



UHINAK

VII Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Litoral

*Nos movemos para actuar y comunicar
ante la emergencia climática*

8-9 de octubre de 2026
www.uhinak.com

Libro de resúmenes de ponencias y comunicaciones del VII Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Litoral

Irun – 8-9 de octubre de 2026

© 2026 VII Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Litoral.
Todos los derechos reservados

Edita: Fundación Ficoba
CIF: ESG20816765
Avda. de Iparralde, 43
20302 Irun
Tel: +34 943667788
Email: ficoba@ficoba.org

ISBN: 978-84-09-65763-6

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los resúmenes publicados en el Libro de resúmenes del VII Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Litoral, son de responsabilidad exclusiva de los autores; asimismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar.

/ ORGANIZADORES



/ PATROCINADORES



INDUSTRIA, TRANSIZIO
ENERGETIKO ETA
JASANGARRITASUN SAILA
TURISMO, MERKATARITZA
ETA KONTSUMO SAILA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,
TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y
SOSTENIBILIDAD
DEPARTAMENTO DE TURISMO,
COMERCIO Y CONSUMO

/ COLABORADORES



Colegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos



International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research

Supported by
Spain Water and WWH, China



CONTENIDO

2

Prólogo

4

Comité Técnico

4

Comité Organizador

5

Programa

11

Ponentes invitados

13

Abstracts:
Comunicaciones orales
Pósters

Prólogo



Vivimos un tiempo marcado por una enorme capacidad para generar, procesar y compartir información. Durante años hemos escuchado que los datos serían el nuevo petróleo, la materia prima sobre la que construiríamos mejores decisiones y un conocimiento más preciso de la realidad. Y, sin embargo, resulta paradójico comprobar cómo, frente a uno de los problemas mejor documentados de nuestro tiempo, seguimos encontrando razones para mirar hacia otro lado.

Nos han avisado por activa y por pasiva. El cambio climático ya no es una amenaza lejana ni una hipótesis sobre el futuro. Sus consecuencias forman parte de nuestro día a día. Las vemos en las temperaturas extremas, en los cambios en los patrones meteorológicos, en los episodios cada vez más frecuentes de inundaciones, sequías o incendios y, por supuesto, en la transformación de nuestros mares y nuestras costas.

Los datos están ahí. La evidencia está ahí. Y, sin embargo, cada cierto tiempo aparece un nuevo tema capaz de desplazar el foco: crisis geopolíticas, conflictos internacionales, incertidumbres económicas y, más recientemente, el intenso debate sobre el desarrollo de la inteligencia artificial y sus posibles consecuencias. Son cuestiones relevantes, que merecen nuestra atención, pero no deberían hacernos perder de vista un problema que sigue avanzando inexorablemente mientras debatimos sobre todos los demás.

En ocasiones parece que, precisamente en la era del dato, sentimos una sorprendente atracción por el pensamiento mágico: la confianza en que aparecerá una solución inesperada, una tecnología todavía por descubrir o alguna circunstancia capaz de evitarnos las decisiones difíciles. Como suele decirse, siempre hay algo que nos impide ver el bosque.

Por eso creo que uno de los valores fundamentales de Uhinak es precisamente su capacidad para volver a poner el foco, una y otra vez, sobre una realidad que no desaparece cuando dejamos de hablar de ella.

Desde Ficoba impulsamos este Congreso Internacional de Cambio Climático y Litoral con la convicción de que necesitamos espacios donde el conocimiento científico, las administraciones y las empresas puedan encontrarse, compartir experiencias y avanzar en la definición y despliegue de respuestas concretas.

Las páginas que siguen recogen conocimiento, investigación y propuestas. Pero, sobre todo, constituyen una llamada a mantener la atención sobre un reto que no admite más aplazamientos. El tiempo corre en contra.



Ander Sarratea

Director-Gerente de Ficoba



Este verano hemos asistido a una sucesión de olas de calor y máximos en los registros de temperatura, tanto atmosférica como oceánica, y ello no ocurre solo en nuestros mares y costas. La temperatura media mensual global del aire en superficie alcanzó un nuevo récord este agosto al situarse 1,65 °C por encima de los niveles del periodo preindustrial, según datos de Copernicus¹. Y este 22 de agosto, la temperatura diaria global de la superficie del mar en los océanos no polares (de 60°S a 60°N) alcanzó su nivel más alto registrado desde 1979, fecha de inicio de los registros². Este repunte se debe a la combinación del cambio climático con el fenómeno de El Niño, un calentamiento inusual de las aguas superficiales en el centro y el este del océano Pacífico ecuatorial. Sin embargo, ello suma calor a décadas de calentamiento, y la pregunta aflora de forma natural:

¿Está el cambio climático acelerándose?

En esta séptima edición de Uhinak, que tendrá lugar los días 8 y 9 de octubre, la ponencia inaugural del Dr. Antonio Turiel, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), abordará esta cuestión mediante una revisión de las tendencias recientes observadas en diversas variables climáticas, especialmente las oceánicas. En particular, Turiel nos hablará de los datos de satélite de la temperatura de la superficie del mar que muestran un cambio brusco que habría tenido lugar en la segunda mitad de 2014, coincidiendo con el arranque fallido del episodio excepcional de El Niño de 2015-2016. ¿Hemos superado ya un punto de inflexión o de no retorno (tipping point) del sistema climático global? En la pasada edición, arrancamos el congreso con el debate sobre un punto de inflexión particular pero de gran relevancia para el clima de Europa: la ralentización del brazo atlántico de la Corriente Meridional de Retorno (AMOC). Turiel nos mostrará también qué cambios podemos identificar en la circulación oceánica global desde 2014 y cómo están conectados con la posible ralentización de esta corriente oceánica.

Con el fin de anticiparse a estos límites planetarios, es necesario disponer de herramientas innovadoras para evaluar las consecuencias del cambio climático en la costa. De ello nos hablará la Dra. Melisa Menéndez, del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria), que abordará cómo está cambiando el clima marino debido al cambio climático a partir del análisis de datos de oleaje, nivel del mar, viento y fenómenos extremos, y mostrará los riesgos costeros actuales y los cambios que pueden producirse en las próximas décadas. Su intervención nos ilustrará sobre el origen de los impactos costeros como resultado de una compleja interacción entre dinámicas marinas de muy diferente índole, como las variaciones de la marea astronómica o las condiciones del oleaje. Estos grandes retos constituyen el contexto en el que se enmarcará gran parte de las ponencias de esta edición de Uhinak. Este año, introducimos además una nueva estructura en el programa de las sesiones que incluirá dos mesas redondas: una dedicada a proyectos que están ya transformando el litoral para adaptarse al cambio climático y otra para reflexionar sobre la nueva generación de estrategias y modelos de gobernanza para la costa del futuro. Contaremos además con 40 comunicaciones orales y 25 posters, estructurados en cuatro sesiones que cubren los retos del cambio climático, las medidas de adaptación a los fenómenos costeros extremos, el papel de la restauración de la biodiversidad marina en la mitigación y resiliencia al cambio climático, el carbono azul, la innovación en la gobernanza, las herramientas de gestión y la comunicación.

Y no quiero terminar este prólogo sin reconocer la labor de una de las descubridoras del cambio climático, cuya contribución se ha ignorado recurrentemente: Eunice Newton Foote (1819-1888), científica estadounidense que en 1856 descubrió que el dióxido de carbono (CO₂) atrapa calor y teorizó que mayores niveles de este gas calentarían la Tierra. Se anticipó en tres años al físico irlandés John Tyndall, quien en 1859 demostró experimentalmente cómo gases como el CO₂ y el vapor de agua provocan el efecto invernadero.

¹ <https://climate.copernicus.eu/august-was-joint-warmest-month-ever-recorded-globally-temperatures-once-again-exceeding-15degc>

² <https://climate.copernicus.eu/copernicus-daily-global-sea-surface-temperature-breaks-2024-record>



Guillem Chust i Peters

Responsable de Cambio Global en Ecosistemas Marinos, AZTI



Comité Técnico

Julien Mader

Director de Tecnologías Marinas. *AZTI*

Guillem Chust

Responsable de Cambio Global en Ecosistemas Marinos. *AZTI*

Adolfo Uriarte

Director de Patrimonio Natural y Cambio Climático. *IHOBE*

Malake Muñoz y Carlos Castillo

IHOBE

Nerea Egia

Dirección de Medio Ambiente, Programa de Playas – Litoral. *Diputación Foral de Gipuzkoa*

Xabier Esteban

Director Técnico. *Naturklima*

Caroline Sarrade

Directora Litoral y Medios Naturales. *Communauté d'Agglomération Pays Basque*

Aurélie Bocquet-Escourrou

Coordinadora científica. *GIS Littoral Basque*

Rafael Sardá

Investigador. *CSIC ESADE // Ceab*

Elisa Sainz de Murieta

Investigadora asociada. *Basque Center for Climate Change (BC3)*

Eva Moral y Néstor Urrutxua

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del País vasco

Francisco Heras Hernández

Subdirector General de Adaptación al Cambio Climático. *Oficina Española de Cambio Climático (OECC)*

Virginia Elvira

Coordinadora de Asociaciones Sectoriales. *ADEGI*

José María Grassa

IAHR Fellow, Vocal Comité de Asuntos Marítimos IIE Subdirector general adjunto. *CEDEX*

Armand Braz

Eurorregión Nueva Aquitania – Euskadi – Navarra

Ganix Esnaola y Elisa Sainz de Murieta

EHU

Comité Organizador



Irantzu Zubiaur

Meritzel González



Mónica Alday

Silvia Turné

Uxue Aira



Programa





UHINAK

VII Congreso internacional
sobre Cambio Climático y Litoral



Jueves, 8 de octubre

8:00h – 9:00h / Recepción de asistentes y desayuno de bienvenida

9:00 Apertura institucional

9:30 Opening: Guillem Chust, Responsable de Cambio Global en Ecosistemas Marinos de AZTI

9:40 Ponencia invitada:

CAMBIOS RECIENTES EN LA CIRCULACIÓN GLOBAL DEL OCÉANO Y EN EL ATLÁNTICO NORTE: ¿HEMOS SUPERADO YA UN TIPPING POINT?

