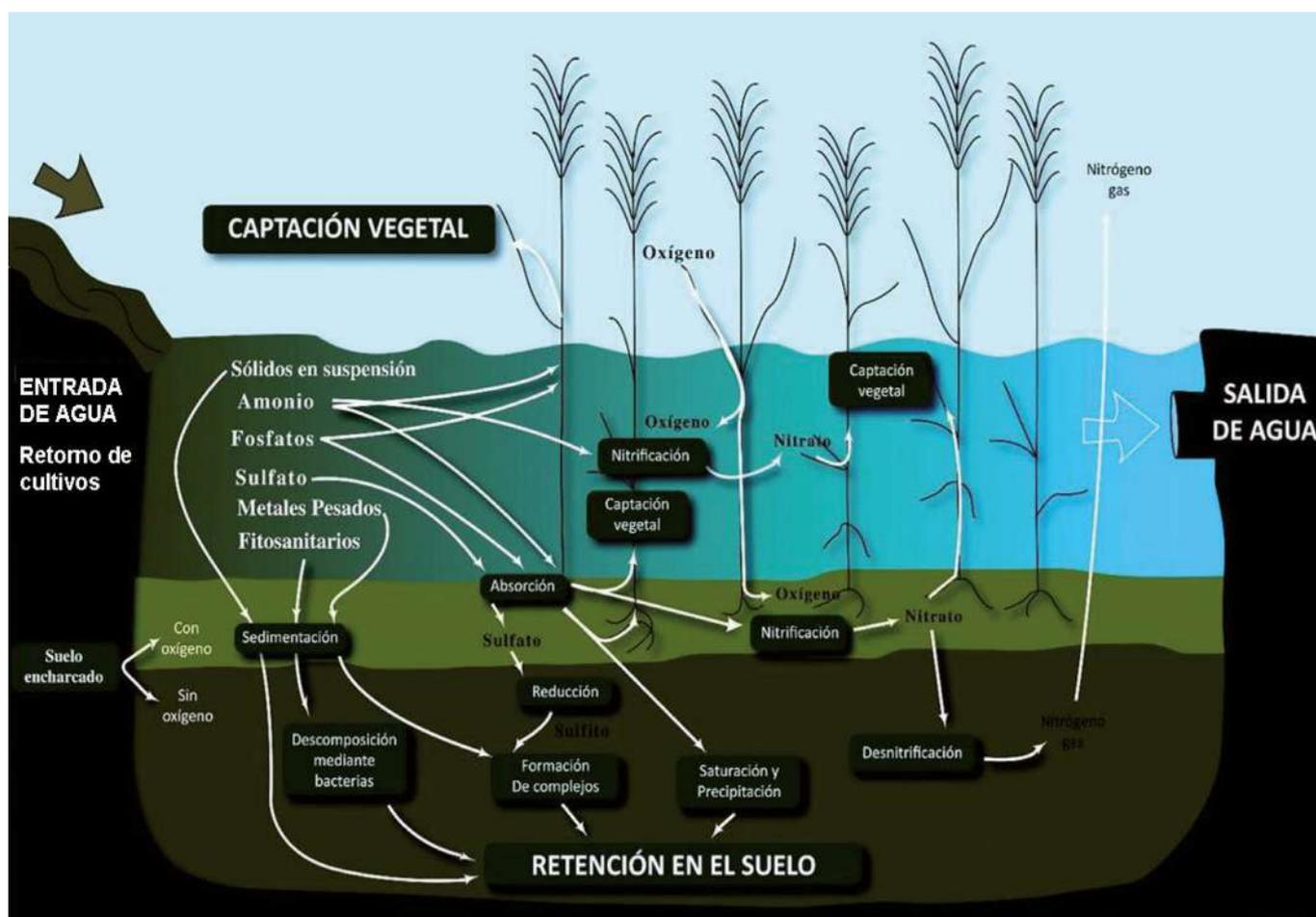


agua, control de vegetación, censos de avifauna, campañas de monitoreo de peces e invertebrados, y estudios sobre sedimentos y acumulación de carbono. También se controlan las infraestructuras hidráulicas, como bombas, compuertas y tajaderas, lo que permite ajustar el funcionamiento según las condiciones ambientales y los objetivos ecológicos.

El modelo de gestión es colaborativo, coordinado por **AQUAMBIENTE (Veolia)** bajo supervisión de **ACUAMED** y con el apoyo técnico de entidades como **IRTA** y la **Universidad de Barcelona**. La gobernanza incluye administraciones, sector agrícola, centros de investigación y sociedad civil. Además de su función ambiental, los humedales actúan como espacios para la educación, la investigación y la compatibilidad con otras actividades tradicionales del delta como el marisqueo o la caza, reforzando su integración territorial y su papel como solución basada en la naturaleza replicable en otros entornos.



Resultados y retos en la gestión de los humedales



Funcionamiento de un humedal.

Desde su puesta en funcionamiento, los humedales de Illa de Mar y l'Embut han demostrado una elevada eficacia en la mejora de la calidad del agua. Los sistemas alcanzan tasas de eliminación de entre el 75 % y el 85 % para sólidos en suspensión, entre el 85 % y el 95 % para nitratos, y entre el 70 % y el 85 % para pesticidas. Estos datos reflejan una reducción significativa de la carga contaminante procedente de los retornos agrícolas, contribuyendo a evitar la eutrofización de las lagunas y bahías y a mejorar el estado ecológico de las aguas receptoras del delta.

En cuanto a biodiversidad, los humedales han generado un notable efecto positivo al albergar más de 150 especies de aves, 33 de ellas amenazadas. Han sido clave en la reproducción de ardeidas y furreles cariblancos, con colonias estables de miles de parejas, y han facilitado el regreso del aguilucho lagunero como especie nidificante después de más de 40 años de ausencia. Ambos humedales han sido declarados Reservas Naturales de Fauna Salvaje, reforzando la red de espacios protegidos del delta y su conectividad ecológica.

Además de su función depuradora y su papel en la conservación de la fauna, los humedales ofrecen otros servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, el secuestro de carbono y la acumulación de sedimentos. También han sido habilitados como espacios para el uso público, la educación ambiental y el turismo de naturaleza, aportando valor social y económico al territorio y contribuyendo a su resiliencia frente al cambio climático y a presiones como la subsidencia y la intrusión salina.

No obstante, su gestión presenta diversos desafíos. Entre ellos, destaca la estacionalidad del agua agrícola, que reduce la operatividad entre enero y abril, y los costes energéticos asociados al bombeo. A esto se suma la necesidad de gestionar la biomasa acumulada y adaptarse a nuevas amenazas ambientales y climáticas como la subsidencia, la intrusión salina, la aparición de especies invasoras o la contaminación por metales pesados y disruptores endocrinos. Para garantizar su sostenibilidad, es fundamental consolidar una gobernanza participativa, asegurar financiación estable e integrar la educación ambiental como eje de sensibilización y apoyo social al modelo de humedales como solución basada en la naturaleza.



Arriba: Somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*) en los humedales del Delta del Ebro.

Abajo: Humedal Illa del Mar.





Beneficios y perspectivas de futuro

Estos humedales proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos que van más allá de la depuración del agua. Entre ellos destacan la regulación hídrica —al amortiguar crecidas y sequías—, la retención de nutrientes como nitrógeno y fósforo, y el secuestro de carbono gracias a la actividad biológica y la acumulación de materia orgánica. Además, contribuyen a frenar la subsidencia mediante la acreción de sedimentos y generan hábitats que favorecen la presencia de especies amenazadas, fortaleciendo la conectividad ecológica en el delta.

En el plano social y económico, estos humedales también tienen un impacto positivo. Se han consolidado como espacios de referencia para la educación ambiental, acogiendo visitas escolares, actividades de divulgación y programas de formación. El turismo de naturaleza, especialmente el ornitológico, ha crecido en torno a estos espacios, generando nuevas oportunidades económicas para la población local. Además, funcionan como laboratorios vivos para la investigación aplicada y contribuyen directamente al bienestar de las comunidades al mejorar la calidad ambiental y sanitaria. Un beneficio adicional clave es el apoyo indirecto a sectores productivos como el cultivo de moluscos, que se ve favorecido por la mejora de la calidad del agua vertida a las bahías del delta. Esta relación entre conservación y economía local refuerza el

valor estratégico de los humedales como infraestructuras verdes integradas en la gestión territorial, capaces de combinar objetivos ambientales y socioeconómicos.

En conjunto, estos humedales representan un modelo replicable en otros territorios con presiones similares. Su capacidad para compatibilizar agricultura, conservación y generación de conocimiento los posiciona como referencia de sostenibilidad y resiliencia. La experiencia acumulada en el Delta del Ebro demuestra que las soluciones basadas en la naturaleza no solo son técnicamente viables, sino también social y ecológicamente valiosas.

No obstante, su continuidad exige una gestión adaptativa, una financiación estable y una gobernanza colaborativa que involucre a todas las personas y entidades del territorio. Enfrentar los desafíos del cambio climático, optimizar la gestión de la biomasa y adaptar las tecnologías serán claves para su futuro. Los humedales de depuración del Delta del Ebro son, en definitiva, un ejemplo tangible de cómo la ingeniería ecológica puede mejorar los ecosistemas, fortalecer las comunidades locales y responder a los grandes retos ambientales del siglo XXI.

Izquierda: Humedal Illa l'Embut

Derecha: Fumarel cariblanco (*Chlidonias hibrida*) con pollos.



La regeneración de costas para la conservación de hábitats

Proyecto de regeneración de las playas de l'Arbre del Gos, Saler y Garrofera (Valencia)

Dirección General de la Costa y el Mar. MITECO



SBN aplicadas

Regeneración de la playa y el sistema dunar.



Actuaciones

- Aporte de arena para regeneración de las playas objetivo con draga de succión en marcha tipo Mega.
- Reparación y prolongación de los espigones de la Gola de Puchol.
- Construcción y modelado del cordón dunar con 44.400 m³ de arena procedente del propio yacimiento.
- Instalación de 75.480 m de captadores de la planta *Spartina versicolor* (borrón) sustentados con estructura de cañas secas.
- Plantación de 44.400 unidades de especies vegetales en restauración dunar con planta para duna y zonas costeras que dotarán de mayor estabilidad a las dunas.
- Cerramiento de vallados blandos con postes de madera y cuerda que protegen las dunas de agentes antropogénicos.
- Aporte de arena a la playa de La Devesa (aguas abajo de la actuación).

