
OBJETIVO 1.2

Desarrollar, validar e implementar un conjunto multi- e interdisciplinar de herramientas y/o tecnologías que permitan mejorar de forma significativa el seguimiento y monitorización del ecosistema marino proponiendo nuevos mecanismos para la monitorización del medio marino fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas marinos favoreciendo la creación de redes de vigilancia y servicios de monitorización, restauración y biorremediación de ecosistemas impactados.

Conexión con las líneas de actuación del plan nacional

Líneas de actuación A1: Observación y monitorización del medio marino y litoral

Actuación A1.9: Desarrollo de protocolos y planes de actuación para reducir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de los ecosistemas marinos a los cambios globales y otras amenazas. Se crearán diferentes redes de vigilancia (epidemiológico medio natural; contaminación biológica y química; genómica del medio marino, para seguimiento de la salud de los ecosistemas; seguridad alimentaria de los productos marinos; especies exóticas invasoras) y una red interregional de seguimiento en los espacios marinos protegidos, en ecosistemas singulares. Desarrollo de programas de restauración y biorremediación de ecosistemas impactados: estructuras para aumentar la biodiversidad y recuperación de los servicios ecosistémicos marinos. Elaboración participativa de mecanismos (instituciones, procesos y normas) de toma de decisiones para la mitigación de los impactos ambientales, con la inclusión de todos los actores y usuarios de la franja litoral y marina (administraciones, sectores económicos, ONGs, científicos, etc.), para una mejor gobernanza marina.

Descripción de tareas

Tarea 1.2.1 (M12-M18) - Desarrollo de Sensores Físicos para medidas de variables ambientales y de Nodos Sensores y protocolos de comunicación- Evaluación de sensores y toma de datos periódicos de los principales parámetros de la columna de agua.

Responsable: UPV3

Participantes: UA4, UA8, UCV1

Resultado: Se ha desarrollado e implementado un conjunto de sensores físicos e inteligentes para el monitoreo de la calidad del agua, centrados en la medición de parámetros críticos como salinidad, temperatura, turbidez y intensidad lumínica. Estos sensores se han integrado en nodos IoT multiparamétricos de bajo coste conectados mediante protocolos estándar (HTTP/MQTT) y comunicados con una plataforma de observación marina que recopila los datos en tiempo real. Se han desarrollado y validado sistemas IoT para la vigilancia continua de la temperatura y la salinidad del agua. Entre los objetivos alcanzados destacan la calibración y validación de los sensores y la formulación de un modelo de estimación precisa de la salinidad basado en la conductividad eléctrica y la temperatura y de un sensor óptico de bajo coste para la medición y clasificación de la turbidez del agua, que emplea técnicas de aprendizaje automático para mejorar la precisión de las mediciones. Se ha desarrollado un sistema para la estimación de oxígeno disuelto mediante absorción de luz ultravioleta (UV), enfocado en medir la saturación y concentración de oxígeno disuelto en diferentes tipos de agua (dulce, salobre y destilada). Los nodos desarrollados han sido validados experimentalmente en entornos controlados de laboratorio.

Grado de consecución: 100%

Impacto: Se han generado varios prototipos de dispositivos físicos y bases de datos, se han publicado numerosos artículos, y se ha comenzado el proceso para registrar una patente.

Tarea 1.2.2 (M1-M48) - Creación de Modelos de Cambios Espacio Temporales en playas - Cuantificación de aportes sedimentarios fluviales y acciones humanas que impactan en la morfología de las playas. Seguimiento de la evolución de la línea de costa y zona sumergida.

Responsable: UPV6

Participantes: UCV1

Resultado: Se han optimizado una serie de herramientas que han permitido explotar la información procedente de imágenes de satélite para caracterizar las dinámica morfo-sedimentaria de las playas. Se ha avanzado no solo sobre ambientes micro-mareales, sino también meso y macromareales. En las costas valencianas donde se han extraído todas las líneas de costa posibles de todas las imágenes de los satélite Sentinel 2 y Landsat (5,7,8,9) libres de nubes. Con ellas se han generado: i) Modelo Espacio-Temporal de ancho de playa y de cambio de ancho de playa organizado por términos municipales, ii) se han extraído las líneas de costa medias anuales con un dato de posición media anual cada 10 m, iii) Se han calculado las tasas de cambio de esas líneas medias y esa información se ha dejado disponible en el Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana. Se ha generado una nueva metodología para aprovechar las series de fotografías aéreas tomadas para conformar las ortofotos anuales (del Institut Cartogràfic Valencià) y con ellas obtener Modelos Digitales de Superficie con los que cuantificar los cambios tridimensionales de playas y dunas. Se ha aplicado a toda la costa valenciana para las series de fotografías tomadas en 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022. La colaboración entre los grupos UPV6 y UCV1 se ha programado la posible instalación de un sistema de video-monitorización costera en zonas altamente vulnerables al cambio climático