Antonio Turiel, Investigador Científico, CSIC

RETOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Comunicaciones orales

10:25 Proyecciones climáticas del oleaje en el mar Cantábrico: de la escala global a la local
Adrián Acevedo García, IHCantabria.

10:35 De los flujos de CO₂ entre la atmósfera y el mar al secuestro de carbono azul: análisis del balance de carbono costero de las islas Canarias
Aridane G. González, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

10:45 Análisis de las tendencias del pH a lo largo de la costa vasca mediante mediciones del sensor SAMI-ph de alta frecuencia y observaciones a largo plazo
Ernesto Villarino, AZTI, BRTA.

10:55 Coloquio

11:05 Networking café - Invitación a consultar posters y visitar stands

11:45 El creciente impacto de las intrusiones del Sáhara en la calidad del aire en la Iberia Atlántica

11:55 Seguimiento del cambio hidroclimático en la costa

norte del País Vasco y sus implicaciones para las condiciones favorables al desarrollo del mucílago
Claire Kermorvant, Universidad de Pau y de la Región del Adour.

12:05 Seguimiento de las floraciones de algas nocivas en la costa atlántica francesa: cambio de especies y factores ambientales que influyen en las floraciones de ostreopsis en la playa de Erromardie (san juan de luz, francia)
Audrey Commault, Rivages Pro Tech SUEZ.

12:15 Efectos del cambio climático antes del inicio de la red trófica
David González Santana, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG).

12:25 Coloquio

12:35 Modelos acoplados Aries - modelos hidrodinámicos para evaluar la dinámica pesquera en el contexto del cambio climático
Pearlin Sam Jinoj, Centro Vasco para el Cambio Climático (BC3).

12:45 Navegando por las aguas del futuro: la resiliencia del atún rojo del Atlántico ante el cambio climático.
Maite Erauskin-Extramiana, AZTI, BRTA.

Todas las ponencias contarán con traducción simultánea al español, inglés y francés.

12:55 Estructuración térmica de las comunidades de aves marinas y cetáceos en el golfo de Vizcaya a partir de un seguimiento ecosistémico a largo plazo
Amaia Astarloa, AZTI, BRTA.

13:45- 14:05 *Coloquio*

MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL LITORAL Y EL OCEANO

Comunicaciones orales

13:15 Stocks de carbono azul en las marismas del estuario del Butroe, Bizkaia.
Alejandro Cearreta, Universidad del País Vasco (EHU).

13:25 Restauración del estuario del Bidasoa para el secuestro de carbono azul y la adaptación al cambio climático: programa de seguimiento y simulaciones numéricas.
Roland Garnier, AZTI, BRTA.

13:35 Impulso en la descarbonización de los buques pesqueros.
Joseba Castresana, AZTI, BRTA.

13:45 De los datos a las decisiones: análisis costero de la fase 2 del CMP y conclusiones para la Europa atlántica
June Gainza, Bluecoast Consultores de Ingeniería.

13:55 *Coloquio*

14:05 *Networking lunch*

RIESGOS COSTEROS Y EVENTOS EXTREMOS

Comunicaciones orales

15:00 Monitorización digital de un sistema de dunas costeras basado en la naturaleza para la resiliencia climática: estudio de caso del proyecto Regions4climate en la región de la Toscana
Lucia Miglietta, RINA Consulting.

15:10 Stormpact: previsión operativa del rebase de las olas a lo largo de la costa vasca francesa.
Erwan Imbertie, SUEZ, Rivages Pro Tech.

15:20 Aplicación de la videometría para el seguimiento del impacto de las olas en un dique costero
Camille Lavayssiere, Universidad de Pau y de la región del Adour.

15:30 Proyecciones dinámicas de los cambios futuros en los niveles extremos del mar a lo largo de la costa occidental de Europa y sus factores
Maialen Irazoqui, Shelf Models.

15:40 Predicción en tiempo real de inundaciones costeras mediante modelos de Boussinesq acelerados por GPU
Víctor Loras Herrero, Universidad de Pau y de la Región del Adour.

15:50 *Coloquio*

16:00 La influencia de un depósito de sedimentos en alta mar en la propagación de las ondas infragravitarias río arriba del Adour
Panu Pietikainen, Rivages Pro Tech SUEZ.

16:10 Modelado avanzado de HS usando deep learning en el entorno litoral de Arrigunaga
Manuel Viñes Recasens, UPC & LIM.

16:20 Evaluación preliminar del impacto de las medidas regionales de adaptación al cambio climático: conclusiones de cuatro regiones costeras europeas
Igone García Pérez, TECNALIA Investigación e Innovación.

16:30 Condiciones futuras del oleaje en el noroeste del mar mediterráneo a partir de las proyecciones de viento del CMIP6: el impacto de la corrección del sesgo
Solstice Kraszeski, UPC & LIM.

16:40 Influencia de las variaciones del nivel del mar en las olas de temporales y sus efectos en las costas europeas en el contexto del cambio climático
Alisée Chaigneau, IHCantabria.

16:50 *Coloquio*

17:00 Valor socioeconómico de los servicios climáticos en el Pacífico: una inversión rentable frente a eventos extremos
Gontzal Ruiz Beneitez, Metroeconomica.

17:10 Variabilidad térmica costera y en alta mar a partir de despliegues consecutivos de gliders durante el verano y datos de boyas en el golfo de Vizcaya
Nadine Steiger, AZTI, BRTA.

17:20 Implicaciones en las emisiones de carbono de las estrategias de adaptación «proteger, adaptarse y retirarse»: una evaluación comparativa para una zona costera somera danesa
Mark Randall, Universidad de Copenhague.

17:30 Evaluación de riesgos en la costa mediante test de estrés
Moisés Álvarez-Cuesta, IHCantabria.

17:40 Corrientes de resaca transitorias en playas uniformes: un marco basado en eventos para la evaluación de la seguridad en las playas
Volker Roeber, Universidad de Pau y de la región del Adour.

17:50 *Coloquio*

18:00 *Fin de la primera jornada*

Viernes, 9 de octubre

8:30h – 9:00h / Recepción de asistentes y café de bienvenida

9:00 Ponencia invitada

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EVENTOS EXTREMOS DE NIVEL DEL MAR Y OLEAJE

Melisa Menéndez, IHCantabria

Mesa redonda

9:35 Actuar en la adaptación: proyectos que están transformando el litoral

Modera: Malake Muñoz Cachón, Ihobe.

Participan: Iratxe García de Vicuña, Ayuntamiento de Zarautz; Sara Taylor, Gobierno de Gales; Nicolas Castay, GIP Littoral Nueva Aquitania.

10:55 *Networking café - Invitación a consultar posters y visitar stands*

RIESGOS COSTEROS Y EVENTOS EXTREMOS

Comunicaciones orales

11:25 Validación y análisis de avisos/alertas/alarmas por riesgo marítimo-costero: impacto en costa en Euskadi
Santiago Gaztelumendi, Euskalmet.

11:35 Un nuevo escenario de eventos extremos en el Cantábrico: implicaciones para los puertos de interés general españoles.

David Lucio, IH Cantabria.

11:45 Las instalaciones multitécnicas como clave de la geodesia moderna: el caso práctico de PASA.

Joaquín Zurutuza, Sociedad de Ciencias ARANZADI.

11:55 Análisis de tendencias absolutas del nivel del mar en la costa vasca, a partir de observaciones de nivel del mar y GNSS en los puertos de Pasaia y Bilbao.

Aitor Aginaga, Sociedad de Ciencias ARANZADI.

12:05 *Coloquio*

Mesa redonda

12:15 Pensar la adaptación: estrategias y gobernanza para

la costa del futuro.

Modera: Rafael Sardá, CSIC-ESADE / CEAB.