Las playas al sur del puerto de Valencia —l'Arbre del Gos, el Saler y la Garrofera— sufren una fuerte regresión por la falta de aportes sedimentarios, causada por el efecto barrera del puerto y la interrupción del transporte fluvial debido a infraestructuras hidráulicas.

El hallazgo de un banco de arena submarino frente a Sueca y Cullera, a más de 65 m de profundidad, permitió ejecutar la mayor regeneración de playas en España hasta la fecha. Se han aportado más de 3 millones de m³ de arena con una draga tipo mega, recuperando la línea de costa de 1965 y logrando incrementos medios de 73 m de playa seca en 7,1 km.

La obra ha sido financiada por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia con fondos Next Generation EU y abre la puerta a futuras actuaciones similares en el litoral mediterráneo.



El litoral al sur del puerto de Valencia presenta una regresión grave por la falta de aportes sedimentarios, debida principalmente al efecto barrera del puerto y a las infraestructuras hidráulicas que interrumpen el transporte de sedimentos fluviales. **Esta situación afecta de forma crítica a las playas de l'Arbre del Gos, el Saler y la Garrofera**, ubicadas en la restinga del Parque Natural de la Albufera, un ecosistema de alto valor ambiental. El puerto de Valencia, uno de los mayores del Mediterráneo y las obras hidráulicas realizadas tras la riada de 1957 (presas y el desvío del cauce del Turia mediante el "Plan Sur") han limitado severamente los aportes naturales de sedimentos a este tramo de costa.

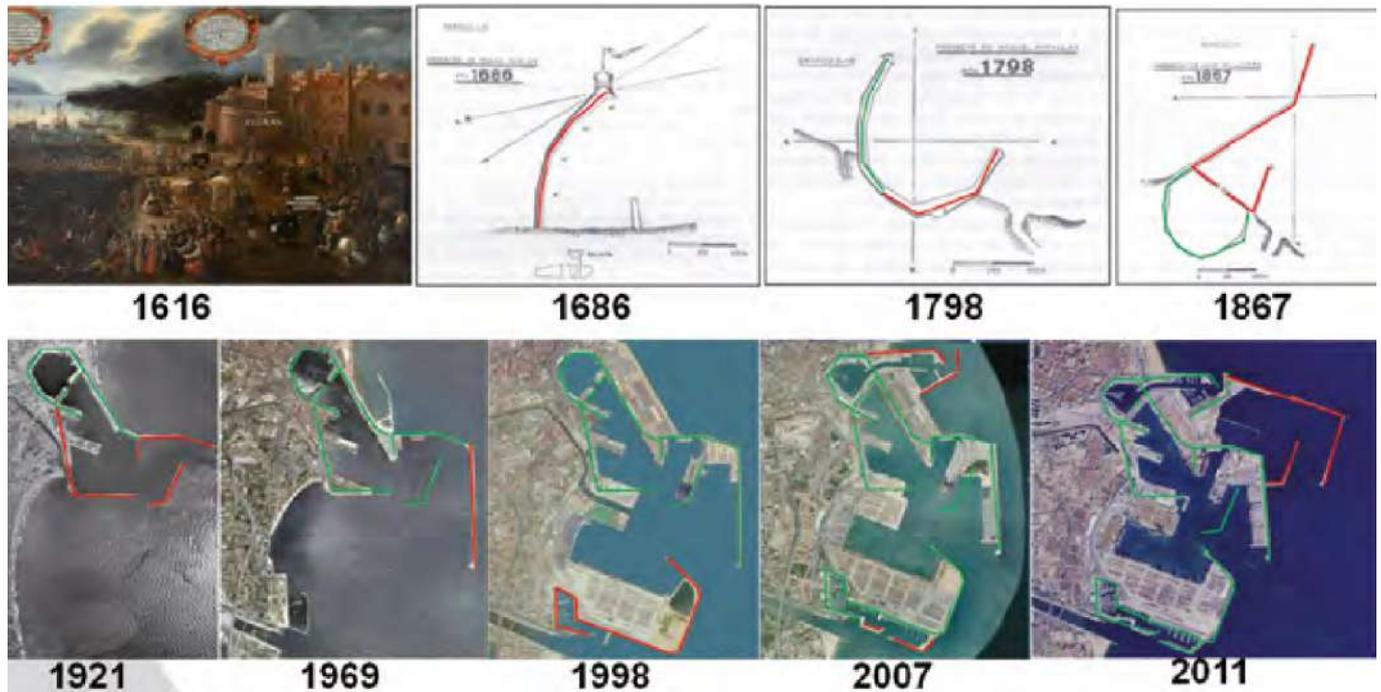
La Albufera se configura como un sistema complejo que incluye un lago de agua dulce, marjales y una restinga arenosa que protege al humedal del mar. Esta restinga, generada por los aportes sedimentarios del Turia y del Júcar, **ha sufrido un grave retroceso en las últimas décadas**, acentuado por la dinámica litoral de oleaje norte-sur. Desde 1965, la línea de costa ha retrocedido hasta 90 metros en las zonas más cercanas al puerto, poniendo en riesgo tanto los hábitats del parque natural como los usos agrarios del entorno, debido a la amenaza de salinización del lago.

Por ello, se ha hecho necesaria una intervención estructural y de gran escala, orientada a la regeneración del sistema dunar y al restablecimiento de la línea de costa existente en 1965, como parte de una estrategia integral de conservación del ecosistema costero.



La tubería conectada a la draga aportando material y maquinaria pesada ampliando la playa.

El problema y sus causas



Evolución histórica del puerto de Valencia. En verde puerto existente y en rojo ampliación realizada en el año correspondiente.

El tramo costero objeto de intervención, de 7,1 km, comprende las playas de L'Arbre del Gos, El Saler y Garrofera, en el término municipal de Valencia. Esta zona sufre un grave proceso de erosión causado por la formación de una onda erosiva, fenómeno que se genera cuando cesa el aporte natural de sedimentos aguas arriba del tramo de costa y la playa comienza a perder su reserva de arena por efecto del oleaje, reduciendo poco a poco su anchura y desplazando esta regresión hacia el sur.

El origen del problema está en la interrupción de los flujos sedimentarios, tanto litorales como fluviales. Por un lado, el puerto de Valencia actúa como barrera que impide el paso de sedimentos desde las playas del norte, especialmente desde que sus diques exteriores superaron la profundidad de cierre. Se estima que desde la ampliación del puerto de 1931, los aportes a las playas del sur procedentes de las playas del norte han sido nulos. Por otro lado, los ríos, que naturalmente alimentaban de áridos al sistema litoral, han visto inte-

rumpido su aporte por la construcción de múltiples barreras transversales (presas, azudes, derivaciones, etc). En la cuenca del Turia existen más de 300 barreras fluviales, entre ellas cuatro grandes presas construidas entre 1912 y 1965. Estas infraestructuras impiden el paso de sedimentos hasta la costa, fundamentales para mantener la estabilidad de las playas.

A estas causas se suma la destrucción de la primera alineación dunar que se produjo durante los intentos de urbanización de los años 60 y 70. Durante la ejecución de estas obras se retiraron importantes volúmenes de arena del sistema litoral, agravando el déficit sedimentario. Aunque el proceso urbanizador fue paralizado y se han venido realizando labores de restauración desde los años 80, no se han recuperado los volúmenes perdidos. Como resultado, la erosión continúa avanzando hacia el sur, afectando gravemente a la integridad de este frente costero.



Objetivo y trabajos previos

El objetivo de este proyecto de regeneración de las playas ha sido recuperar la línea de costa existente en 1965, año de referencia en el que confluyen tres factores clave: disponibilidad de datos fiables, inicio de los efectos regresivos derivados del cierre sedimentario del río Turia por la puesta en servicio de tres grandes presas del río Turia y aparición de los impactos ocasionados por el puerto de Valencia sobre las playas del sur. En la redacción del proyecto (2018) se estimó un volumen necesario de arena de 2,9 millones de m³ para recuperar esta línea de costa, cantidad que fue ampliada en fase de obra debido a la pérdida de sedimentos ocasionada por temporales existentes entre la redacción del proyecto y la ejecución de las obras.

Desde los años 80 se evidenció la necesidad de contar con fuentes externas de arena para acometer estas grandes actuaciones de regeneración. Sin embargo, la identificación de fuentes de sedimentos adecuados para esta finalidad se vio limitada por criterios técnicos, estéticos y ambientales. Las fuentes de sedimentos continentales existentes no cumplían los requisitos de volumen suficiente de áridos y granulometría, por lo que se intensificó la búsqueda fuentes sedimentarias en el ámbito submarino. En 2005 se investigaron más de 275 km de costa entre Valencia y Alicante hasta la profundidad de -80 m, identificándose 19 bancos de sedimentos, de los cuales cuatro fueron clasificados como potencialmente aptos para regenerar playas.

Entre ellos destacó el yacimiento submarino frente a las costas de Sueca y Cullera (zona 15), con 66 millones de m³ de arena, una extensión de 26 km² y características óptimas: tamaño medio de grano de 0,32 mm, color y composición compatibles, y sin indicios de contaminación. Ubicado entre 65 y 80 metros de profundidad, su explotación solo es viable con dragas de succión en marcha de gran capacidad.

Para la regeneración de las playas de l'Arbre del Gos, Saler y Garrofera se seleccionó un subpolígono dentro del yacimiento, situado a unos 20 km de las playas objeto del proyecto.



Arriba: Imagen de las barreras dunares erosionadas con especies autóctonas junto a la Devesa, previa a las obras
Autor: E. Fdez / Terabithia

Abajo: Imagen durante los trabajos actuación, en la que se aprecia la amplitud de la playa con las arenas aportadas.
Autor: MITECO





La tubería flotante que aporta arena junto a la gola por la que desagua La Albufera.

Las actuaciones

La regeneración de las playas de L'Arbre del Gos, El Saler y Garrofera se ejecutó entre abril y diciembre de 2023 con una inversión final de 31 millones de euros, financiada por fondos europeos Next Generation del Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia. Se trata de la mayor intervención en regeneración costera ejecutada en España hasta la fecha, tanto en volumen de arena aportada como en presupuesto.