Grado de consecución: 100%

Impacto: Se ha implementado una capa (mapa) en el Visor Cartográfico de la Generalitat con las tasas de cambio en todas las playas, con datos cada 10. Se ha abierto una colaboración muy directa el Instituto de Hidráulica de Cantabria (IHC) como socio en Thinkinazul para detectar cambios precisos en playas macromareales y relacionarlos con los condicionantes oceánicos (oleaje y marea). Todas estos avances técnicos y metodológicos han de poder integrarse en el futuro

Observatorio Marino y Litoral.

Tarea 1.2.3 (M1-M48) - Concentración y tratamiento de contaminantes emergentes en agua contaminada (CEs) mediante procesos de membrana (Nanofiltración) - Desarrollo de un sistema de metabolómica para identificar biomarcadores en peces a través de herramientas basada en UHPLC-HRMS en diferentes peces. Desarrollo de métodos para la identificación de microplásticos y nanoplásticos. Estudios de la eficacia de bioindicadores de metales pesados y contaminantes orgánicos.

Responsable: UV4

Participantes: UCV1

Resultado: Se ha desarrollado una herramienta de metabolómica para identificar contaminantes, metabolitos y compuestos endógenos en tejidos y biofluidos de peces basada en métodos 'non target' con identificación de las sustancias en el plasma. Los resultados han desarrollado una base de datos de biomarcadores plasmáticos, para descubrir perfiles metabolómicos e identificar biomarcadores alterados por exposición a contaminantes. Se está evaluando una herramienta metabolómica de alto rendimiento no lesiva para la biota acuática, para establecer el exposoma de peces. Se ha puesto a punto un método de extracción, separación y determinación, de microplásticos (MPs) y nanoplásticos en distintas matrices (agua, suelo y sedimento). Se ha analizado la degradación de plásticos (tejidos sintéticos) y contaminantes emergentes. Se ha evaluado el potencial biomonitor de *Scyliorhinus canicula* para metales pesados (Pb, Cd, y Cu) y se ha comparado la acumulación en *S. canicula* y de *Merluccius merluccius*. Se ha estudiado la exposición de adsorción de contaminantes en cápsulas ovígeras de huevos de *S. canicula*. Esta especie puede revelar puntos calientes de Pb y Cd estables en el fondo marino siendo una herramienta eficaz para el seguimiento de los ecosistemas marinos.

Grado de consecución: 100%

Impacto: Herramientas metabolómicas y exposoma de peces para incidencia de contaminantes emergentes. Técnicas de análisis (plasma y órganos) para fisiología sobre respuestas observadas. Herramientas para determinación, caracterización y evaluación de microplásticos (MPs) y nanoplásticos en entornos costeros y marinos evaluando eficacia de índices y degradación. *S. canicula* como biomonitor de metales pesados. Estudio de nuevos bioindicadores.

Tarea 1.2.4 (M18-M48) - Desarrollo de detectores de electrones de baja energía y bajo fondo para poder medir la acumulación de radiotrazador ^{45}Ca en diferentes especies marinas en ecosistemas controlados –

Responsable: CSIC5

Resultado: Se ha desarrollado un detector basado en centelleo líquido. Se ha medido efectos de acidez en la calcificación de corales. Se están finalizando los tests de un segundo detector basado en fibras plásticas centelleantes para medir moluscos. El trabajo de caracterización estará finalizado a final de 2025.

Grado de consecución: 100%

Impacto: Se han publicado 2 artículos SCI y 4 presentaciones en congresos.

Tarea 1.2.5 (M18-M42) - Estudio de los métodos electrolíticos en agua de mar, utilizando corriente de la red general y paneles fotovoltaicos - Diseño y construcción de arrecifes artificiales de fácil transporte y ensamblaje y seguimiento de la comunidad de biofouling en las diferentes etapas de sucesión en medios portuarios y naturales.