Participan: Mikel Gargallo, Gobierno Vasco; Marimar Alonso, Ihobe; Caroline Sarrade, Communauté d'Agglomération Pays Basque; Nerea Egia, Diputación Foral de Gipuzkoa

11:35 Un nuevo escenario de eventos extremos en el Cantábrico: implicaciones para los puertos de interés general españoles.

David Lucio, IH Cantabria.

GOBERNANZA, HERRAMIENTAS DE GESTIÓN Y COMUNICACIÓN

Comunicaciones orales

13:15 Las carreteras en los planes de gestión y protección del litoral ante el cambio climático: un estudio de caso en Vizcaya
José María de Ortuzar, Diputación Foral de Bizkaia.

13:25 Sistema de alerta temprana de inundaciones costeras en una bahía confinada: el caso de Pasaia.

Irati Epelde, AZTI, BRTA; **Joana Auzokoa**, Ayuntamiento de Pasaia.

13:35 Sí a la adaptación transformadora a escala regional, pero solo con tiempo y dinero.

Johannes Klein, Demos Helsinki; **Heidi Tuhkanen**, SEI Tallinn.

13:45 50... años de cambio en torno a Txingudi.

Raúl Castro-Uranga, AZTI, BRTA.

13:55 *Coloquio*

13:55 *Clausura*

13:55 *Fin del congreso y lunch*

Todas las ponencias contarán con traducción simultánea al español, inglés y francés.

POSTERS:

- Explorando los cambios en la distribución de las aves marinas y los cetáceos en el golfo de Bizkaia: relación con los cambios climáticos locales y el cambio de régimen. **Emilie Milon**, Centro Marino de Biarritz

- Análisis de la calidad bacteriológica de la arena de las playas de Ea e Isuntza (Lekeitio) en Bizkaia.

Ivan Garcia Angulo, Departamento de Salud del Gobierno Vasco

- Regions4Climate: de la restauración de los estuarios a la resiliencia climática en la costa vasca. **Roland Garnier**, AZTI, BRTA

- Explorando la influencia de los factores meteorológicos en el riesgo de eutrofización de los estuarios del País Vasco. **Marta Revilla**, AZTI, BRTA

- Uso de mallas de sombreado como estrategia de adaptación del viñedo al cambio climático en La Rioja. **Javier Portu**, Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Gobierno de La Rioja, CSIC, UR)

- Adaptación del viñedo al cambio climático mediante estrategias de riego basadas en integración de datos de campo y teledetección satelital. **Javier Portu**, Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (Gobierno de La Rioja, CSIC, UR)

- Floraciones persistentes del dinoflagelado nocivo de aguas cálidas *Ostreopsis* sp. en el sureste del golfo de Bizkaia. **Yago Laurens-Balparda**, Universidad del País Vasco (EHU)

- Modelización del transporte de plásticos en entornos costeros mediante un marco acoplado lagrangiano-euleriano. **Pablo Vallés**, I3A, Universidad de Zaragoza

- Evaluación ambiental de la acuicultura de bajo nivel trófico en infraestructuras de palangre que utilizan artes de pesca de origen biológico. **Leire Arantzamendi**, AZTI, BRTA

- Aplicación de técnicas de IA-ML a la modelización del impacto por riesgo marítimo-costero en la costa vasca **Santiago Gaztelumendi**, Euskalmet

- IMPLACOST: de la vulnerabilidad climática a la gestión operativa del riesgo costero en Canarias ante eventos extremos. **Asier Borja Furundarena Hernández**, Gesplan S.A.

- Impacto del cambio climático en la dirección y magnitud del oleaje al sudeste del golfo de Vizcaya. **Isabel López Úbeda**, Universidad de Alicante

- Entre la presión urbana y la resiliencia natural: vulnerabilidad y exposición del litoral de la Comunidad Valenciana. **José Ignacio Pagán Conesa**, Universidad de Alicante

- Revisión y actualización de los niveles máximos del mar en los estuarios del País Vasco considerando el ascenso del nivel del mar. **Pedro Liria**, AZTI, BRTA

- Modelización de inundaciones combinadas costero-fluviales bajo la influencia del cambio climático. Un estudio de caso de la ciudad de Bayona. **Emiel Moerman**, Shelf Models

- Aplicación del modelo XBeach en Euskalmet para vigilancia operativa de rebases. **Antonio Castaño**, Euskalmet

- Observaciones de campo y modelización de las aguas del sureste del golfo de Bizkaia. **Luis Ferrer**, AZTI, BRTA

- Evaluación de los servicios de los ecosistemas que ofrecen los sistemas dunares dentro de la Red Natura 2000 de Bizkaia. **Lorena Peña López**, Universidad del País Vasco (EHU)

- Implementación del modelo SCHISM en Euskalmet y su aplicación al estudio de la bahía de Txingudi. **Antonio Castaño**, Euskalmet

- IDAFE: acción climática e innovación en el sistema educativo. **Facundo Oyola Hernández**, Gesplan S.A.

- Fortalecimiento de la resiliencia costera mediante la ordenación del territorio: conclusiones de la costa alemana del mar del Norte. **Daniel Schick**, Universidad de Stuttgart

- El Observatorio Litoral de la Costa Esmeralda y la bahía de Mont-Saint-Michel: tendiendo puentes entre la ciencia y la política mediante el uso integrado de LIDAR, modelos hidrodinámicos y visualización en realidad virtual. **Laurine Nogue**, Laboratorio de Geoecología Costera

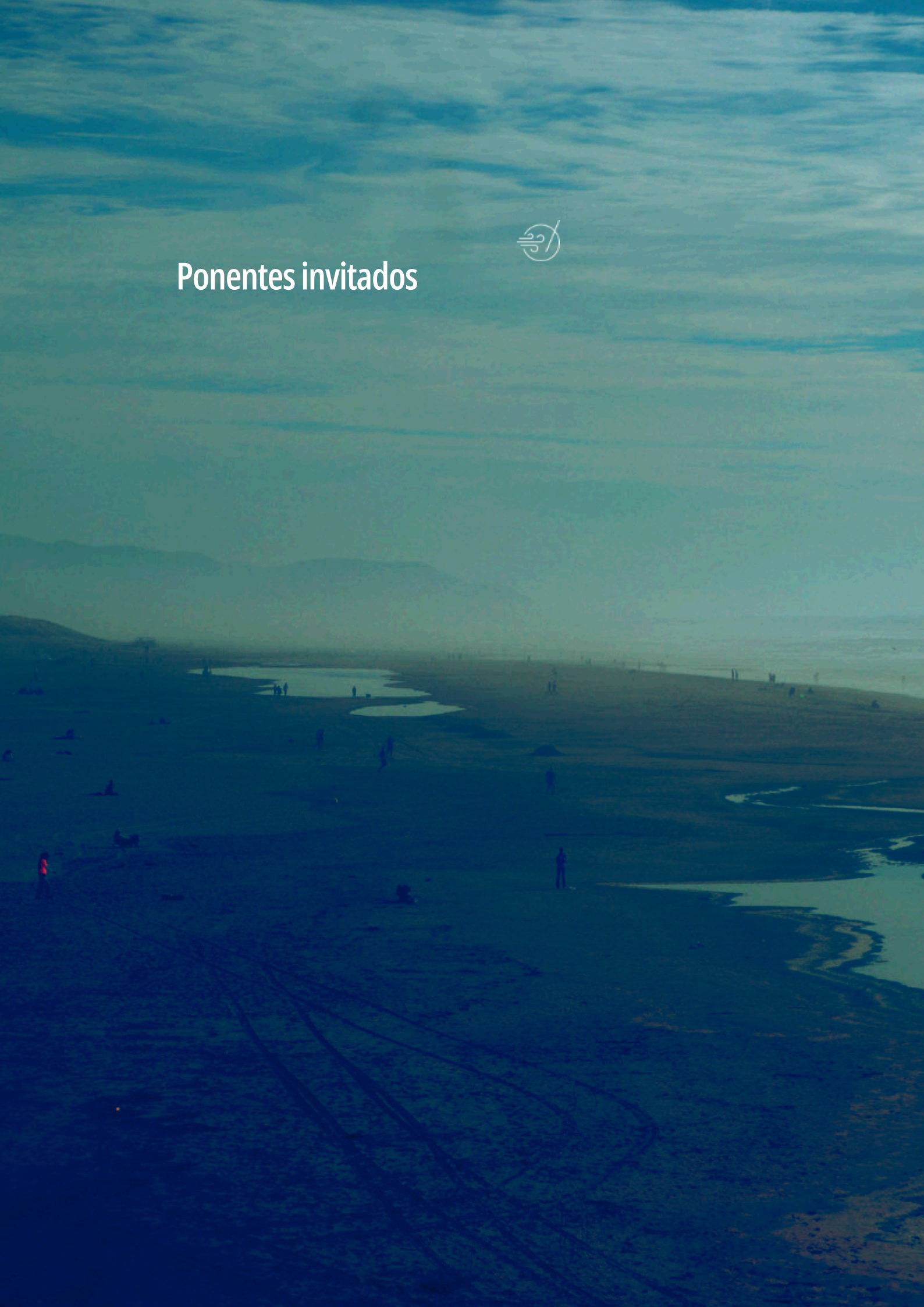
- Las transiciones del marco de referencia IGS: IGB14 frente a IGS20 como marco más reciente. **Joaquín Zurutuza**, Sociedad de Ciencias ARANZADI