La actuación principal ha consistido en el aporte de 3,2 millones de m³ de arena desde el banco submarino de Sueca-Cullera mediante la draga HAM-318, capaz de operar a profundidades de hasta -75 m. La descarga del material hasta la playa se realizó a través de una compleja red de tuberías soldadas y posicionadas a lo largo de 7,1 km de costa, completando 120 ciclos de carga y aportación.

Además del aporte principal, **se repararon y prolongaron los espigones de la Gola de Puchol** para garantizar el drenaje de la Albufera y estabilizar la playa regenerada. Para minimizar su efecto barrera, se diseñaron espigones parcialmente permeables que no alcanzan la profundidad de cierre. En paralelo, **se restauró el cordón dunar** mediante el modelado con 44.400 m³ de arena, **instalación de captadores de *Spartina versicolor*, plantación de vegetación autóctona y cerramiento de protección** blando en 7 km de frente costero.

Como medida correctora ante el posible impacto de la prolongación de la gola de Puchol en el transporte sedimentario hacia el sur, se ejecutó un aporte adicional de 57.345 m³ de arena en la playa de La Devesa, al sur de la gola, en los dos viajes finales de la draga. Esta actuación se complementó con el traslado de 7.206 m³ de arena retenida en el cauce de la Gola de Puchol para mejorar su capacidad hidráulica y favorecer la continuidad sedimentaria hacia aguas abajo.



La draga de succión HAM 318 y la tubería flotante que la conecta con la playa y aporta el material captado en el yacimiento Cullera-Sueca.



Las cuadrículas con los captadores de borrrón en la playa de La Garrofera.
Autor: Terabithia



Resultados y conclusiones

Tras la actuación, el seguimiento de la regeneración se ha realizado mediante el análisis de la “línea de cota 0” (LC0), comparando su posición antes, justo después y tras el reacomodo de la arena en la sección transversal. Se estima que, una vez alcanzado el equilibrio morfodinámico, se logrará un aumento medio de 73 metros de ancho en los 7,1 km de litoral regenerado, cumpliendo así con el objetivo de recuperar la línea de costa de 1965. Esta actuación representa una solución a largo plazo frente a la erosión, mitigando los efectos del retroceso costero, aunque no actúe directamente sobre sus causas estructurales, como son la interrupción del aporte sedimentario del río Turia y la barrera física del puerto de Valencia. La magnitud y planificación de esta obra sientan un precedente técnico para futuras intervenciones en otros tramos del litoral mediterráneo español.

Posidonia oceanica

Restauración de la pradera de *Posidonia oceanica* en la bahía de Pollença, Mallorca.

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



SBN aplicadas

Restauración de praderas de angiospermas marinas.



Actuaciones

- Plantado de 12800 fragmentos de rizoma de *Posidonia oceanica* en 2 ha de fondo marino.
- Monitorización de la supervivencia y desarrollo de los items plantados y de la recuperación de la biodiversidad durante 6 años.
- Instalación de un boyado perimetral para eliminar la perturbación asociada al fondeo de embarcaciones recreativas.
- Programa educativo "Posidonia a l'aula" en colegios.

[Web del proyecto](#)

El objetivo principal del proyecto es evaluar la viabilidad de la restauración de una pradera de *Posidonia oceanica* en una superficie del tamaño de 2 hectáreas en la zona interna de la bahía de Pollença donde el estado de la naturaleza del fondo marino (mata muerta de *Posidonia oceanica*) indica la pérdida de la misma.

El plantado de esta especie endémica del mar Mediterráneo refuerza el lento proceso de recolonización natural y la eliminación de la perturbación del fondo marino asociada al fondeo de embarcaciones recreativas y así se facilitará la recuperación de la pradera en la zona de intervención. Además del fondeo de embarcaciones, la pérdida de posidonia se atribuye a la navegación en aguas someras, el vertido de aguas residuales urbanas, las obras costeras (alimentación artificial de playas, puertos deportivos) y la circulación restringida del agua en la zona.



red eléctrica

El proyecto “**Restauración de una pradera de *Posidonia oceanica*. El Bosque Marino de Red Eléctrica**” es una prueba de escalado de la metodología de plantado de *Posidonia oceanica* desarrollada en un proyecto conjunto anterior del **Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA, CSIC-UIB) y Red Eléctrica de España (REE)**. El objetivo era ambicioso pues nunca antes se había realizado una plantación de estas dimensiones en la costa española y es una de las mayores realizadas en el Mediterráneo.



Buceador plantando fragmentos de rizoma de *Posidonia oceanica*. Autor: IMEDEA (CSIC-UIB).

Dónde actuamos

La zona de intervención está situada en la parte interna de la bahía de Pollença (Mallorca), en un sector protegido del oleaje y a una profundidad de 4-5 m donde el fondo marino es mata muerta de *Posidonia oceanica*, el sustrato que crea esta especie cuando ha permanecido durante décadas en un lugar y que está formado por los restos muertos de la planta (rizoma, raíces) que se descomponen lentamente mezclados con el sedimento arenoso de la zona. La presencia de esta mata muerta indica la pérdida de pradera en esta zona que se atribuye al efecto acumulativo de diversas activi-

dades humanas (fondeo de embarcaciones, navegación, vertidos de aguas residuales, construcción de puertos) en una zona resguardada con poca circulación del agua marina. La zona de intervención fue seleccionada en colaboración con la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears que ha prestado su apoyo en la ejecución del proyecto (solicitud de permisos, vigilancia de la zona), financiado por Red Eléctrica de España y que ha contado también con el apoyo del Aeródromo Militar de Pollença.



Fragmento plantado de *Posidonia oceanica*. Las hojas más estrechas corresponden a la angiosperma marina *Cymodocea nodosa*, abundante en la zona. IMEDEA (CSIC-UIB).

Metodología y plan de trabajo



La intervención supuso el plantado de 12.800 fragmentos de rizoma de especie endémica del mar Mediterráneo en una superficie de 2 ha del fondo marino. Estos fragmentos se plantaron en grupos de 16 siguiendo un patrón cuadrulado de 5m x 5m con el propósito de que cada uno de estos grupos fuera un núcleo de formación de pradera. Los fragmentos utilizados en el plantado fueron colectados en acumulaciones naturales de fragmentos a la deriva en el fondo de la bahía de Pollença que se desprenden de la pradera por procesos naturales (oleaje). El plantado de los fragmentos se hizo de forma manual por buceadores profesionales formados previamente por IMEDEA. Las labores de plantado se completaron en cuatro campañas, la primera iniciada en marzo de 2018 y la cuarta finalizada en febrero de 2020, con una duración total de 8 meses. Desde el verano de 2018 y hasta 2024 se ha realizado una monitorización anual de la supervivencia y desarrollo del material plantado, así como una evaluación de la recuperación de algunos aspectos del funcionamiento ecológico como

son la biodiversidad de epifauna (principalmente crustáceos que viven en el dosel foliar de la pradera) y peces y la función de guardería para peces juveniles.

La metodología de plantado implica el atado de cada fragmento de forma individual a un anclaje, una varilla de hierro corrugado de 6mm de diámetro y 60cm de longitud doblada en forma de U. Este anclaje es necesario para que los fragmentos se mantengan en el lugar de plantado mientras forman nuevas raíces y puedan anclarse por sí mismos al fondo marino.

El perímetro de la zona plantada ha sido marcado mediante boyas permanentes en superficie para informar a las embarcaciones de la prohibición de fondeo en el área restaurada y el Govern de les Illes Balears incluye la zona en el ámbito de actuación del servicio de información y apoyo al fondeo que mantiene durante los veranos para reducir el impacto asociado al fondeo en los fondos marinos del archipiélago balear.



Primeros resultados

La supervivencia de los fragmentos transcurridos 4-6 años desde el plantado es superior al 80%, alta comparada con los resultados obtenidos por plantaciones de fragmentos del mismo tipo realizadas en otros lugares del Mediterráneo. El tamaño de los fragmentos (cuantificado como el número de haces foliares vivos por fragmento) es, sin embargo, menor al que tenían en el momento del plantado. Los fragmentos han crecido y formado nuevos haces foliares, nuevas raíces que los anclan al sustrato, pero también se han degradado en su parte más vieja por lo que no han mostrado hasta ahora un aumento neto del tamaño. Esta circunstancia ha sido descrita en otras plantaciones de *Posidonia oceanica*, los trasplantes, sean fragmentos de planta adulta o germinados de semilla, requieren un tiempo para superar el estrés asociado al plantado y aclimatarse a las condiciones en la zona plantada. Esta planta es una especie de lento crecimiento (2-4cm por año) y son necesarias varias décadas para detectar un aumento neto de su número en las zonas plantadas.

La evaluación de la diversidad y abundancia de peces juveniles y adultos en la zona plantada y la comparación de sus valores con los estimados en la pradera de referencia (pradera viva de *Posidonia oceanica* con una cobertura del fondo marino cercana al 100% y situada a unos 200m de la zona plantada) indican que la recuperación de la función de hábitat para los peces y de guardería para peces juveniles es muy lenta. Se asume que estos aspectos del funcionamiento ecológico dependen de la estructura de la pradera (tamaño y número de haces foliares por metro cuadrado) por lo que no sorprende que dado el poco tiempo transcurrido desde el plantado y el lento crecimiento que caracteriza a la especie, la estructura alcanzada por *Posidonia oceanica* en la zona plantada sea aún pequeña, muy inferior a la pradera de referencia y, por tanto, la recuperación de la comunidad de peces también lo sea.



Individuo juvenil de *Diplodus anularis* en la zona plantada. IMEDEA (CSIC-UIB).

Los resultados obtenidos hasta ahora indican que el plantado de *Posidonia oceanica* en una superficie significativa del fondo marino es posible y que la metodología utilizada es exitosa.

Dado el lento crecimiento que caracteriza a la especie no es realista esperar la recuperación del funcionamiento ecológico en la zona plantada en un plazo de tiempo corto (< 6 años). Esta intervención ha reforzado el proceso natural de recuperación de la pradera de posidonia en la zona.

El proyecto incluye un componente educativo en el que participan cerca 10 centros educativos anualmente desde 2019. El proyecto provee a los docentes con un kit básico de acuario y fragmentos de *Posidonia oceanica* de descarte (no aptos para su uso en replantaciones). Se emplea el acuario, la planta y los organismos asociados como un recurso didáctico de alfabetización ambiental y marina que los docentes adaptan al currículo de los diferentes niveles educativos. Los centros participantes interactúan a través una plataforma virtual a través de la cual también cuentan con el asesoramiento de IMEDEA.

