
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 han desarrollado e implementado sensores para monitorear la calidad del agua, enfocados en distintos parámetros críticos como la salinidad, la temperatura, la turbidez y el oxígeno disuelto. También se han utilizado sensores comerciales, como el DS18B20 para temperatura, y se implementa un nodo ESP32 para la recopilación y envío de datos. Se incluyen la calibración y validación de los sensores y la propuesta de un modelo preciso para medir la salinidad. Se ha desarrollado un sensor óptico de bajo costo para medir y clasificar la turbidez del agua. Los estudios introducen una clasificación de las fuentes de turbidez utilizando aprendizaje automático, Machine Learning. El objetivo es mejorar la precisión de la medición y clasificación de la turbidez a través de modelos como la regresión con procesos gaussianos y el algoritmo K-Nearest-Neighbor.

También se ha estudiado la estimación de oxígeno disuelto mediante absorción de luz ultravioleta, enfocándose en medir la saturación de oxígeno disuelto en muestras de agua mediante el uso de sensores de bajo coste. Se han utilizado modelos de regresión, buscando determinar la concentración de oxígeno en diferentes muestras de agua (como agua de río y destilada). Con la participación de los grupos UA4, UA8 y UCV1 se realizaron pruebas de estanqueidad para incluir los sensores necesarios, el nodo, una interfaz de comunicación y la batería, si bien los resultados no resultaron satisfactorios.

Grado de consecución: 100%

Impacto: Se han publicado 7 artículos asociados a la tarea, destacando los centrados fundamentalmente en el uso de sistemas IoT para la vigilancia continua de la temperatura y salinidad del agua, con el fin de evaluar la salud de los ecosistemas y detectar la contaminación marina, especialmente proveniente de aguas residuales. 4 comunicaciones a congresos. Iniciado registro de patente. Desarrollo de 2 tesis doctorales. Colaboraciones internacionales.

Tarea 1.2.2 (M1-M45) - 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: A partir de las imágenes de satélite se han extraído las líneas de costa de todos los tramos costeros con playas de la costa valenciana entre 1984 y 2022. Se han generado los Modelos Espacio Temporales de anchura de playa y de cambio de anchura de playa de todos los términos municipales de la Comunidad Valenciana. Partiendo de los fotogramas del ICV (2017-2022) se han extraído Modelos Digitales de Superficie (MDS) de toda la costa valenciana y de los tramos finales de ríos y ramblas. Se han preparado los datos básicos para realizar los cálculos sistemáticos de cambio de volumen de la playa emergida y frente dunar entre 2015 y los seis años analizados (2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022) de los siguientes segmentos costeros: (a) Valencia-Cullera, (b) Cullera-Gandia, (c) Gandia-Dénia, (d) Calp-La Vila Joiosa, (e) El Campello-Santa Pola, (f) Santa Pola-Torrevieja.

Se han hecho análisis de desplazamiento de sedimentos en la rambla de la Viuda y desembocadura del Riu Millars a partir de Modelos Digitales de Superficie obtenidos con fotografías aéreas de 1956, 1976 y las del ICV (2017-2022). Se ha recopilado múltiples batimetrías de la costa valenciana y se creado herramientas de software para realizar estimaciones de profundidades a partir de las imágenes del

satélite Sentinel 2 en la zona costera (hasta -6m de profundidad). Se está evaluando su robustez y exactitud. Se está colaborando con dos equipos de IHC Cantabria, buscando sinergias entre los proyectos.

Grado de consecución: 80%

Impacto: Se ha publicado un artículo científico, se ha publicado un libro de actas de un congreso, se han publicado 7 capítulos de libro. Se ha hecho una ponencia invitada en unas Jornadas y 9 comunicaciones orales y 2 posters en congresos. Se están desarrollando dos tesis relacionadas y se han organizado las XII Jornadas de Geomorfología Litoral (septiembre 2024). Se están desarrollando trabajos conjuntos con otros equipos Thinkinazul de Cantabria (IHC).

Tarea 1.2.3 (M1-M45) - Concentración y tratamiento de contaminantes emergentes en agua contaminada (CEs) mediante procesos de membrana (Nanofiltración) - Desarrollo de un sistema de metabolómica para identificar biomarcadores a través de herramientas basadas en UHPLC-HRMS en diferentes especies de peces. Desarrollo de métodos para la identificación de microplásticos y nanoplasticos. Estudios de la eficacia de bioindicadores de metales pesados y contaminantes orgánicos –