- Método de malla «quadtree» para problemas de aguas poco profundas en entornos costeros. **Umberto Bosi**, Universidad de Pau y Países del Adour

- Impacto de las olas de calor marinas en la temperatura de las aguas superficiales del sureste del golfo de Vizcaya. **Nerea Bilbao**, AZTI, BRTA



Ponentes invitados



Ponencia invitada

**Antonio Turiel**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona

**Cambios recientes en la circulación global del océano y en el Atlántico Norte: ¿hemos superado ya un tipping point?**

En los últimos años, ha surgido un cierto debate acerca de si el Cambio Climático está acelerándose o no. El enfoque clásico utilizado para caracterizar las tendencias climáticas, consistente en considerar series de al menos 30 años para que la significación de la tendencia sea suficiente en frente de la variabilidad intrínseca, resulta inapropiado para hacer una valoración de qué está pasando, dado que se trata de un proceso de poco más de una década de duración. Pero eso no quiere decir que el problema no pueda ser analizado, sino que las herramientas de análisis deben ser otras. En particular, el uso de información de satélite, con su gran sinopticidad y repetitividad, permiten mejorar la cobertura espacio-temporal y derivar índices estadísticos adecuados para la detección de cambios rápidos.

En esta ponencia, haremos un rápido repaso de las tendencias recientes observadas en diversas variables climáticas, sobre todo oceánicas. Algunos cambios son tan drásticos y de tal extensión espacial que resulta difícil negar que se está operando una transformación de gran calado en el sistema climático terrestre. En particular, usando técnicas de teoría de la información para el procesamiento de la información de satélite de la temperatura de la superficie del mar se puede caracterizar un cambio brusco que habría tenido lugar en la segunda mitad de 2014, coincidiendo con el arranque fallido de El Niño monstruo de 2015-2016. Significativamente, muchas de las series analizadas muestran cambios de tendencia que arrancan en 2014 o 2015. Una serie particularmente significativa es la del desequilibrio radiativo medida por el programa CERES de la NASA, que experimenta un brusco cambio de tendencia, multiplicándose por 3,6 respecto al anterior a 2014.

Finalmente, mostraremos qué cambios podemos identificar en la circulación oceánica global desde 2014, y cómo están conectados con la actual discusión sobre la ralentización del brazo atlántico de la Corriente Meridional de Retorno (AMOC).



Ponencia invitada

Melisa Menendez

IHCantabria



Variabilidad climática en eventos extremos de nivel del mar y oleaje.

Cuando ocurren impactos negativos asociados a variaciones en el movimiento del agua marina en el frente costero (ej., geomorfológicos, ambientales, daños en defensas u otras instalaciones), el análisis climático y mediático relativo al efecto del cambio climático suele focalizarse en el aumento del nivel medio del mar. Sin embargo, los impactos costeros resultan de una compleja interacción entre dinámicas marinas de muy diferente índole, como las variaciones de la marea astronómica o las condiciones del oleaje. En particular, los eventos episódicos asociados a condiciones extremas climáticas, como los temporales marítimos, suelen causar los mayores daños sobre el litoral.

A lo largo de esta ponencia se describirán los agentes marinos que contribuyen a la peligrosidad en la costa y su contribución a los impactos en función de las características costeras y regiones climáticas. Además, se mostrarán los avances que la comunidad científica ha llevado a cabo en los últimos años para poder comprender el efecto del cambio climático sobre el oleaje y el nivel del mar. Por último, se revisarán los métodos que se emplean para estimar valores asociados a altos periodos de retorno sobre estas variables, lo que nos conducirá a la conclusión de que debemos considerar el clima variante para estimar futuras magnitudes en las condiciones extremas.

Palabras clave: Oleaje, nivel del mar, extremos, cambio climático



Abstracts

Comunicaciones orales

- 15**
Proyecciones climáticas del oleaje en el Mar Cantábrico: de la escala global a la local
- 16**
From air–sea CO₂ fluxes to blue carbon burial: resolving the coastal carbon budget of the Canary Islands
- 17**
Analyzing pH Trends Along the Basque Coast Using High-Frequency SAMI-pH Measurements and Long-Term Observations
- 18**
Increasing Impact of Saharan Intrusions on Air Quality in Atlantic Iberia
- 19**
Tracking Hydroclimatic Change on the Northern Basque Coast and Its Implications for Mucilage-Favourable Conditions
- 20**
Monitoring harmful algal blooms on the French Atlantic coast: species shift and environmental drivers of *Ostreopsis* blooms at Erromardie beach (Saint-Jean-de-Luz, France)
- 21**
Effects of climate change before the start of the food web
- 22**
Coupled ARIES - Hydrodynamic models to Assess Fisheries Dynamics under Climate Change
- 23**
Navigating Future Waters: The Resilience of the Atlantic Bluefin Tuna under Climate Change
- 24**
Thermal structuring of seabird and cetacean communities in the Bay of Biscay from long-term ecosystem-based monitoring
- 25**
Stocks de carbono azul en las marismas del estuario del Butroe, Bizkaia
- 26**
Restoration of the Bidasoa estuary for blue carbon sequestration and climate change adaptation: monitoring program and numerical simulations
- 27**
Advancing the Decarbonisation of Fishing Vessels
- 28**
From Data to Decisions: CMP Stage 2 Coastal Analysis and Lessons for Atlantic Europe
- 29**
Digital Monitoring of a Nature-Based Coastal Dune System for Climate Resilience: The Regions4Climate Project Case Study in Tuscany Region
- 30**
STORMPACT: Operational Forecasting of Wave Overtopping along the French Basque Coast
- 31**
Application de la vidéométrie pour le suivi de l'impact des vagues sur une digue côtière
- 32**
Dynamic projections of future changes in extreme sea levels along western Europe and their drivers
- 33**
Real-time coastal flood forecasting through GPU-accelerated Boussinesq modelling
- 34**
The influence of an offshore sediment depot to infragravity wave propagation upstream the river Adour.
- 35**
Modelado avanzado de Hs usando Deep Learning en el entorno litoral de Arrigunaga
- 36**
Preliminary Impact Assessment of Regional Climate Adaptation Actions: Insights from Four European Coastal Regions
- 37**
Future Wave Conditions Along the North Western Mediterranean Sea from CMIP6 Wind Projections: the Impact of Bias Correction
- 38**
Influence of Sea-Level Variations on Storm Waves and Coastal Impacts along European Coastlines under Climate Change
- 39**
Valor socioeconómico de los servicios climáticos en el Pacífico: una inversión rentable frente a eventos extremos
- 40**
Coastal–Offshore thermal variability through consecutive summer glider deployments and mooring data in the Bay of Biscay
- 41**
Carbon Implications of Protect, Accommodate, and Retreat Adaptation Strategies: A Comparative Assessment for a Low-Lying Danish Coast
- 42**
Evaluación de riesgos en la costa mediante test de estrés
- 44**
Transient rip currents on uniform beaches: an event-based framework for beach safety assessment
- 45**
Validación y análisis de avisos/alertas/alarmas por riesgo marítimo-costero: impacto en costa en Euskadi
- 46**
Un nuevo escenario de eventos extremos en el Cantábrico: implicaciones para los puertos de interés general españoles
- 47**
Multi-technique facilities as the key in modern geodesy: the PASA case study
- 48**
Análisis de tendencias absolutas del nivel del mar en la costa vasca, a partir de observaciones de nivel del mar y GNSS en los puertos de Pasaia y Bilbao
- 49**
The roads in Coastal Management and Protection Plans in a climate change scenario: a case study in Biscay

50
Sistema de alerta temprana de inundaciones costeras en una bahía confinada: el caso de Pasaia

51
Yes, to regional transformative adaptation – but only with time and money

53
50... años de cambio en torno a Txingudi

Posters

54
Exploring changes in the distribution of seabirds and cetaceans in the Bay of Biscay: relationship with local climate changes and regime shift

55
Análisis de la calidad bacteriológica de la arena de las playas de Ea e Isuntza (Lekeitio) en Bizkaia

57
Regions4Climate: De la restauración de los estuarios a la resiliencia climática en la costa vasca

58
Explorando la influencia de los factores meteorológicos en el riesgo de eutrofización de los estuarios del País Vasco

59
Uso de mallas de sombreado como estrategia de adaptación del viñedo al cambio climático en La Rioja

60
Adaptación del viñedo al cambio climático mediante estrategias de riego basadas en integración de datos de campo y teledetección satelital