Renaturalización de la playa de Magaluf

Recuperación del sistema dunar de la playa de Magaluf, Calvià, Mallorca.

Ajuntament de Calvià. Illes Balears



SBN aplicadas

Regeneración de la playa y el sistema dunar.



Actuaciones

- Plantación de especies propias de la ribera mediterránea. Básicamente *tamarix africana* y *elymus farctus*, dotadas de riego por aguas regeneradas o pluviales de recuperación.

- Creación de dunas artificiales de dimensiones entre 44 x 16 m (570 m²) y 0,80 m de altura a 93 x 16 m (1.251 m²) y 0,80 m de altura.

- Instalación de un sistema de retención de la arena eólica mediante conjunto perimetral a base de mimbre natural, que perimetran la duna, aunque no impiden el paso a través de ellos y tampoco las alteraciones naturales del sistema dunar.

[Web del proyecto](#)



Ajuntament de
Calvià Mallorca

calvia.com

El principal objetivo del proyecto es la recuperación de parte del ecosistema dunar de la playa, altamente antropizada, integrándolo al proceso de remodelación del frente marítimo de Magaluf. Se trata de una playa con altísima presión humana, dado su alto nivel de ocupación en temporada alta y su elevada densidad edificada en la zona. Mediante esta actuación de renaturalización se pretende:

- Contribuir a la reconversión de uno de los principales destinos turísticos maduros de las Illes Balears.

- Reducir los procesos de erosión que está experimentando la playa, mejorando su capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático.

- Integrar un novedoso sistema para cerrar el ciclo del agua, teniendo en cuenta sus diferentes flujos, como el sistema de recogida de aguas pluviales, lavado del paseo, o los espacios de duchas.

En definitiva, mediante esta intervención se pretende dotar de mayor resiliencia a un frente costero expuesto a los efectos del cambio climático, así como a fuertes dinámicas socioeconómicas.



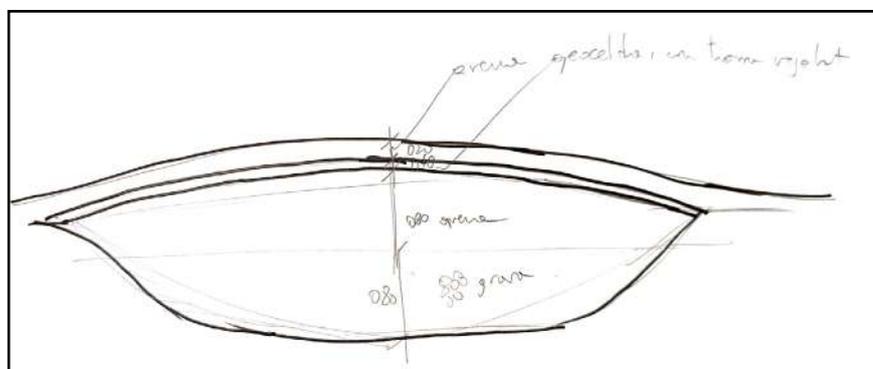
Tras el intenso proceso de crecimiento turístico y poblacional, Calvià pasó de tener 3.579 habitantes en 1970 a 51.831 residentes y 69.424 plazas turísticas en la actualidad. Es así como, desde 2012, **destinos turísticos como Magaluf, han sido declarados zona turística saturada o madura**, dado el proceso de estancamiento experimentado. Uno de los aspectos clave, ha sido consecuencia del proceso de **degradación del paisaje preturístico**.

En los últimos años diferentes actuaciones, mediante soluciones basadas en la naturaleza se han impulsado con el objetivo de dotar de mayor resiliencia, especialmente a aquellos espacios más expuestos a los efectos del cambio climático, como el frente litoral. De esta forma, con la aprobación inicial de la **Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Calvià** se **designa la zona de Magaluf**, desde sus playas hasta el límite interior de los antiguos humedales, **como el Gran Parque Ambiental y de Recuperación de Humedales**. En este marco se proyecta la remodelación del Paseo Marítimo y la Renaturalización de la playa de Magaluf.



Autor: Ajuntament de Calvià (Mallorca).

Actuaciones del proyecto



Plano planta y dibujo del proyecto de Renaturalización de la playa de Magaluf. Autor: Ajuntament de Calvià (Mallorca).

El ancho del paseo no se modifica, como ya se ha dicho, **y se trata con materiales nobles**, consiguiendo una apariencia más orgánica, natural y de mayor calidad.

Para ello se procede a demoler el recio muro de borde del actual paseo y se diseña otro peto, más esbelto y grácil, menos duro, formando en su base grecas que le confieren más ligereza y, en su diseño global, forma líneas sinuosas a lo largo de todo el recorrido que dulcifican el encuentro del paseo con la playa. De ese modo se convierte ese encuentro en una unión entre paseo y arena, entre suelo urbano y naturaleza, más que en un simple límite de borde del paseo, lineal y duro.

Esa amabilidad del borde del paseo, y el armonioso peto, la unión entre zona urbanizada y arena, se acompaña en parte con luminarias altas y continuas que también serpentean, y con pequeños puntos de luz que iluminan la base del peto, complementándose unas y otras, formando una impresión espacial pocas veces vista.

Se acompaña todo ello con la creación de unas dunas en la arena, fijadas con plantaciones *ad hoc* de plantas de ribera de mar, seleccionadas de entre las tradicionales de nuestra costa mediterránea y concretamente de los arenales baleares.

La ocupación actual del paseo es de 5.686,61 m² incluyendo además del paseo propiamente dicho (4.277,28 m²), diferentes juegos, casetas, duchas, etc. **En este proyecto sólo se abarca una ocupación de 3.050 m²** con una longitud de 650 metros.

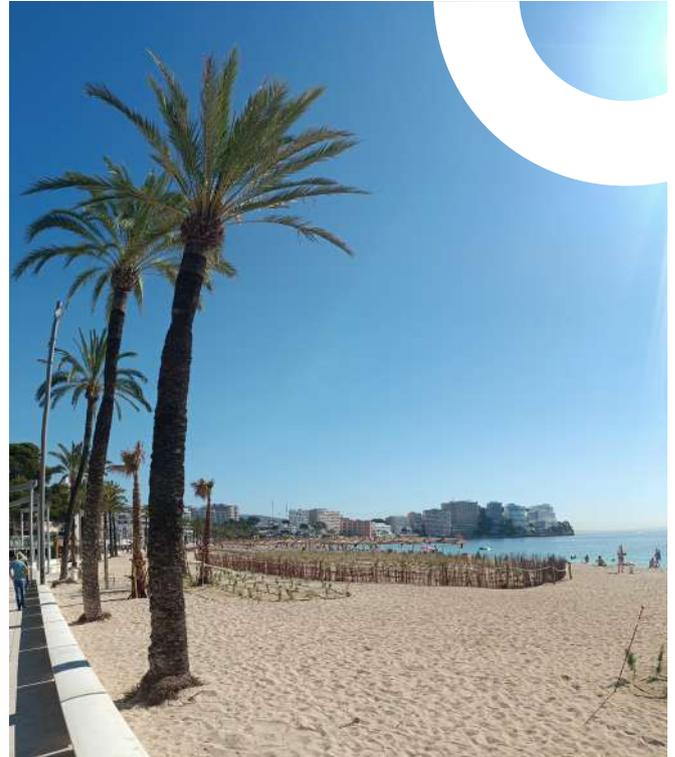
Las palmeras existentes, en general siempre alineadas y paralelas al muro de borde, se reubican parcialmente y se amplía su número, pasando de 82 a más del doble. La nueva plantación y la reubicación parcial de las existentes se proyecta de modo que se rompa la alineación actual. Se prima más la asociación entre palmeras, los diferentes conjuntos que puedan formar, a modo de pequeños oasis si se quiere, que la extrema linealidad anterior de la que este proyecto siempre huye.

Asimismo, en la arena de la playa se disponen dunas artificiales fijadas inicialmente con sistemas de captación de mimbre en la zona perimetral, dotadas en la parte central con mallas enterradas a base de geoceldas, sobre las que se plantan arbus-tos mediterráneos de ribera que las fijarán definitivamente.

También se proyecta una red de agua regenerada para que supla a las pluviales almacenadas en caso de agotamiento de aquellas, conectadas a la red existente de aguas regeneradas situada en segunda línea de Magaluf. Esta red estará conectada a la de pluviales anterior mediante un sistema de doble paso, de modo que permita la utilización de agua regenerada en ocasión de ausencia de las aguas de escorrentía.

Finalmente, se proyectan pozos de captación para bombeo de agua del nivel freático, para establecer de ese modo, una red de agua para refrescar los pies y conseguir retener la arena que los usuarios de la playa transportan al exterior.

La tajea central se abre a cielo abierto para permitir su mejor mantenimiento. Se la dota de una pasarela que permite llegar hasta el embarcadero situado en su extremo marítimo y se mantiene un sólo paso transversal para vehículos pesados de mantenimiento de la playa y para peatones.



Autor: Ajuntament de Calvià (Mallorca).



LIFE COSTAdapta

Defensa y recuperación ecosistémica de la costa de San Felipe, Gran Canaria.

Consejo Insular de la Energía de Gran Canaria (CIEGC)
Cabildo de Gran Canaria



SBN aplicadas

Protección de la costa mediante arrecife-charcos de marea.



Actuaciones

- Estudios de diagnóstico y vulnerabilidades ante el cambio climático en zonas costeras.
- Participación ciudadana: talleres, encuestas y reuniones sectoriales.
- Diseño e instalación de sistemas de protección del frente costero: charcos intermareales artificiales con creación de hábitat.
- Monitoreo científico y técnico para la evaluación de la eficacia e impacto de la intervención.

[Web del proyecto](#)

El objetivo del proyecto LIFE COSTAdapta es reducir la vulnerabilidad de la costa de Gran Canaria ante aumento del nivel del mar y el incremento de la erosión costera, mediante el diseño y ensayo de un sistema innovador y progresivo de arrecife-charcos de marea (Tidal pool-reef). Para ello, se plantea una medida de estabilización del material sedimentario de la costa canaria, callao, gracias a la técnica tradicional de construcción de charcos de marea, elementos comunes en las Islas Canarias y el resto de la Macaronesia, para la adaptación costera de Gran Canaria al cambio climático. La ubicación del sistema demostrativo es en un tramo del Área de Acción Prioritaria ante Cambio Climático, AAPCC GC-02), analizado en el Análisis de Riesgos Costeros ante el Cambio Climático redactado por el Gobierno de Canarias en el año 2021. Se trata de la zona de Costa de San Felipe, barrio costero del municipio de Santa María de Guía, en el norte de la isla de Gran Canaria. Esta zona presenta una elevada vulnerabilidad ante la subida del nivel del mar, procesos de erosión costera y fenómenos costeros adversos.