Responsable: UA2

Resultado: Fabricación de módulos carbonatados en paralelepípedo con corriente fotovoltaica de paneles solares con diferente superficie y batería de almacenamiento, dando buenos resultados con los de menor superficie. La difracción de Rayos X muestra un alto contenido de aragonito en el material que constituye los depósitos carbonatados. Al compararlo con

estructuras carbonatadas orgánicas: concha de molusco (*Anomia*) y esqueleto de coral (*Oculina*), ha mostrado más afinidad por los corales, donde el aragonito, también es predominante. Se ha completado una sucesión anual de las estructuras fondeadas en el Club Náutico de Santa Pola (CNSP) con 3 módulos y Reserva Marina de Tabarca (RTM) (6 módulos), mediante un muestreo trimestral (invierno, primavera, verano, otoño). En estas ubicaciones, se ha llevado a cabo el estudio directo del megabentos sésil fijado en los módulos. Se ha completado la fabricación de estructuras de geometría más compleja que pueden servir de atracción a buceadores deportivos. Se ha iniciado la experiencia de filtración en ambientes controlados (acuarios) con mallas cubiertas de biofouling de un año de sucesión, mediante cultivo de fitoplancton, conteo en placa y control de la turbidez. Se están realizando ensayos de electrolisis de estructuras de mallazo con agua de rechazo de desaladora.

Grado de consecución: 90%

Impacto: Modelo de utilidad aprobado por la Oficina Española de Patentes y Marcas: PT/es2021/070734 Arrecifes Artificiales Carbonatados por Electrólisis en el Mar. Premio FUNDEUN (31ª Convocatoria en la modalidad de "Ciencia y Tecnología Aplicada") y premio IMPULSO (modalidad Spin-Off)

Tarea 1.2.6 (M1-M45) - Diseño de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) para la observación atmosférica -

Responsable: CSIC4

Resultado: El diseño de un vehículo aéreo no tripulado (UAV; "Meteo-Dron") para la mejora de la observación atmosférica en los primeros metros de la troposfera del litoral valenciano se estructuró en dos fases: (a) Diseño de un "Meteo-Dron" de bajo coste y alta resolución desarrollado en colaboración con expertos internacionales, (b) Campañas experimentales en la Comunitat Valenciana. El Meteo-Dron incorpora un algoritmo de corrección del viento ante los movimientos y turbulencia. Las pruebas en el túnel de viento de la UOA permitieron validar dicho algoritmo en distintas condiciones de flujo y turbulencia. El prototipo ha alcanzado el nivel TRL4 (validación en entorno real). Se han realizado pruebas en Nueva Zelanda y ahora en la Comunidad Valenciana, con campañas de monitorización hasta 120 m de altura obteniendo sondeos únicos de la evolución diaria de la atmósfera. Se ha desarrollado software de cálculo de parámetros convectivos para conocer el estado de la atmósfera, y visualización de perfiles verticales. No se han podido hacer pruebas hasta alturas mayores (5000 a 7000 m) por falta de permisos de AESA.

Grado de consecución: 100%

Impacto: El diseño del Meteo-Dron de bajo coste (prototipo en fase TRL4) tiene potencial de sustituir a los radiosondeos operativos, de mejorar la monitorización en tiempo real y predicción de extremos (temporales costeros con impactos en la acuicultura). Además, está teniendo un impacto en su transferencia a la DG de Prevención de Incendios Forestales-GVA y ha suscitado interés de comprar por organismos internacionales (Bomberos Quito - Ecuador).

Tarea 1.2.7 (M24-M48) - Monitorización ambiental de materiales plásticos biodegradables -

Responsable: UA3

Participantes: UCV1

Resultado: Puesta a punto de la metodología de análisis químicos de materiales. Diseño experimental para simular compartimentos ambientales de interés. Optimización de metodología de análisis químico con configuraciones óptimas y desarrollo de nuevos índices de biodegradación. Experimentos de monitorización de polímeros biodegradables expuestos a tres compartimentos marinos simulados en el laboratorio (zona fótica de la columna de agua, la zona afótica de la columna de agua y sedimento marino) durante un año completo. Estudio de monitoreo de basura centrado en botellas, para seguimiento y establecer origen.

Experimento en laboratorio sobre diversidad de microorganismos del sedimento responsables de la degradación de los polímeros. Se han realizado estudios sobre monitorización ambiental de plásticos mediante el uso de tractos gastrointestinales de hembras de *Scyliorhinus canicula* para su evaluación como potencial biomonitor de microplásticos comparativos con otras especies de valor comercial (ej. *Merluccius merluccius* y/o *Conger conger*). Primeros resultados sobre transferencia trófica de microplásticos en holoturias y sedimentos adyacentes. Los primeros resultados en holoturias y sedimentos plantean un nuevo método fácilmente replicable en las matrices del medio marino como nuevo posible estándar de metodología en microplásticos. Estudios in situ (Calpe, Alicante) para estudiar las comunidades microbianas que se desarrollan en superficies plásticas en el proceso de biodegradación.