61
Persistent blooms of the harmful warm-water dinoflagellate *Ostreopsis* sp. in the south-east Bay of Biscay

62
Modeling plastic transport in coastal environments using a coupled Lagrangian-Eulerian framework

63
Environmental assessment of low-trophic aquaculture in longline infrastructures using biobased gears

64
Aplicación de técnicas de IA-ML a la modelización del impacto por riesgo marítimo-costero en la costa vasca

65
IMPLACOST: De la vulnerabilidad climática a la gestión operativa del riesgo costero en Canarias ante eventos extremos

66
Impacto del cambio climático en la dirección y magnitud del oleaje al sudeste del Golfo de Vizcaya

67
Entre la presión urbana y la resiliencia natural: vulnerabilidad y exposición del litoral de la Comunidad Valenciana

68
Revisión y actualización de los niveles máximos del mar en los estuarios del País Vasco considerando el ascenso del nivel del mar

69
Coastal-fluvial compound flooding modelling under the influence of climate change. A case study for the city of Bayonne

70
Aplicación del modelo XBEACH en Euskalmet para vigilancia operativa de rebases

71
Field observations and modelling of the waters of the southeastern Bay of Biscay

72
Evaluación de los servicios de los ecosistemas que ofrecen los sistemas dunares dentro de la Red Natura 2000 de Bizkaia

73
Implementación del modelo SCHISM en Euskalmet y su aplicación al estudio de la bahía de Txingudi

74
IDAFE: acción climática e innovación en el sistema educativo

75
Strengthening coastal resilience through spatial planning: Insights from the German North Sea coast

76
The Littoral Observatory of the Emerald Coast and Mont-Saint-Michel Bay : Bridging Science and Policy Through Integrated Lidar, Hydrodynamic Modeling, and Virtual Reality Visualization

77
The IGS Reference Frame Transitions: IGS14 vs IGS20 as the Latest Frame

78
Quadtree Mesh Method for Shallow Water Problems on Coastal Environment

79
Impacto de las olas de calor marinas en la temperatura de las aguas superficiales del sureste del golfo de Vizcaya

Proyecciones climáticas del oleaje en el Mar Cantábrico: de la escala global a la local

Adrián Acevedo García, Marta Ramírez Pérez, Hector Lobeto Alonso, Melisa Menéndez García

ABSTRACT

El mar Cantábrico constituye uno de los entornos costeros más energéticos de Europa, expuesto a oleaje procedente del atlántico y también generado en la costa cantábrica de gran altura y periodo. Las condiciones climáticas del oleaje condicionan la dinámica litoral y el riesgo de inundación y erosión costera. Evaluar cómo el cambio climático modificará el oleaje en la costa para evaluar impactos a escala local requiere de una regionalización de las proyecciones de oleaje existentes sobre el litoral, alcanzando resoluciones espaciales menores al kilómetro. Este trabajo presenta los resultados de las condiciones climáticas actuales (1979–2025) y futuras (2030, 2050, 2070 y fin de siglo) del oleaje sobre el Mar Cantábrico, considerando los escenarios de cambio climático SSP2-4.5 y SSP5-8.5. Para ello se ha desarrollado una metodología de regionalización (downscaling) que alcanza una resolución espacial de ~100 metros en la costa.

El paso de escala global a local se articula en tres niveles sucesivos. En el primero, el oleaje en aguas abiertas se simula con el modelo WAVEWATCHIII a escala global. Esta base de datos global (GOW, Global Ocean Waves) dispone de una resolución regional sobre la región europea de entre 12 y 25km. Se parte de una reconstrucción histórica (hindcast), que utiliza la información atmosférica de ERA5 para generar el oleaje y de proyecciones de oleaje basadas en cuatro modelos globales del CMIP6 (MRI-ESM2-0, MPI-ESM1-2-HR, EC-Earth3 y CNRM-CM6-1-HR'). A partir del segundo nivel, se aplica el enfoque híbrido DOW (Downscaled Ocean Waves), que combina simulaciones numéricas realizadas con el modelo SWAN con técnicas matemático-estadísticas para reconstruir series temporales. En el segundo nivel, mediante el uso del algoritmo de máxima disimilitud sobre una serie de variables met-ocean procesadas utilizando la técnica de componentes principales, se seleccionan situaciones sinópticas del oleaje, que se propagan con el modelo sobre subdominios de ~1 km mostrados en la figura adjunta y que son los recuadros azules. En el tercer nivel, la propagación alcanza los ~100 m de resolución mediante subdominios costeros de alta resolución, que son los recuadros naranjas de la figura adjunta. Las series temporales con resolución horaria de los parámetros del oleaje (ej. altura de ola significativa, periodo de pico) se obtienen mediante la interpolación con funciones de base radial (RBF). Para capturar la modulación del oleaje costero por la variación del nivel del mar se consideran tres niveles de marea (mínimo, medio y máximo) y posibles incrementos del nivel medio del mar futuros.

Las bases de datos generadas, tanto de reconstrucción histórica (hindcast) como de simulaciones climáticas ha sido validada mediante comparativa con datos instrumentales de boyas en el Cantábrico (ej., Pasajes, Bilbao, Gijón, A Coruña).

El estudio realizado permite estimar la señal de cambio ante diferentes escenarios climáticos y periodos futuros en los parámetros del oleaje para los 3 niveles de resolución espacial descritos, lo que permite evaluar el factor de resolución espacial en la estimación de posibles cambios futuros en el oleaje.

PALABRAS CLAVE

Oleaje, Cambio Climático, Downscaling, Escenarios

From air–sea CO₂ fluxes to blue carbon burial: resolving the coastal carbon budget of the Canary Islands

Aridane G. González, José Roberto Sierra-Salcedo, David Curbelo-Hernández, Irene Sánchez-Mendoza, David González-Santana, J. Magdalena Santana-Casiano, Melchor González-Dávila

ABSTRACT

The knowledge about the impact of Climate Change can be only known by long-time observation. In the case of coastal waters, the carbon system is affected by strong gradients in hydrodynamics, ecosystem structure, and biogeochemical processing that develop over short distances. Coastal environments may shift between carbon source, sink, and storage reservoir functions depending on the process considered. This is particularly relevant in the Canary Islands, where shallow coastal waters and seagrass meadows remain poorly represented in regional carbon assessments despite their potential role in both contemporary air–sea CO₂ exchange and longer-term blue carbon sequestration.

In this study, we combine two complementary observational approaches to constrain the coastal carbon cycle in the Canary Islands: high-resolution measurements of surface seawater CO₂ and air–sea CO₂ fluxes, and sedimentary organic carbon analyses in *Cymodocea nodosa* meadows and adjacent unvegetated sediments.

Accordingly, we used a six-year record (2019–2025) from volunteer observing ships (VOS), which revealed pronounced seasonal, interannual, and spatial variability in surface seawater fugacity of CO₂ (fCO_{2,sw}) across coastal and offshore waters. Seasonal variability was primarily controlled by sea surface temperature, which explained ~70% of the signal, while total dissolved inorganic carbon accounted for ~20%, partly compensating thermal forcing through biological processes. At interannual scales, fCO_{2,sw} increased by 2.5–5.2 μatm yr⁻¹, indicating progressive carbon accumulation in surface waters, with warming reinforcing this trend in the eastern sector. Upscaling across representative shallow-coastal sectors yielded a cumulative net source of 1.38 ± 0.28 Gg C yr⁻¹ for 17.5% of the shallow-coastal area of the archipelago, while positive CO₂ flux trends indicate a recent weakening of regional uptake capacity.

At the ecosystem scale, *C. nodosa* meadows from El Pajar (Gran Canaria) and Abades (Tenerife), two coastal sites in the Canary Islands, showed sedimentary carbon stocks of up to 248.08 Mg C ha⁻¹, confirming their relevance as blue carbon habitats. However, carbon storage extended beyond the vegetated meadow itself, as adjacent unvegetated sediments also accumulated substantial organic carbon. This pattern highlights the importance of lateral transport and burial processes at the seascape scale. No correlation was found between seagrass biomass carbon and sedimentary organic carbon, indicating that carbon burial is more strongly controlled by local depositional conditions, hydrodynamics, and sediment properties than by standing biomass alone.

These results show that shallow coastal waters and seagrass meadows provide distinct but complementary information on the coastal carbon cycle. CO₂ observations resolve the magnitude and direction of present-day air–sea exchange, whereas sediment records capture the integrated signature of carbon retention and burial. This information is necessary to properly find climate actions in terms of marine reserves or protected areas in the Canary Islands, as well as to apply the carbon market in the near future in the region.