Las Islas Canarias son especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático. El aumento del nivel del mar (hasta 4 mm/año), la mayor frecuencia de temporales y los procesos de erosión acelerada agravan la exposición de sus ecosistemas y asentamientos costeros. Ante este escenario, **el proyecto LIFE COSTAdapta propone una solución basada en la ingeniería natural,** que combina la **protección costera con la restauración de ecosistemas.** LIFE COSTAdapta, ha recibido financiación de la Unión Europea bajo el acuerdo de subvención número LIFE 101113851. Con una duración de 7 años y un presupuesto total de 3.409.864 EUR, su acción principal es diseñar e implementar un sistema de protección costera con charcos intermareales (*tidal pool-reef*) que, además, fomente la biodiversidad y preserve los usos recreativos y sociales del litoral.

Descripción del área de intervención: San Felipe



San Felipe es un núcleo poblacional costero ubicado en el municipio de Santa María de Guía, en Gran Canaria con una extensión de 6,59 hectáreas y una población de 290 habitantes en 2022.

El barrio de San Felipe, **marcado por una expansión sin planificación adecuada y condicionado por la topografía,** presenta una configuración lineal paralela a la costa y una única vía de acceso, lo que

ha dado lugar a una estructura urbana irregular y especialmente vulnerable. La población envejecida y un parque de viviendas frágil —por su antigüedad y exposición al oleaje en primera línea de costa, lo que se traduce en daños recurrentes en muros y cimentaciones — agravan la vulnerabilidad y comprometen la seguridad de sus residentes.



Frente costero del Barrio de San Felipe, Gran Canaria.



Arriba: Paseo marítimo de El Altillo, Moya, Gran Canaria. Autor: Raley Estudios Costeros (2024)
Derecha: Daños ocasionados sobre las viviendas de la costa de San Felipe.



Marco normativo y planificación urbanística

El barrio de San Felipe se encuentra regulado por el Plan General de Ordenación (PGO) de Santa María de Guía (2017) y por el Plan Territorial Parcial 15 (PTP-15) de Ordenación del Litoral Norte de Gran Canaria (2023). Ambos reconocen la vulnerabilidad del frente litoral y la necesidad de intervenir, aunque con enfoques distintos. El PGO propone un Plan Especial de Fachada Litoral para gestionar los conflictos entre edificaciones existentes y el Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), además de planificar un paseo marítimo peatonal. El PTP-15 prioriza mejorar la conectividad del barrio mediante un acceso alternativo menos expuesto a riesgos costeros.

La adaptación del litoral se ve limitada por la presencia de edificaciones fuera de ordenación en el DPMT y por la ausencia de una estrategia clara de adaptación al cambio climático en los instrumentos de planeamiento vigentes.

Diagnóstico ambiental

El entorno costero de San Felipe, resultado de la interacción entre factores naturales y antrópicos, conforma un sistema ecológico singular, caracterizado por procesos hidrodinámicos, morfodinámicos, ecológicos y socioeconómicos interrelacionados.

La playa de cantos rodados (denominados “callaos” en Canarias) presenta una elevada movilidad y dinamismo, con un frente costero inestable influido por el oleaje, las corrientes y la variabilidad sedimentaria. Desde el punto de vista hidrodinámico, el litoral alberga rompientes de surf de nivel experto, algunas reconocidas como recursos naturales de interés deportivo. El retroceso de la línea de costa y la pérdida de playa, agravados por la disminución de aportes sedimentarios desde los barrancos, han mermado la capacidad natural de defensa del litoral, dejando expuestas al oleaje las edificaciones en primera línea.



Las proyecciones climáticas advierten que, sin medidas correctoras, la playa podría reducirse hasta un 94 % y el nivel del mar subir unos 30 cm hacia finales de siglo, con regresiones de más de 15 metros en algunos tramos.

En este contexto, San Felipe ha sido clasificado como ARPSI (Área de Riesgo Potencialmente Significativo de Inundación) en el marco del PIMA Adapta Costas Canarias, lo que refuerza la urgencia de aplicar estrategias de adaptación sostenibles y compatibles con el entorno.

Paralelamente, la biodiversidad del área —con especies endémicas y protegidas— se ve amenazada por la presión humana, el cambio climático y la expansión de especies invasoras, reforzando la necesidad de actuar con medidas de conservación que aseguren la resiliencia ecológica del sistema costero.

Participación ciudadana e institucional

El proyecto LIFE COSTAdapta integra en todas las fases del proyecto una estrategia participativa para validar el análisis técnico mediante el conocimiento local, involucrando a actores clave en la toma de decisiones y fomentando la apropiación social del proyecto. Entre el 27 y 29 de noviembre de 2024 se realizaron tres jornadas participativas con residentes de San Felipe (Figura 2). Estas incluyeron presentaciones técnicas, encuestas sobre percepción de riesgos y daños, mesas de trabajo vecinales y espacios interactivos para recoger comentarios. Las sesiones revelaron un consenso sobre la vulnerabilidad de la zona, con especial preocupación por el aumento de la fuerza del oleaje, la frecuencia de temporales y los daños a las viviendas, mientras que el colectivo surfero manifestó inquietud por el posible impacto de las intervenciones sobre la calidad de las olas.

Sesiones de participación ciudadana, con la asistencia de residentes de la zona.





Estudios técnicos realizados y previstos

Desde el inicio del proyecto LIFE COSTAdapta se ha desarrollado una intensa fase de diagnóstico que ha permitido caracterizar de forma integral el área de intervención.

En esta primera etapa se han ejecutado diversos estudios técnicos, entre los que destacan:

- **Análisis geomorfológico y morfodinámico** del frente litoral centrado en el retroceso de la línea de costa, transporte sedimentario y zonas críticas de erosión.

- **Estudio de dinámica costera e hidrodinámica**, con simulaciones del comportamiento del oleaje y del transporte de sedimentos.

- **Diagnóstico ambiental del ecosistema litoral y marino**, identificación de las especies nativas y exóticas susceptibles de colonizar la infraestructura propuesta y mapeo de hábitats intermareales y submareales.

- **Estudio del patrimonio natural y deportivo**, centrado en la localización y caracterización de rompientes de surf de interés regional.

- **Análisis urbanístico y estructural**, con evaluación de la vulnerabilidad edificatoria y revisión del marco normativo para integrar soluciones basadas en la naturaleza (SbN).

- **Diagnóstico socioeconómico y participativo**, incorporando las prioridades y el conocimiento local mediante talleres, encuestas y sesiones colaborativas.

En la siguiente fase del proyecto, actualmente en desarrollo, se prevé la ejecución de nuevos estudios técnicos específicos que permitan definir y validar la solución piloto:

- **Modelización hidrodinámica avanzada**, con escenarios post-implantación.

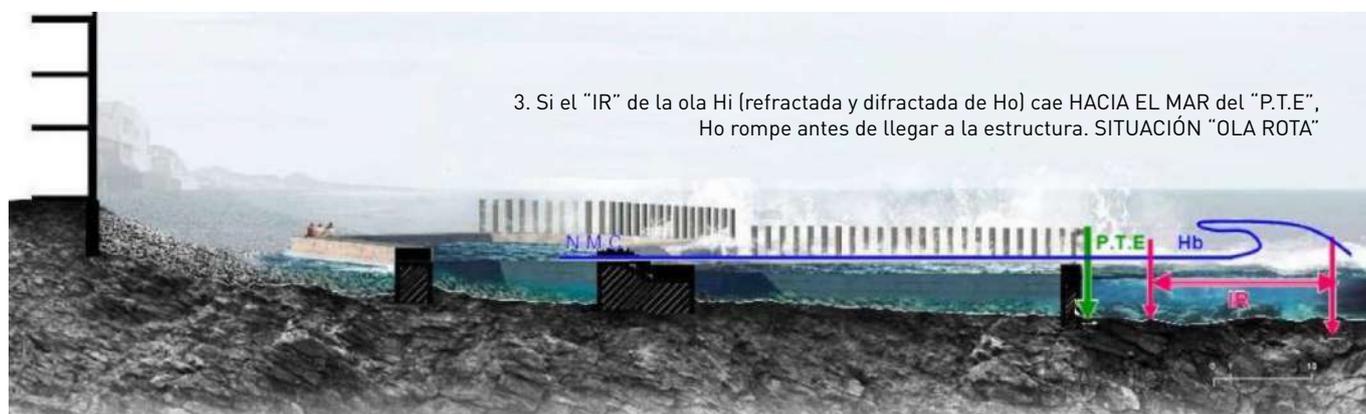
- **Caracterización sedimentaria y geotécnica** detallada del área de intervención.

- **Diseño técnico definitivo de la infraestructura basada en la naturaleza** (*tidal pool-reef*), con cálculos estructurales, selección de materiales ecológicos y adaptación al entorno.

- **Estudio de colonización biológica**, enfocado en ajustar el diseño a las especies objetivo.

- **Documentación técnica y ambiental** para la tramitación administrativa.

- **Diseño del sistema de monitoreo y mantenimiento**, que incluirá indicadores físico-ambientales, protocolos de seguimiento y criterios de intervención correctiva.



Situaciones del pie del prototipo frente al intervalo de rotura (IR). Autor: Raley Estudios Costeros.



Criterios técnicos del diseño SbN

La propuesta consiste en un sistema innovador de arrecife-charcos de marea (*tidal pool-reef*), ampliamente presentes en el litoral de las Islas Canarias y otros territorios de la Macaronesia. Actualmente en fase de diseño preliminar, dentro del segundo año de ejecución del proyecto, el modelo se apoyará en los estudios técnicos, ambientales y participativos realizados. La actuación se ubicaría dentro del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), por lo que requerirá la autorización de la administración competente para su ejecución. Los principales criterios técnicos que definen esta solución son:

Adaptación a la morfodinámica local

La infraestructura se ubicará en la zona de ola rota para maximizar su capacidad de disipación energética. El diseño deberá incorporar geometrías escalonadas, materiales rugosos y una morfología integrada en el entorno, reduciendo la reflexión del oleaje y favoreciendo su interacción con los sedimentos.