Responsable: UV4

Participantes: UCV1

Resultado: Se ha trabajado en un sistema de metabolómica non-target y nuevos métodos de análisis de microplásticos y nano plásticos. Además, se está finalizando la validación metabolómica con peces en ensayos de laboratorio. Por otra parte, se ha avanzado mucho en el desarrollo de métodos de metabolómica target. La participación del grupo UCV1, ha permitido el estudio como biomonitor de *Scylliorhinus canicula* en el Mediterráneo Occidental analizando metales pesados (Pb, Cd, y Cu) en tejido muscular y en huevos. Se ha realizado un estudio comparativo de niveles de Pb, Cd y Cu en el tejido muscular de *S. canicula* y de *Merluccius merluccius*. *S. canicula* permite detectar la presencia de puntos calientes de Pb y Cd estables en determinadas zonas del fondo afirmando su potencial como biomonitor. También los huevos de *S. canicula*, sugieren gran potencial para monitorizar Cd y Pb. Se han iniciado estudios interespecíficos con especies de descartes de pesca, incluyendo *Conger conger* y la ampliación de metales pesados analizados en *S. canicula* recogidos en la legislación pesquera de consumo humano de la FAO

Grado de consecución: 80%

Impacto: Los resultados sobre *S. canicula* se han plasmado en un artículo científico, una tesis doctoral. Los avances en análisis de microplásticos se han plasmado de momento en 2 artículos científicos y 1 comunicación al SETAC2024.

Tarea 1.2.4 (M18-M45) - 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 han instalado 2 acuarios con corales con idénticas condiciones de calidad de agua y temperatura y distinto grado de acidez y se ha establecido un protocolo para llevar del IFIC al Oceanográfico pequeños contenedores de agua con ^{45}Ca disuelto y 4 medidas con ^{45}Ca a los dos sistemas de acuarios durante 5 horas, siendo ese tiempo es suficiente para observar la captación de calcio. Se ha medido la actividad, tanto en el laboratorio LARAM (Uni. Valencia), como en el laboratorio de Espectroscopía Gamma del IFIC. Además, se han testado dos tipos de fibras centelleadoras y se han comprobado los resultados con fuentes radiactivas. Se ha diseñado un dispositivo tipo vaso con fotomultiplicador (PM) acoplado. Este ha sido testado con muestras de tritio (endpoint 18.6 keV) y ^{14}C (endpoint 156 keV). Se decide en el futuro utilizar este tipo de dispositivo. Se están estudiando métodos de protección de bivalvos para someterlos a líquido centelleador sin que les afecte la corrosión. Dado que la fuente comercial de ^{45}Ca ha desaparecido del mercado se ha irradiado una muestra de Ca enriquecida en ^{44}Ca con neutrones del reactor de ILL, en Grenoble/Francia y se ha llevado a cabo una primera separación y calibrado en el PSI en Zurich/Suiza. Actualmente se está pendiente de la última purificación.

Grado de consecución: 70%

Impacto: Se ha contratado a un acuarista para los experimentos. Este proyecto ha dado lugar a un TFM y una estancia de prácticas externas. Los resultados de esta investigación se han presentado en una conferencia internacional en el 2022, en la Reunión de la Red de Física Nuclear FNUC dentro de la conferencia CPAN en Santander en 2023, y en dos conferencias internacionales en el 2024.

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: Aparte de la corriente de la red general, se han fabricado módulos carbonatados en paralelepípedo con corriente fotovoltaica procedente 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. Se han diseñado dos tipos de módulos pelágicos (columna de agua) y bentónicos (fondo) para filtración y restauración, respectivamente. Se han fondeado prototipos en: i) Reserva Marina de Tabarca, 6 estructuras cilíndricas (3 carbonatadas y 3 control) en pradera de Posidonia degradada; ii) Club Náutico de Santa Pola, 3 módulos pelágicos de geometría paralelepípedica, suspendidos bajo pantalanés; y iii) Puerto de Alicante, 3 módulos bentónicos triangulares para el estudio de la colonización y sucesión estacional del biofouling. En estas estructuras fondeadas se está llevando un estudio directo, no destructivo y cuantitativo del megabentos sésil (algas, esponjas, cnidarios, serpúlidos, briozoos, ascidias...) así como la evolución del arrecife fondeado en la Reserva Marina de Tabarca (especies-objetivo asociadas). Se continúa con la fabricación de estructuras de geometría más compleja por partes y ensamblándolas con el fin de generar figuras que puedan servir de atracción a buceadores deportivos.

Grado de consecución: 85%

Impacto: Avances en el estudio de los métodos electrolíticos por corriente continua y paneles fotovoltaicos, mejorando la carbonatación de las estructuras con un menor coste/beneficio. El estudio afirma que: i) las estructuras carbonatadas mejoran la fijación de larvas y desarrollo de invertebrados sésiles filtradores, frente a las de acero; ii) son muy ligeras y el coste de transporte y fondeo es bajo iii) la energía fotovoltaica es idónea para la electrolisis en mar.