PALABRAS CLAVE

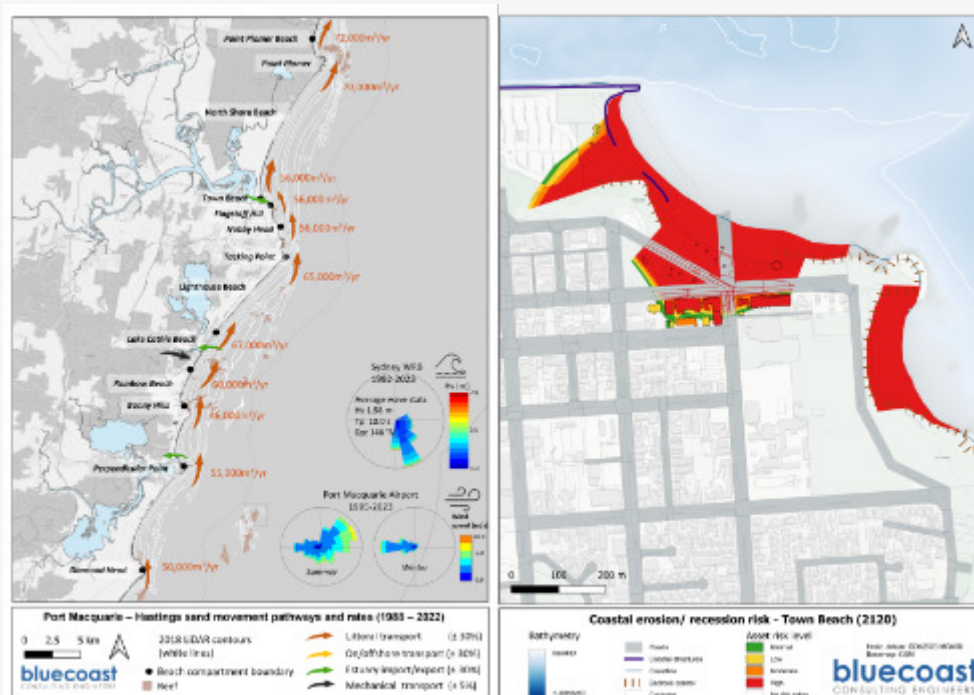
Coastal waters, fugacity, blue carbon

Ernesto Villarino, Dorcas Akua-Essel, Leire Citores, Joana Larreta, Ander Lopez, Angel Borja, Susana Flecha, Manuel Gonzalez, Luis Cuesta, Uxue Urkia, Dorleta Orueechevarria, Xabier Esteban, Guillem Chust

Rising atmospheric CO₂ concentrations have driven widespread ocean acidification over recent decades. However, along the Basque coast in the southern Bay of Biscay, long-term pH observations remain limited, with most existing studies restricted to short-term surface measurements. Within the Marine Observatory of Climate Change of the Basque Country, we investigated long-term pH variability throughout the water column and identified significant decreasing trends across all depth layers, with rates ranging from 0.022 to 0.041 pH units per decade. These declines are consistent with the global increase in atmospheric CO₂.

High-frequency pH data are interpreted together with other oceanographic variables routinely measured at the observatory, including temperature, dissolved oxygen, salinity, and chlorophyll-a. Altogether, these results underscore the importance of sustained coastal ocean monitoring efforts and provide valuable insight into the progression of ocean acidification and its potential impacts on marine ecosystems and the ecosystem services they provide along the Basque coast.

Ocean-acidification; pH; Basque coast; monitoring;



Increasing Impact of Saharan Intrusions on Air Quality in Atlantic Iberia

Asier Ortuzar Andres, Eduardo De la Torre Pascual, Estibaliz Sáez de Cámara Oleaga

ABSTRACT

Iberian Peninsula using ERA5 reanalysis data from 1940-2024. Saharan warm intrusions are discrete synoptic-scale events characterized by the northward advection of a hot, exceptionally dry, and often dust-laden air mass originating from Northern Africa. These events significantly alter regional meteorology and are a primary driver of summer heatwaves and elevated ozone concentrations. Especially the 2020s decade have set new records, doubling the number of this phenomenon compared to the previous decade.

Clustering analysis reveals three primary synoptic configurations driving these intrusions. One specific configuration, a heat low, is a direct effect of the desert's warming. This pattern shows the most significant frequency increase, linked to the maximum temperature increase of the Sahara under climate change. While the summer impacts are particularly extreme in the Bay of Biscay and the Southern Mediterranean, Atlantic Iberia has seen a distinct decline in air quality.

Despite the complex relationship between tropospheric ozone and meteorology, rising temperatures clearly affect the formation of the secondary pollutant through enhanced photochemistry and atmospheric stability. Our results demonstrate statistically significant increases in ozone levels across Atlantic Iberian provinces during intrusion events, with the most pronounced effects observed in the Spanish southern provinces of Huelva and Cádiz as well as the Portuguese regions of Algarve and Alentejo.

PALABRAS CLAVE

Warm intrusion, heatwave, ozone, climate-change

Tracking Hydroclimatic Change on the Northern Basque Coast and Its Implications for Mucilage-Favourable Conditions

Nicolas Susperrégui, Frank D'Amico, Marie-Noëlle De Casamajor, Nathalie Caill-Milly, Noëlle Bru, Thierry Pigot, Claire Kermorvant

ABSTRACT

Coastal ecosystems of the southeastern Bay of Biscay have undergone substantial environmental change over the past decades, yet no descriptive study exist to track these local changes. Fishermen have reported since the early 2000s a growing frequency, abundance, and persistence of a viscous material known as Liga, which clogs fishing nets and corresponds to aggregated pelagic mucilage. Because mucilage formation depends on the interplay of meteorological, hydrological, oceanographic, and biogeochemical conditions, long-term environmental change may be altering the likelihood of its appearance.

We compiled long-term datasets from meteorological stations, hydrological monitoring of the Adour River, and coastal water quality surveys. Temporal trends were quantified using anomaly analyses, segmentation tests, and non-parametric comparisons across decades. To synthesize the main physical drivers known to influence mucilage formation, we developed a daily Mucilage Hydroclimatic Index (MHI) integrating solar irradiance, maximum air temperature, river flow, and swell height. Correlations with regional and global climate indices were also examined.

The analysis reveals coherent and significant environmental shifts. Air temperature has increased since the early 1980s, while sea surface temperature and salinity in Saint-Jean-de-Luz have risen markedly since the 1970s. In parallel, wind intensity has declined since the early 1990s, and swell height has decreased since 1996, both contributing to enhanced water-column stability. Wind direction has also shifted, with increasing frequencies of westerly and northerly winds and decreasing frequencies of southerly and easterly winds, modifying the dispersion and retention of the Adour River plume. Hydrological conditions have changed as well: Adour discharge decreased by roughly 30% between the early 1980s and the 2010s, and phosphate concentrations in the river declined by 33%, while nitrate concentrations increased until the 1990s. These changes produced a significant rise in the riverine DIN/P ratio. In coastal waters, nutrient concentrations (except silicates) have decreased since the late 1970s, with ammonium falling by nearly 90% and phosphate by 50%, while the Si/P ratio increased by more than 60%. Chlorophyll a concentrations also declined, indicating progressive oligotrophication.

These combined trends—warming, reduced mixing, altered wind regimes, declining river flow, and nutrient imbalance—mirror conditions documented in mucilage-affected regions such as the Adriatic Sea. The HMI time series shows a significant long-term increase, with a marked shift around 1989–1990, a period that coincides with major changes in regional hydroclimatic conditions and precedes the observed intensification of Liga events. Although causality cannot be established without systematic biological monitoring, the convergence of physical and biogeochemical trends suggests that the local environment has become increasingly favorable to mucilage formation.

This study provides the first integrated reconstruction of long-term environmental change on the Basque coast and introduces a quantitative proxy to track conditions conducive to mucilage emergence. The results highlight the need for sustained high frequency monitoring of nutrients, phytoplankton, and mucilage occurrences to refine and validate the HMI and to better anticipate ecosystem responses under ongoing climate change.

PALABRAS CLAVE

Hydroclimatic change; Coastal dynamics; Mucilage

Monitoring harmful algal blooms on the French Atlantic coast: species shift and environmental drivers of *Ostreopsis* blooms at Erromardie beach (Saint-Jean-de-Luz, France)

Audrey Commault, Sarah Itoiz, Ana Detchart, Oriane Lagrabe, Agnès Petrau, Raffaele Siano, Enora Briand, Alan Fernández-Valero, Sergio Seoane, Aurélie Bocquet-Escourrou, Caroline Sarrade

ABSTRACT

Climate change is driving the expansion of harmful benthic dinoflagellates into new coastal areas. *Ostreopsis* cf. *ovata* has remained rare along the French Atlantic coast, where only *Ostreopsis* sp. 9 (formerly known as *Ostreopsis* cf. *siamensis*) had been reported until 2018. In 2021, *Ostreopsis* cf. *ovata* was detected for the first time along the French Basque shoreline, coinciding with several cases of respiratory disorders among beachgoers and coastal workers. Since then, recurrent summer blooms of *Ostreopsis* species have affected the Basque coast, raising health concerns, particularly as *Ostreopsis* cf. *ovata* is known for toxin production leading to numerous events in the Mediterranean. To better assess *Ostreopsis* dynamics and inform health risk management, an operational qPCR assay targeting both species was developed and a monitoring program was implemented.