Dimensión y configuración del vaso del charco

Se definirán una profundidad y geometría adecuadas para asegurar su funcionalidad hidráulica y ecológica, manteniendo al mismo tiempo su compatibilidad con los procesos litorales naturales.

Retención del callao

La solución debe permitir la retención y estabilización del material de playa, recreando de forma parcial la sección de playa natural perdida en los últimos años y reduciendo las tasas de erosión.

Monitoreo

La actuación incluirá un plan de seguimiento técnico y ambiental para evaluar el comportamiento de la infraestructura en el tiempo. Se controlarán aspectos como la dinámica costera, la disipación del oleaje, la estabilización del callao, la colonización biológica y el mantenimiento de usos compatibles. Se definirán indicadores, puntos de control y frecuencias de medición para facilitar decisiones adaptativas. Este monitoreo permitirá validar la solución como modelo de adaptación y garantizar su replicabilidad, incluyendo simulaciones proyectadas para 2050 y 2100.

Materiales ecológicos y fomento de la biodiversidad

Se utilizarán materiales ecológicos, como hormigones de EConcrete, diseñados para favorecer la colonización biológica. Se priorizarán superficies y texturas que faciliten la fijación, refugio y reproducción de las especies objetivo.

Mayor absorción del oleaje y efectos en las olas de surf

Dada la presencia de varias rompientes de interés, se incorporará como criterio técnico la necesidad de minimizar alteraciones en el patrón de rotura del oleaje.

Modelo replicable y escalable

El diseño se deberá contemplar como una solución modular y adaptable a otros contextos costeros con condiciones similares.

Mantenimiento

Aunque la infraestructura estará diseñada para requerir un mantenimiento mínimo, se prevén tareas preventivas y correctivas como revisión estructural, reposición de callao, limpieza de sedimentos y retirada de residuos. El plan de mantenimiento se ajustará a los resultados del monitoreo y deberá ser viable técnica y económicamente para las administraciones o la comunidad local.



Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) en San Felipe.
Autor: proyecto LIFE COSTAdapta.



Conclusiones

LIFE COSTAdapta plantea una solución innovadora, blanda y basada en la naturaleza para hacer frente a los crecientes riesgos climáticos en la costa de San Felipe, combinando protección costera, regeneración ecológica y participación ciudadana. Inspirada en los charcos de marea tradicionales del litoral canario, la infraestructura *tidal pool-reef* busca absorber el oleaje, estabilizar el sedimento, fomentar la biodiversidad marina y mantener los usos recreativos y culturales del litoral. Es una alternativa menos invasiva que las infraestructuras duras o de alto coste social, desarrollada con base científica y técnica rigurosa, legalmente viable. **El proyecto se alinea con políticas de adaptación al cambio climático** a escala local, nacional y europea, y aspira a convertirse en un modelo replicable de intervención costera sostenible, integrando ciencia, tradición y comunidad para mejorar la resiliencia del litoral.

NATALIE

Mejora de la calidad de agua de escorrentía mediante la implementación de SUDS en la Charca de Maspalomas.

Consejo Insular de la Energía de Gran Canaria (CIEGC)
Cabildo de Gran Canaria



SBN aplicadas

Sistema de bioretención.



Actuaciones

- Instalación de sensores para el monitoreo de la calidad y cantidad de agua pluvial que llega a la Charca tanto por escorrentía superficial como por infiltraciones subterráneas.
- Diseño e implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como zanjas filtrantes vegetadas y sistemas de bioretención (parterres inundables).
- Aumento de la permeabilidad urbana y mejora de la respuesta de la cuenca ante episodios de lluvias, junto con la creación de espacios verdes que refuerzan la sostenibilidad y resiliencia ambiental.

El objetivo principal del proyecto Natalie es reforzar la resiliencia ecológica e hídrica de la Charca de Maspalomas y el barranco de Maspalomas, mediante la mejora de las infraestructuras de drenaje.

Esta actuación proporcionará una gestión más eficiente de las aguas pluviales procedentes de lluvias torrenciales puntuales asociadas a fenómenos climáticos adversos mediante la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), lo que contribuirá de forma significativa a la reducción de la carga contaminante que es vertida en este ecosistema de alto valor ecológico.

La Charca de Maspalomas, localizada en el sur de la isla de Gran Canaria, es un humedal costero salobre dentro de la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas. Esta zona presenta problemas de calidad del agua debido, entre otros factores, a vertidos contaminantes.

Web del proyecto



Los impactos del cambio climático representan una amenaza crítica para los ecosistemas naturales, el bienestar social y el desarrollo económico a escala global. Regiones insulares como Gran Canaria están más expuestas a fenómenos adversos como olas de calor, sequías, lluvias extremas y subida del nivel del mar, debido a su especial vulnerabilidad geográfica, escasez de agua dulce, presión turística y la limitada disponibilidad de suelo. Además, la presión humana, sumada a los efectos del cambio climático, agrava la fragilidad de los ecosistemas insulares, favoreciendo la pérdida de biodiversidad, la expansión de especies invasoras y el deterioro de hábitats sensibles.

Ante este escenario, resulta indispensable avanzar hacia modelos de desarrollo que integren medidas de conservación y adaptación, mediante estrategias como las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), capaces de incrementar la resiliencia territorial, reforzar los servicios ecosistémicos y fomentar una gobernanza más inclusiva y participativa. En esta línea, **el proyecto Natalie promueve la implementación de SbN como vía eficaz de adaptación climática**, combinando modelización, participación social, diseño técnico e intervención ecológica.

El proyecto Natalie

Natalie (Nature-based Solutions for Climate Adaptation and Resilience), financiado por los fondos Horizon Europe, cuenta con un presupuesto total de 15 millones de euros, 43 socios de 13 países europeos y una duración de 2023 a 2028.

Este proyecto desarrolla herramientas replicables para diseñar, implementar y validar SbN en 8 casos de estudios piloto (incluido el de Maspalomas, Gran Canaria) y en cuatro regiones seguidoras (Figura 1).

Su objetivo es fortalecer la adaptación climática en territorios vulnerables y promover su transferencia a otros contextos.



Mapa de alcance del proyecto Natalie.
Autor: Página web del proyecto.

CS#1-Flood and Wildfire risk mitigation in Greece.

DS#1 - Lelantine plain - GR

CS#2-Fresh water habitat restoration in urban ecosystems in Romania

DS#2 - Vacaresti Natural Park - RO

FL#2 - Bucharest Children World Park - RO

CS#3-Constructed wetlands in Latvia and Lithuania

DS#3 - Zemgale Region - LV

FL#3 - Lithuania - LT

CS#4-Alternative water management solutions in Spain Archipelagos

DS#4 - Canary Islands - SP

FL#4 - Baleares - SP

CS#5-Aquifer recharge for water reuse in Belgium

DS#5 - Blue Horizon Limburg - BE

CS#6-Aquatic system restoration and water management in France

DS#6 - Vienne River - FR

FL#6 - Grand Est - FR

CS#7-Coastal management with NBS in Iceland

DS#7 - Arctic - IS

CS#8-Sustainable river restoration, maintenance and management in Italy

DS#2 - Venice - IT





Aplicación del proyecto Natalie en Gran Canaria

El núcleo de intervención del proyecto Natalie en Gran Canaria es la Charca de Maspalomas (Figura 2), ubicada en el municipio de San Bartolomé de Tirajana, es una laguna costera de aguas salobres que junto con el sistema dunar y el palmeral adyacente conforman la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas y se encuentran incluidos en la Red Natura 2000. Esta zona húmeda sirve como refugio y lugar de descanso para aves migratorias, algunas de ellas amenazadas, y alberga hábitats prioritarios reconocidos por la normativa europea. Sin embargo, enfrenta graves amenazas por la escorrentía urbana contaminante, la carencia de red pluvial separativa y la presión turística. Estos factores degradan la calidad del agua y aumentan la vulnerabilidad climática del sistema.

En respuesta a esta problemática, en el marco del proyecto europeo Natalie, se seguirá una metodología integral, orientada a la identificación, análisis y mitigación de la contaminación en la charca de Maspalomas. Esta metodología combina técnicas de monitoreo, análisis y modelización que buscan garantizar una gestión sostenible del agua de lluvia, preservando su calidad ambiental y biodiversidad.



Imagen aérea de la Charca de Maspalomas.

Marco normativo

La Charca de Maspalomas está integrada en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas, declarada por la Ley 12/1987 de Espacios Naturales de Canarias, y actualmente regulada por la Ley 4/2017, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias, que establece su régimen jurídico de conservación. Desde el punto de vista hidráulico, la charca forma parte del dominio público hidráulico, estando regulada por el Real Decreto Legislativo 1/2001. Su gestión debe alinearse con la planificación de la Demarcación Hidrográfi-

ca de Gran Canaria, y cualquier actuación requiere autorización administrativa. Además, está integrada en la Red Natura 2000 como Zona de Especial Conservación (ZEC ES7010029) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA ES 0000046), conforme a las directivas europeas Hábitats (92/43/CEE) y Aves (2009/147/CE). Como humedal, está también inscrita en el Inventario Español de Zonas Húmedas, lo que refuerza su relevancia a nivel nacional.



Presentación del proyecto durante el segundo Transformation Lab.

Jornadas de participación ciudadana



En el marco del proyecto Natalie se contempla la celebración de cinco jornadas de participación ciudadana o Transformation Labs con presencia de actores públicos y privados.

Hasta el momento se han celebrado dos jornadas, que han sido dinamizadas y organizadas junto al equipo de We&B.

En la primera sesión, se trabajó en la identificación de los principales riesgos percibidos por la ciudadanía en la zona, así como en la propuesta inicial de posibles soluciones co-creadas. La segunda sesión consistió en el desarrollo de las soluciones propuestas, organizando grupos de trabajo, seleccionando las ideas más viables y estableciendo una hoja de ruta para avanzar en cada una de ellas.

Estudios previos

Se han desarrollado modelos hidrológicos e hidrodinámicos con herramientas 1D/2D para simular escorrentía superficial, el comportamiento del acuífero y la interacción con redes de aguas residuales y pluviales.

La modelización permite identificar puntos críticos y evaluar la eficacia de las SbN propuestas. Los datos se obtienen mediante sensores, limnímetros y piezómetros, y se validan con parámetros físico-químicos como fósforo, nitrógeno, sólidos en suspensión, metales pesados, DQO y DBO.