Grado de consecución: 100%

Impacto: Se ha obtenido información relevante para los gestores ambientales y ayudarlos en el desarrollo de medidas de prevención, adaptación y mitigación de contaminación por basuras. Se ha estudiado el poder como bioindicador de microplásticos de *Scyliorhinus canicula* (datos incluidos en la NOAA (USA). Propuesta de nuevo método en matrices del medio marino como nueva metodología para estudio de MP.

Tarea 1.2.8 (M1-M40) - Estudios de geofísica en la zona de plataforma proximal. Sísmica de alta resolución y Sonar de Barrido lateral -

Responsable: UA6

Resultado: Se ha desarrollado desde cero un barco teledirigido (con sonar de barrido lateral para el estudio de manantiales submarinos y se ha utilizado para la búsqueda de surgencias de agua dulce costeras. Para el trabajo en el medio marino, el barco se ha utilizado como plataforma arrastrada mediante otro barco de forma que se pueda acceder a zonas que por su orografía impiden el trabajo en remoto. Una parte importante del proyecto ha sido la realización de vuelos con drone térmico (tomando imágenes infrarrojas) tras episodios de lluvias para localizar las surgencias costeras de agua dulce que vierten al mar mediterráneo. Se ha desarrollado un procedimiento de cartografía de fondos marinos someros mediante imagen en color, tomada desde drone a baja altura, identificando texturas submarinas y siendo complementaria a la técnica del sonar de barrido lateral. Esta técnica presenta un gran potencial para su aplicación en trabajos de seguimiento de obras de protección de la costa tras temporales. En el primer año se ejecutó una campaña de Sísmica de alta resolución en el sur de la provincia de Alicante, buscando surgencias y las fuentes sísmicas de terremotos recientes.

Grado de consecución: 100%

Impacto: (1) Revisión de las fuentes históricas para buscar las surgencias costeras marinas en las costas de la Comunidad Valenciana. (2) Se realizaron campañas de cartografía térmica, localizándose las surgencias de Aigua Dolça (Dénia) y Torre Badum (Irra) y otra en Río Seco (Pilar de la Horadada) no funcional, pero se ha localizado la grieta. Se ha desarrollado una técnica para cartografía de bloques y costas rocosas desde vuelos con dron

Tarea 1.2.9 (M1-M48) - Sistema de electrofiltración para eliminación de contaminantes en el agua

-
Responsable: UPV11

Resultado: Se ha diseñado una celda de electrofiltración mediante impresión 3D para la eliminación de contaminantes emergentes. Paralelamente se han sintetizado nuevos electrodos cerámicos basado en óxido de estaño dopado con antimonio recubiertos de distintos photocatalizadores de Bi, como el BiFeO₃ y el Bi₂WO₆, así como ferritas (CdFe₂O₄ y ZnFe₂O₄). Se ha llevado a cabo la caracterización electroquímica de la celda de electrofiltración, estudiando el efecto de los caudales de recirculación y de filtración sobre las curvas de polarización. La celda se ha aplicado a la destrucción de un contaminante modelo, el norfloxacino, y se ha demostrado una mejora en la eficiencia de eliminación con respecto a un proceso electroquímico convencional. Del mismo modo se han caracterizado los foto-electrodos y se han aplicado a la destrucción de mezcla de contaminantes (medicamentos, y herbicidas) y a la destrucción de microplásticos utilizando un electrolito mezcla de iones cloruro y sulfato de composición similar a la que se puede encontrar en la albufera de Valencia. Una vez probada la eficacia de los electrodos con disoluciones modelo, se ha trabajado con disoluciones reales provenientes de un hospital, un almacén de naranjas y con aguas de la EDAR de El Saler, consiguiéndose la eliminación del 80% de los contaminantes.

Grado de consecución: 100%

Impacto: Desarrollo de procesos electroquímicos de oxidación avanzada basados en electrodos cerámicos capaces de reducir en un 80 % los contaminantes emergentes en aguas reales procedentes de una EDAR que vierte a la Albufera, por lo que se cumplirían con los requisitos de la nueva normativa europea. Se han expuesto resultados en las redes de excelencia "Aplicaciones Ambientales y Energéticas de la Tecnología Electroquímica" y RECIRCULA.