In this study, microscopy and qPCR approaches were combined to better characterize *Ostreopsis* bloom dynamics. Erromardie beach (Saint-Jean-de-Luz, France) was investigated over four consecutive summers (2022–2025) using complementary sampling strategies and frequencies, including water column surveys in the bathing zone and macroalgal sampling on rocky shore, considered as the main reservoir for *Ostreopsis* production. The objectives were to document bloom initiation, species composition and the transition between benthic and planktonic life stages, while assessing key environmental drivers.

Our findings reveal fine-scale temporal and spatial patterns of *Ostreopsis* blooms and a continuous shift in species composition between 2022 and 2025, with *Ostreopsis* cf. *ovata* progressively becoming dominant. This shift ultimately resulted in the near-complete disappearance of *Ostreopsis* sp. 9 by 2025. We also tried to highlight the role of environmental factors in shaping bloom dynamics on macroalgae and the export in the water column. This long-term monitoring effort improves our ability to anticipate and manage harmful algal blooms along the Atlantic coast, thereby supporting public health protection and the preservation of marine ecosystems.

PALABRAS CLAVE

HABs, *Ostreopsis* dynamics, qPCR

Effects of climate change before the start of the food web

David González Santana, J. Magdalena Santana Casiano, Melchor González Dávila, Aridane González González

ABSTRACT

Ocean acidification and warming are key drivers of global change in coastal environments, with direct implications for ecosystem functioning and biogeochemical cycling. Among these processes, iron (Fe) redox cycling plays a central role in regulating nutrient availability and primary productivity in coastal waters. Beyond these direct effects, it is equally important to consider the indirect pathways through which climate-driven changes can propagate across the trophic web. Variations in the stability, speciation, and bioavailability of iron, an essential micronutrient for marine microorganisms, may alter microbial community structure and metabolic activity, with cascading consequences for nutrient regeneration, primary production, and higher trophic levels. Recognising these indirect impacts underscores the need to study Fe dynamics not only as a chemical process, but as a key ecological mediator linking environmental change with ecosystem functioning.

Within the FeRIA project (PID2021-123997NB-I00), Fe(II) oxidation dynamics is being investigated in coastal systems of the Canary Islands under contrasting acidification scenarios. Natural volcanic CO₂ emissions (Fuencaliente and Tzacorte, La Palma) provide unique in situ analogues of future ocean conditions, while sites influenced mainly by anthropogenic CO₂ (El Hierro and Gran Canaria) represent present-day acidification trends. These environments allow disentangling the combined effects of pH, temperature, and chemical composition on Fe redox processes.

Results show that Fe(II) oxidation rates exhibit strong spatial variability driven by physicochemical conditions (pH, temperature, salinity, dissolved oxygen) and organic ligands. Lower pH systematically slows Fe(II) oxidation, increasing its persistence and potentially enhancing its bioavailability, whereas higher temperatures accelerate oxidation rates. Organic matter plays a key regulatory role through complexation, either stabilising Fe(II) or facilitating electron transfer depending on ligand composition.

These findings demonstrate that the balance between acidification, warming, and organic complexation controls Fe(II) dynamics in coastal systems, with potential consequences for nutrient cycling and ecosystem productivity. The study also highlights the relevance of volcanic CO₂-impacted environments as natural laboratories to anticipate the response of coastal biogeochemical processes to future ocean acidification.

PALABRAS CLAVE

Coast, ocean acidification, warming, biogeochemistry

Coupled ARIES - Hydrodynamic models to Assess Fisheries Dynamics under Climate Change

Pearlin Sam Jinoj, Beñat Egidazu-de la Parte, Mahija Hann, Stefano Balbi, Ferdinando Villa, Marta Pascual

ABSTRACT

Climate change is driving profound alterations in marine ecosystems, influencing biodiversity, the sustainability of fisheries, the goods and services that marine ecosystems provide to society. This study presents an integrated assessment of climate change impacts along the Iberian Atlantic coast. By combining hydrodynamic modeling, ecosystem service assessment, and fisheries analytics, we evaluate spatio-temporal changes in marine productivity and resource distribution yearly from 2015 to 2022.

Hydrodynamic simulations were applied to characterize variability in circulation patterns, vertical stratification, and coastal upwelling dynamics, which are key drivers of nutrient transport and biological productivity in the region. These physical processes provide the foundation for understanding ecosystem variability under changing climatic conditions. Model outputs were subsequently integrated with the ARIES framework to quantify shifts in ecosystem services, with a particular focus on provisioning services related to fisheries. This integration enables a more comprehensive evaluation of how physical oceanographic changes propagate through ecological systems to affect resource availability.

Fisheries data obtained from the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) were analyzed for both demersal and pelagic species (European pilchard (PIL), Common edible cockle (COC), European conger (COE), and Edible crab (CRE)), allowing for species-specific assessments of environmental sensitivity. To further separate natural variability from human influence, fishing effort data derived from Global Fishing Watch were incorporated. This enabled the identification of spatial and temporal patterns of fishing pressure and their interaction with shifting resource distributions. Environmental forcing variables, including sea surface temperature, salinity, dissolved oxygen, and primary productivity, were sourced from Copernicus Marine Service.

Results reveal significant shifts in fish distribution and catch potential associated with altered nutrient regimes, and variability in upwelling intensity. Pelagic species such as European pilchard demonstrate high sensitivity to thermal anomalies and fluctuations in primary productivity, reflecting their strong dependence on environmental variables due to their proximity to primary producers. In contrast, demersal and benthic species, including Common edible cockle, European conger, and Edible crab, exhibit more localized responses linked to bottom oxygen conditions, habitat structure, and sediment characteristics. Importantly, the integration of fishing effort data highlights emerging spatial mismatches between resource availability and fishing intensity. These mismatches suggest increasing risks to ecosystem resilience and long-term fisheries sustainability, particularly under continued climate forcing. Areas experiencing declining productivity are not always matched by reductions in fishing pressure, potentially intensifying stock vulnerability.

Overall, this study demonstrates the value of integrating hydrodynamic models and multi-source observational datasets to advance understanding of climate impacts on marine systems. The findings provide critical insights to support adaptive fisheries management, ecosystem-based management approaches, and marine spatial planning strategies aimed at enhancing resilience in the face of ongoing climate change.

PALABRAS CLAVE

Climate-change, Biodiversity, Ecosystem-Modelling, Iberian-Atlantic coast

Navigating Future Waters: The Resilience of the Atlantic Bluefin Tuna under Climate Change

Maite Erauskin-Extramiana, Mireia Valle, Leonardo Cruz, Barbara Muhling, Jose A. Fernandes-Salvador, Mercedes Pozo Buil, Guillermo Ortuño Crespo, Stephanie Brodie, Helliott Hazen, Steven J. Bograd, Haritz Arrizabalaga, Gorka Merino, Nerea Lezama-Ochoa

ABSTRACT

Atlantic bluefin tuna (ABFT) is an ecologically and economically valuable species. As global warming drives marine species toward cooler or deeper waters, ABFT distributions are expected to shift, potentially disrupting predator-prey dynamics and fisheries interactions. This study models future habitat suitability for ABFT, its primary prey (as a proxy for food availability), and the drifting longline fishery that targets adult ABFT under three climate scenarios (SSP1-2.6, SSP3-7.0, SSP5-8.5). Results indicate a poleward shift in ABFT distribution, with habitat losses in tropical regions and gains in boreal zones. Prey species show similar trends, increasing spatial overlap with ABFT in higher latitudes while decreasing in tropical areas. These boreal regions may act as climate refugia or 'bright spots,' with a projected 15% increase in prey overlap by century's end. However, ABFT key spawning grounds—the Mediterranean Sea and Gulf of Mexico—are projected to become significantly less suitable for adults, with habitat suitability declining by up to 27% and 73%, respectively, threatening reproductive success. Meanwhile, overlap with the drifting longline fishery may decline by 4%, unless fishing efforts also shift poleward. Regions such as Greenland and northern Europe may become increasingly important for ABFT persistence and expansion. These distributional changes could challenge current international agreements and quota systems, underscoring the need for adaptive, climate-resilient management strategies.