Diseño técnico de la solución planteada

La intervención plantea dos sistemas SUDS, una zanja filtrante vegetada de gravas que recogerá el agua pluvial proveniente de la calle Oceanía y un sistema de bioretención como medida de gestión sostenible del agua pluvial, en concreto un parterre inundable con capas de grava y sustrato vegetal ubicado en las cotas inferiores del proyecto. Este sistema permite la retención temporal, filtración y depuración del agua antes de su liberación al medio. Para evaluar la eficacia del sistema se estudiará la eliminación de contaminantes emergentes o microplásticos.

Respecto a la vegetación, se incluirá una selección de especies de flora nativa presentes en la zona de actuación y sus alrededores, priorizando aquellas de fácil manejo, valor estético y capacidad para enriquecer la biodiversidad local. Además, se propone la incorporación de especies nativas de interés adaptadas a las condiciones bioclimáticas del entorno como, por ejemplo: *Asteriscus graveolens* (botonera) y *Astydamia latifolia* (lechuga de mar), u otras especies palustres que contribuirán a la funcionalidad ecológica y paisajística del sistema.



Modelización del sistema. Planta general.
Autor: AQUATEC.

Monitoreo

Para identificar los puntos críticos se plantea la recogida y análisis de muestras en los puntos más representativos del ciclo urbano del agua durante episodios de precipitación superiores a 5 mm, ya que es en estas condiciones cuando es más probable que se generen vertimientos de la red pluvial a la charca. El monitoreo consistirá en el análisis de los parámetros físico-químicos y biológicos citados en los estudios previos.

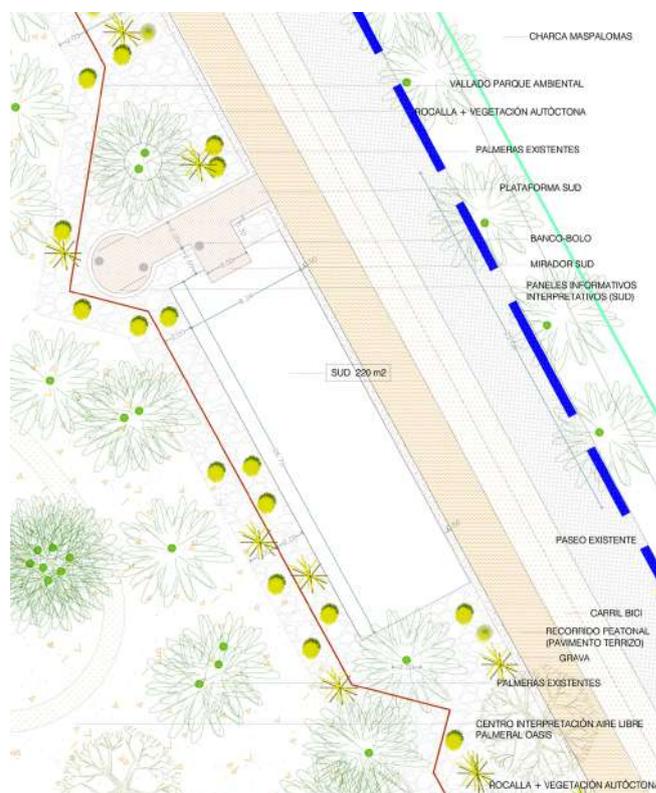
Mantenimiento de las SUDS

El correcto funcionamiento de las SUDS diseñadas requiere la implementación de un programa de mantenimiento periódico y estructurado.

Las tareas fundamentales del mantenimiento incluyen:

- Detección y eliminación de sedimentos y residuos acumulados
- Poda y mantenimiento de la vegetación
- Eliminación de especies invasoras
- Verificación del correcto drenaje tras episodios de lluvias intensas
- Reemplazo del material filtrante cada 5 a 10 años según su estado
- Mantenimiento del sistema de entrada y salida de agua
- Reposición de plantas muertas o dañadas
- Control de erosión en taludes
- Limpieza de los sistemas de pretratamiento y arquetas de salida.

La implementación efectiva de estas tareas se enfrenta a diversas barreras, entre ellas, la falta de presupuesto asignado al mantenimiento, la escasez de personal cualificado, la ausencia de protocolos o la falta de coordinación entre entidades responsables. Superar estas limitaciones resulta clave para garantizar la durabilidad, funcionalidad y valor ecológico de las infraestructuras verdes instaladas en el marco del proyecto Natalie.



Modelo de SUDS (sistema urbano de drenaje sostenible) preliminar. Autor: AQUATEC.

Conclusiones

El proyecto Natalie busca reforzar la resiliencia de un ecosistema costero singular, como es la Charca de Maspalomas, frente al cambio climático y la presión antrópica, mediante la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN). A través de la combinación de modelización técnica y científica, restauración ecológica, funcionalidad urbana y gobernanza participativa, se propone la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como medida clave de adaptación. Las jornadas participativas han permitido integrar el conocimiento local en el diseño de la solución, que aspira a ser replicable en otros contextos costeros e insulares. Para lograrlo, se requiere una gestión cuidadosa que asegure la compatibilidad entre los usos del territorio, reforzando la resiliencia y promoviendo una adaptación climática eficaz y socialmente legitimada.



Las Galletas

Proyecto de acción climática del frente marítimo de Las Galletas en Tenerife.

Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental.
Consejería de Transición Ecológica y Energía. Gobierno de Canarias.



SBN aplicadas

Regeneración de playas y sistemas intermareales.



Actuaciones

- Eliminación y reubicación de la vía costera existente, liberando el espacio litoral ocupado por infraestructuras para destinarlo a usos ambientales y de protección frente a riesgos costeros.
- Ampliación de la playa seca en un tramo de 425 metros de costa, con una anchura adicional de 60 metros, para mejorar la absorción del oleaje y reforzar la adaptación al cambio climático.
- Restauración ambiental del frente litoral, mediante la creación de una franja natural con dunas y vegetación costera, y la recuperación de un humedal intermareal con una superficie nueva de 6 hectáreas para drenaje natural y defensa frente a inundaciones.

El proyecto tiene como objetivo la renaturalización del frente marítimo de la playa de Las Galletas, mediante la recuperación de ecosistemas intermareales y la creación de charcos mareales. Esta actuación permitirá reforzar la protección natural frente a la erosión y la subida del nivel del mar, mejorando la biodiversidad y la calidad ambiental del entorno.

La intervención se apoya en la reubicación de la actual vía costera para liberar espacio y restaurar la dinámica natural del litoral, integrando soluciones basadas en la naturaleza que aumenten la resiliencia costera y el uso público sostenible del frente marítimo.

Email del proyecto



El litoral de Las Galletas, situado en el sur de Tenerife, **es un espacio frágil y singular** que se enfrenta a una creciente presión urbana y a los impactos del cambio climático. Inundaciones costeras, retroceso de la línea de costa y degradación de hábitats naturales son algunas de las amenazas que ya se manifiestan y que se verán agravadas en el escenario futuro de altas emisiones (RCP 8.5) con horizonte 2050.

Para hacer frente a esta situación, el **Gobierno de Canarias** impulsa un ambicioso **Proyecto de Acción Climática**, amparado en la nueva figura jurídica creada por el Decreto-ley 5/2024, de 24 de junio, por el que se modifica la Ley 6/2022, de 27 de diciembre, de cambio climático y transición energética de Canarias. Este instrumento permite actuar de manera ágil y coordinada en zonas prioritarias para la adaptación, con una visión integral y colaborativa permitiendo declarar el interés general de las actuaciones, definir su ámbito prioritario y simplificar los trámites administrativos.

En el caso de Las Galletas, el proyecto ha sido promovido por la **Viceconsejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Energía del Gobierno de Canarias**, y ha sido aprobado con la participación del Cabildo de Tenerife y del Ayuntamiento de Arona. Dentro de este marco de cooperación interadministrativa representa una oportunidad única para renaturalizar, proteger y transformar su frente marítimo.



Esquema general de la playa ampliada, humedal y franja de transición natural.

Diagnóstico territorial y climático



La franja litoral de Las Galletas presenta una intensa ocupación urbana que ha reducido su capacidad natural de amortiguación frente a los temporales. El vial "Avenida del Atlántico", trazado junto al borde marino, actúa como una barrera artificial que impide la evolución natural del sistema costero y que ha sufrido frecuentes daños por oleaje. La playa ha perdido sección activa y el humedal costero ha quedado desconectado y degradado.

Todo ello en un entorno catalogado como Zona de Alto Riesgo Acumulado (hotspot TF-9) según el PIMA Adapta Costas de Canarias.

El escenario considerado para este proyecto es el más exigente: subida del nivel medio del mar en 2050, bajo RCP 8.5, y condiciones de temporal con periodo de retorno de 100 años (TR100). Este marco sirve para garantizar que las soluciones propuestas tengan efectividad real y duradera.



Estado actual de la Avenida del Atlántico, vial costero a reubicar para liberar espacio litoral y reducir la exposición a temporales.



Estado de la Avenida del Atlántico durante las obras de reparación tras un temporal.

Líneas estratégicas del proyecto de acción climática

El proyecto se articula en torno a tres líneas estratégicas que responden de forma coordinada a los riesgos del cambio climático sobre el litoral de Las Galletas y su entorno urbano. El eje central de la intervención es la **renaturalización** del frente litoral, que permite recuperar funcionalidad ecológica y resiliencia costera. Para ello, otras acciones como la reubicación de la vía costera se plantean como medidas habilitadoras al servicio de esa recuperación.



Renaturalización del frente litoral

Esta actuación tiene por objeto recuperar la dinámica natural del sistema litoral. Se intervendrá sobre un tramo de 425 m de costa para ampliar la playa seca en 60 m de ancho, generando una franja de amortiguación ante el oleaje y reforzando la capacidad de adaptación al cambio climático.

Además, se restaurará un antiguo humedal intermareal de casi 6 hectáreas (54.000 m²), que actuará como espacio de retención, filtrado ecológico y biodiversidad costera. Entre la playa y el humedal, se generará una franja de transición con vegetación autóctona, sistemas dunares y charcos mareales, consolidando un corredor natural que sustituye a las actuales superficies degradadas.



Reubicación de la vía costera

La actual "Avenida del Atlántico", construida junto al borde marino, ha quedado altamente expuesta a temporales y limita la evolución natural de la costa. Su reubicación hacia el interior se plantea como una medida necesaria para liberar el frente litoral, permitir su restauración y reducir costes de mantenimiento futuro.