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

Responsable: CSIC4

Resultado: Se ha realizado el diseño del "meteodrone" de bajo coste y alta resolución para toma de datos atmosféricos. Desarrollo en colaboración con la Universidad de Auckland (UOA) y el National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA), en Nueva Zelanda. El Dr. Amir Pirooz (NIWA) y el Dr. Nicholas Kay (UOA), junto al Climatoc-Lab (CIDE, CSIC-UV-GVA), han desarrollado un algoritmo de corrección del viento a los movimientos y/o turbulencia del meteodrone. Se han completado las pruebas en el túnel de viento de la UOA para definir este algoritmo de corrección de movimientos y someterlo a distintas magnitudes, turbulencias, etc. El prototipo de meteodrone está en fase de validación en entorno real. Se han programado campañas experimentales en el litoral de la Comunidad Valenciana (2025).

Grado de consecución: 80%

Impacto: El diseño del meteodrone de bajo coste (prototipo en fase TRL4) es pionero, 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), así como de transferencia: p.ej. DG de Prevención de Incendios Forestales-GVA para su extinción, entre otros. Además, incluye la generación de empleo. También hay un impacto en la ciencia ciudadana mediante la colaboración con AVAMET.

Tarea 1.2.7 (M24-M45) - Monitorización ambiental de materiales plásticos biodegradables –

Responsable: UA3

Participantes: UCV1

Resultado: Se puesto a punto de la metodología de análisis químicos de materiales y se ha finalizado el diseño experimental para simular todos los compartimentos ambientales de interés. Se ha trabajado con equipos principalmente de infrarrojos, calorimétricos y termogravimétricos. Se han realizado pruebas para, a partir de índices de degradación basados en las variables que proporcionan estos equipos, desarrollar nuevos índices que sean más útiles para comprender el proceso de biodegradación de los materiales. Se han iniciado experimentos para monitorizar los polímeros biodegradables seleccionados: Bioplus y Naturflex. Los materiales se han expuesto a tres compartimentos marinos simulados en el laboratorio y se esper el análisis final tras un año completo. Por otra parte, se han desarrollado estudios de monitorización de plásticos en tracto gastrointestinal de *Scyliorhinus canicula* para su evaluación como biomonitor de microplásticos. También se incluyen estudios comparativos con *Merluccius merluccius* y *Conger conger*. Se han iniciado estudios sobre acumulación y transferencia trófica de microplásticos en holoturias y sedimentos adyacentes para evaluar el papel biomonitor de estos invertebrados. *S. canicula* ha demostrado un elevado potencial como biomonitor de microplásticos incluyendo 13 familias de polímeros y puntos calientes persistentes de contaminación en el área de muestreo. Se ha participado en la realizaron pruebas de exposición de films de PHBV (poli(3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato)) y PLA (poliácido lactida) en condiciones marinas en el entorno natural de Calpe.

Grado de consecución: 70%

Impacto: Esta tarea pretende proporcionar información relevante a los gestores ambientales y ayudar en el desarrollo de medidas de prevención, adaptación y mitigación de contaminación por basuras. Los datos de *S. canicula* ya han sido incluidos en en NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI). El grupo UCV1 está desarrollando 1 tesis doctoral y ya se han publicado los primeros resultados en un paper y comunicaciones a congresos.

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 (USV del inglés Unmanned Surface Vehicle) con sonar de barrido lateral para el estudio de manantiales submarinos y se ha utilizado para la búsqueda de surgencias de agua dulce costeras. Se ha ejecutado una campaña de Sísmica de alta resolución en el sur de la provincia de Alicante, buscando surgencias y las fuentes sísmicas de terremotos recientes. Mediante el uso de imagen infrarroja tomada desde drone se han localizado surgencias en acantilados costeros.

Grado de consecución: 80%

Impacto: Se han publicado 5 artículos, 1 capítulo de libro, 14 comunicaciones a congresos y 4 trabajos fin de grado.

Tarea 1.2.9 (M1-M45)- Sistema de electrofiltración para eliminación de contaminantes en el agua –

Responsable: UPV11

Resultado: 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. Los resultados sobre caracterización electroquímica han llevado a un cambio en el diseño de la celda que mejora su eficiencia, fijando la presión de filtración en lugar del caudal de filtración, por lo que solo es necesario utilizar una única bomba. 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. Se ha continuado trabajando con los electrodos fotocatalíticos desarrollados. Se han aplicado a la destrucción de mezcla de contaminates (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. Se ha contactado con las EDARs que vierten a la albufera para la toma de muestras de disoluciones reales que se tratarán mediante los procesos de oxidación avanzada propuestos. En todos los casos se evalúa la ecotoxicidad de las disoluciones tratadas y sin tratar utilizando semillas de *Lactuca sativa* y la bacteria *Vibrio fischeri*.

Grado de consecución: 70%

Impacto: Se han mejorado la configuración del reactor y condiciones de operación para la eliminación de contaminantes emergentes. Se ha participado en el congreso META 2024. Los estudios de ecotoxicidad se han publicado en Heliyon. Se han presentado 2 comunicaciones en el congreso GERSEQ44. Se han establecido colaboraciones nacionales e internacionales como la Red RECIRCULA. Por otra parte, se está colaborando con componentes de esta red que trabajan en la eliminación de contaminantes emergentes.