Este retranqueo se integrará en la red viaria existente y permitirá reconfigurar el espacio costero como una infraestructura natural de defensa, en lugar de una franja rígida y vulnerable.



Protección del núcleo urbano

La tercera línea estratégica del proyecto se centra en la protección directa del núcleo urbano de Las Galletas frente a los riesgos derivados de inundaciones marinas y fenómenos climáticos extremos. En este ámbito urbano consolidado, las soluciones previstas son distintas de las contempladas para el frente naturalizado y se abordarán con intervenciones específicas.

Aunque las actuaciones de renaturalización no se aplican directamente en esta zona, el proyecto plantea una solución integral para todo el conjunto del frente litoral. En el núcleo urbano, se estudiarán medidas técnicas específicas de contención, drenaje, rediseño de cotas y adaptación del espacio urbano a la nueva realidad climática, con el objetivo de reducir su exposición al riesgo sin comprometer su funcionalidad ni su accesibilidad.

Cada tramo del litoral, desde la zona naturalizada hasta el casco consolidado, cumple una función complementaria en el sistema general de adaptación costera propuesto por el proyecto.



Imágenes de la Avenida del Atlántico, frente al borde marino, que será reubicada para reconfigurar el espacio costero.



Plano del nuevo trazado viario proyectado en sustitución de la actual vía costera.



Impactos esperados

El proyecto de acción climática transformará radicalmente el frente marítimo de Las Galletas.

La eliminación de barreras artificiales, la recuperación del sistema natural y la protección del casco urbano generarán una costa más resiliente, segura y viva.

Se espera una mejora significativa en la biodiversidad, una reducción clara del riesgo de daños por temporales y una revalorización del entorno para el uso público. La playa, el humedal y los espacios intermedios se convertirán en lugares de encuentro, educación ambiental y disfrute.



Conclusión

Las Galletas es un **ejemplo de actuación pública integral y adaptativa frente al cambio climático.**

No se trata solo de proteger un espacio costero vulnerable, sino de transformarlo en una oportunidad para la regeneración ambiental, la seguridad urbana y la mejora del paisaje.

Gracias a la visión técnica, la voluntad política y la colaboración institucional, este proyecto se convertirá en un referente para futuras intervenciones en el litoral canario y en otros territorios insulares con riesgos similares.

AdaptaBlues

Adaptación al cambio climático mediante la restauración estuarina

Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria



SBN aplicadas

Restauración de ecosistemas estuarinos para favorecer la acreción sedimentaria.



Actuaciones

- Contactos con las administraciones y usuarios del entorno.
- Plantación de especies de marisma.
- Instalación de una empalizada de madera que favorezca la acreción sedimentaria y regulación de flujo hasta la maduración de las comunidades vegetales.

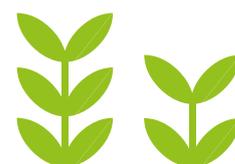
[Web del proyecto](#)

El objetivo general del proyecto es demostrar el valor de la conservación de ecosistemas estuarinos en la adaptación al cambio climático, poniendo de manifiesto los co-beneficios de la restauración de la integridad ecológica del estuario en la conservación de la biodiversidad (p.e. control de especies invasoras) y la mitigación del cambio climático (secuestro de carbono).

Debido a su importancia para el desarrollo económico de las poblaciones costeras, los estuarios europeos se encuentran sometidos a una gran presión antrópica que ha supuesto una alteración de sus valores naturales, su resiliencia y su capacidad de adaptación. Así, en el estuario del Mondego (Coimbra), los usos históricos del estuario han favorecido la erosión de las márgenes estuarinas y la desaparición de los hábitats naturales del estuario, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a los riesgos costeros asociados al cambio climático.

El **proyecto LIFE ADAPTA BLUES** tuvo por objeto **demostrar que la conservación y restauración de ecosistemas estuarinos** es una aproximación eficiente para **lograr una adaptación al cambio climático en las zonas costeras del Atlántico**, reduciendo su riesgo y contribuyendo a mitigar sus efectos.

Uno de los primeros pasos para promover el uso de **soluciones basadas en la naturaleza (SbN)** en las zonas costeras se centra en evaluar los diferentes servicios que las comunidades vegetales estuarinas pueden proporcionar a la sociedad, y al medio ambiente, respecto a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. Para ello, **se desarrollaron procedimientos estandarizados para la evaluación de los servicios climáticos** aportados por los ecosistemas estuarinos (protección y secuestro de carbono) y, con base en dichos servicios, se desarrolló una actuación de restauración de hábitats de marisma en el estuario del río Mondego (Portugal), en un área con riesgo de erosión e inundación.



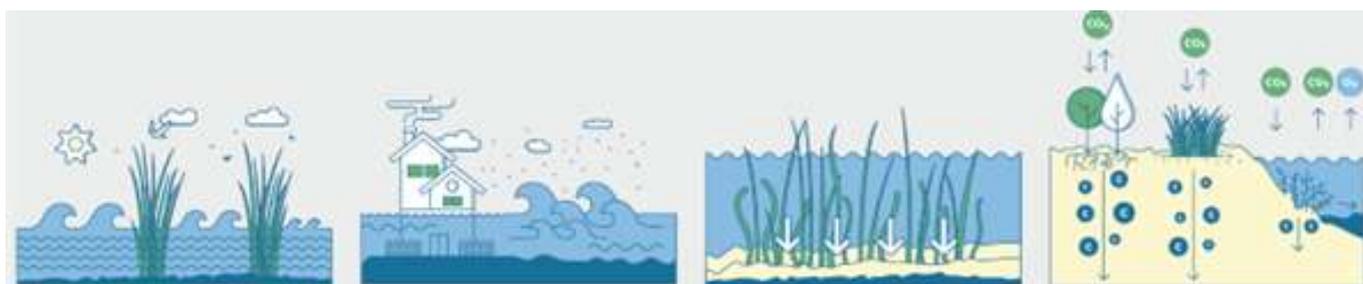
Diseño del proyecto, herramientas y metodología



Teniendo en cuenta que uno de los elementos clave para el diseño y puesta en marcha de SbN es el proceso de co-diseño y la participación de los stakeholders, uno de los elementos clave del proyecto LIFE AdaptaBlues fue el diseño de herramientas que faciliten la difusión de la información y el conocimiento sobre los efectos del cambio climático y las posibles soluciones en el ámbito costero.

Así, junto con el desarrollo de una metodología para el cálculo del riesgo de inundación en los estuarios europeos, y la elaboración de mapas de riesgo para la identificación de las áreas más sus-

ceptibles frente a la inundación y erosión costeras, se diseñó un catálogo de medidas de adaptación aplicables en el ámbito costero. Este catálogo, en el que se promueven las SbN, es una herramienta de ayuda a las administraciones, técnicos y comunidades para prepararse frente a los impactos del cambio climático, ya que proporciona orientación práctica sobre posibles medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia frente a los efectos del cambio climático, tales como el aumento del nivel del mar y las inundaciones.



Síntesis de los servicios ecosistémicos climáticos proporcionados por la vegetación estuarina: atenuación del oleaje, reducción del riesgo de inundación, acreción del sedimento y secuestro de carbono.

Resultados



Por otro lado, continuando con las acciones de información y diseminación, se ha desarrollado un programa de capacitación especializado con el que mostrar los diferentes enfoques de adaptación de las áreas estuarinas frente a los efectos del cambio climático, mejorando las habilidades de los estudiantes en la evaluación de riesgo y mostrando la potencialidad de las SbN como medidas de adaptación y mitigación. Asimismo, el programa desarrolla un análisis de las posibles fuentes de financiación alternativas para la puesta en marcha de estas medidas de gestión basadas en la conservación de los valores naturales, tales como la implicación del sector de los seguros, presentando ejemplos de su desarrollo en costas atlánticas americanas.

De este modo, el proyecto no sólo contribuye al desarrollo de herramientas para la adaptación frente al cambio climático, sino que también promueve la conservación de los hábitats de la red Natura 2000 mediante la puesta en marcha de medidas de restauración estuarina en forma de soluciones basadas en la naturaleza, proporcionando un vínculo entre la adaptación al cambio climático y la aplicación del Reglamento de Restauración de la Naturaleza de la Unión Europea.



ADAPTA BLUES



SISTEMA DUNAR

Depósitos de arena y grava moldeados por el viento y el oleaje sobre la banda costera. Presentan un papel de protección de las zonas costeras adyacentes en la parte superior de la playa. Asimismo, almacenan sedimentos durante las condiciones de calma y los suministran a la playa cuando ésta se ve afectada por condiciones de oleaje de alta energía (French, 2001), contribuyendo a la reducción de la erosión mediante una disipación más eficaz de la energía de las olas y evitando la erosión tierra adentro.

ESTRUCTURAL EDS

PROTECCIÓN CON REFUERZO

ESCALA DE ACTUACIÓN

Local

RIESGO / IMPACTO SOBRE EL QUE SE ACTÚA









Cartaberos de arena en Folkestone, Estados Unidos. Fuente: NOAA

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

-    
-    
-    
-    

REFERENCIAS

<https://coastalscience.noaa.gov/news/the-effect-of-sand-fencing-on-the-structure-of-natural-dune-systems/>

<http://www.mingor.net/localities/trigg.html>

https://climate-adapt.europa.eu/en/miudadela/adaptation-options/dune-construction-and-strengthening/#costs_benefits%2AEn%20las%20Bhas%20de%200m%3A1r%20v%20informac%3%83n%20de%20los%20costos

INDICADORES

Eficacia	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Adaptabilidad / Flexibilidad	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Robustez	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Integrabilidad	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Durabilidad	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Valor ambiental	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Dimensión social	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Eficiencia	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Equidad	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Coste de implementación	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Coste de mantenimiento	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Tiempo de implementación	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Tiempo hasta resultados	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Efectos sobre mitigación	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Factibilidad	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Brechas de conocimiento	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>
Efectos sobre DRM	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #00728f;"></div>

Ejemplo de una medida de adaptación integrada en el catálogo de medidas de adaptación frente a los efectos del cambio climático en estuarios Atlánticos Europeos.



CONAMA

María de Molina, 5, 1D
28006 Madrid (España)

Tel. +34 91 310 73 50

conama@conama.org
www.fundacionconama.org