PALABRAS CLAVE

Bluefin, climate refugia, distribution models

Thermal structuring of seabird and cetacean communities in the Bay of Biscay from long-term ecosystem-based monitoring

Amaia Astarloa, Maite Louzao, Isabel García-Barón, Arkaitz Pedrajas, Maria Santos, Guillermo Boyra, Guillem Chust

ABSTRACT

Understanding how marine megafauna communities respond to ocean warming requires long-term, standardized observations and indicators that capture changes at the community level. In the Bay of Biscay, ecosystem-based monitoring programmes conducted across contrasting seasons provide consistent time series of seabird and cetacean observations, offering a unique opportunity to examine seasonal community patterns and their thermal structure. Here, we analyse seabird and cetacean communities using data collected through standardized ecosystem-based monitoring surveys. Visual observations were conducted following Distance Sampling protocols, with georeferenced survey effort and species-specific group size estimates, allowing the characterization of community composition, spatial distribution and seasonal variability. To explore the thermal structure of these communities, we apply the Community Temperature Index (CTI), calculated as the abundance-weighted mean of species-level thermal affinities. This metric enables comparisons of thermal community structure between seasons and across years, and provides insight into the processes underlying community-level responses to ocean warming. Our analyses are designed to assess differences between seasonal seabird and cetacean assemblages and to evaluate the applicability of the CTI for describing thermal structuring in pelagic predator communities under varying oceanographic conditions. By adopting a community-level perspective and integrating long-term ecosystem-based monitoring data with a thermal indicator, this study allows the exploration of broad-scale patterns in marine megafauna distribution without focusing on individual species responses. Overall, this work contributes to the development of integrated frameworks for assessing climate-driven changes in marine megafauna communities, highlighting the value of existing monitoring programmes for ecosystem-based assessments in the Bay of Biscay and the wider Northeast Atlantic.

PALABRAS CLAVE

Climate change indicators, Thermal affinities

Stocks de carbono azul en las marismas del estuario del Butroe, Bizkaia

Alejandro Cearreta, Jon Gardoki, Elena Romero, Marina Sáez-Muñoz, Víctor Ruiz-González, Ane García-Artola, María Jesús Irabien

ABSTRACT

Las marismas retienen grandes cantidades de carbono orgánico, actuando como reservorios naturales que ayudan a mitigar el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero. En el análisis y la cuantificación del carbono azul en la costa cantábrica, estos sumideros de carbono a largo plazo son los más relevantes para determinar su potencial de mitigación climática.

El estuario del Butroe se encuentra a 16 km al N de Bilbao. Durante los últimos 250 años, sus características naturales han sido modificadas por la ocupación urbana de las llanuras intermareales arenosas del estuario inferior y por la ocupación agrícola de las superficies de marisma en todo el estuario. Tras el abandono de la agricultura durante la segunda mitad del siglo XX, las marismas experimentaron una progresiva regeneración natural y representan alrededor de 35 ha del estuario actual. La marisma de Ostrada constituye su principal zona húmeda y se localiza en la orilla derecha del estuario medio-superior. La zona situada aguas arriba es una marisma alta madura cubierta por *Sarcocornia pruinosa* y *Juncus maritimus* que tiene una superficie de 3,5 ha.

En 2025 se perforó manualmente un sondeo (3 réplicas) de 1 m de longitud utilizando un tubo de PVC de 12 cm de diámetro interno. Los testigos se seccionaron en el laboratorio a intervalos de 1 cm. El establecimiento de un marco geocronológico se llevó a cabo mediante el análisis radiométrico de ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra y ¹³⁷Cs utilizando espectrometría gamma con un detector HPGe. Adicionalmente, para determinar las tasas de acumulación a largo plazo, el sedimento orgánico inferior del testigo fue datado mediante AMS ¹⁴C. Se analizó además el contenido en microfósiles (foraminíferos bentónicos), granulometría, elementos traza, magnetismo ambiental y porcentaje agua del sondeo con el fin de reconstruir su ambiente geológico deposicional. Las determinaciones de carbono orgánico total se realizaron utilizando un analizador LECO CNS928. Las relaciones isotópicas del carbono se determinaron con un analizador elemental FlashEA1112 (ThermoFinnigan) y un espectrómetro de masas DeltaV Advantage (Thermo Scientific).

La reserva de carbono orgánico acumulado en el metro superior del sedimento fue de 152,15 Mg Corg/ha. En total, para la zona de marisma analizada, la reserva de carbono orgánico en el primer metro fue de 532,53 Mg Corg equivalentes a 1.954,37 toneladas de CO₂. Además, las tasas de acumulación vertical de sedimento y de enterramiento de carbono orgánico fueron de $1,83 \pm 0,14$ mm/año y 48,6 g Corg/m²/año.

Los elevados valores de captura y almacenamiento de carbono orgánico en la marisma de Ostrada subrayan la necesidad de proteger y conservar estos ecosistemas costeros para mantener y potenciar su capacidad de secuestro de carbono dentro de las “soluciones basadas en la naturaleza” fomentadas por la Unión Europea.

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos Carbono Azul (Acuerdo marco de colaboración entre la EHU y la Mancomunidad de Servicios Uribe Kosta) y Harea-Geología Litoral (IT1616-22, Gobierno Vasco). JG recibió un contrato postdoctoral de la EHU (POSTUPV25/71) y VR-G obtuvo una ayuda Juan de la Cierva (JDC2023-051161-I).

PALABRAS CLAVE

Carbono, isótopos estables, radioisótopos, foraminíferos.

Restoration of the Bidasoa estuary for blue carbon sequestration and climate change adaptation: monitoring program and numerical simulations

Roland Garnier, Andrea del Campo, Aritz Abalia, Pedro Liria, Irati Epelde, Luis Ferrer, Asier Nieto, Mireia Valle, Guillem Chust, Javier Franco, Joxe Mikel Garmendia, Gotzon Mandiola, Natalia Montero, Iker Urtizberea, Jon Berregi, Uxue Urkia, Anna Rubio, Manuel Gonzalez, Julien Mader, Ivan R. Gelpi, Antonio Castaño, José Daniel Gómez, Santiago Gaztelumendi, Laura Gutiérrez, Carlos Castillo

ABSTRACT

An ecological restoration of saltmarshes and intertidal flats is currently underway in the Bidasoa estuary (Txingudi bay), aiming at enhancing resilience to coastal pressures and improving ecosystem functioning. Within this context, a monitoring program has been designed to evaluate the impacts of restoration actions through the establishment of a comprehensive baseline and the observation of subsequent physical and ecological changes. Prior to the start of coastal works, a rapid deployment of monitoring systems was implemented to capture pre-intervention conditions and support adaptive management.

The monitoring strategy is based on three complementary pillars: in situ instrumentation, field surveys, and numerical modelling. First, an innovative set of autonomous monitoring instruments has been deployed. These include a solar-powered wireless videometry system providing hourly images of the restoration area, enabling continuous observation of tidal intrusion and early saltmarsh development. A network of radar-based autonomous tidal gauges has been installed at three locations, and real time data and historic datasets are set operational through the ERDDAP data exchange system. In addition, long-term sediment dynamics are monitored using a protocol based on Surface Elevation Table (SET) systems complemented by sediment pins and sediment plates across intertidal flats and saltmarshes.

Second, extensive field surveys provide spatially resolved baseline information. These include full-estuary bathymetric surveys, high-resolution topographic measurements, and drone-borne LiDAR acquisitions. Multispectral drone imagery supports a pioneering assessment of blue carbon ecosystem extent, complemented by species sampling and ground-truth surveys. Vegetation mapping allows for the identification of both blue carbon habitats and invasive species targeted for removal. An ecological assessment framework is implemented using long-term datasets to derive water, sediment, and biological quality indicators, while bird census data contribute to biodiversity evaluation.

Third, a suite of numerical models supports process understanding and scenario analysis. Wave driven process-based hydrodynamic models (e.g. Delft3D FM, XBeach) have been implemented and nested within high-resolution flooding models (e.g. Lisflood-FP, Kostaegoki) and applied under both real and synthetic forcing conditions. In parallel, for operational forecasting applications the SCHISM model implemented along the Basque coast has been downscaled to the Txingudi Bay, enabling high-resolution simulations of tides and storm surge, for operational forecasting applications. Finally, long-term morphological simulations have been carried out using the ASMITA model to study estuarine sedimentation processes and the effects of restoration interventions.

This multi-method monitoring framework provides a robust baseline and an operational toolset to assess restoration effectiveness and support climate adaptation strategies in estuarine environments. Moreover, cross-border collaboration, particularly on data sharing and blue carbon assessment, is a step towards an integrated, estuary-scale approach.

PALABRAS CLAVE

Saltmarsh restoration, Climate Change, Monitoring

Advancing the Decarbonisation of Fishing Vessels

Joseba Castresana, Ainhoa Caballero, Nerea Goikoetxea, Iñaki Quincoces, Gorka Gabiña

ABSTRACT

The decarbonisation of the fishing sector has emerged as a strategic priority within the broader context of climate change mitigation in the ocean, in line with Europe's objective of achieving climate neutrality by 2050. Fishing vessels remain heavily dependent on fossil fuels, facing structural, technological, and socio-economic barriers that limit the adoption of low-carbon solutions. In this context, applied research and innovation play a critical role in enabling a just and feasible energy transition for the blue economy.

Early advances have highlighted the importance of vessel-specific solutions adapted to fishing modalities, operational profiles, and port infrastructure constraints. Importantly, these projects have underscored that technological innovation alone is insufficient without considering economic viability, regulatory frameworks, and fishers' acceptance.

Building on this accumulated knowledge, recent developments have increasingly focused on integrated approaches that combine energy optimisation with data-driven fisheries management. The present contribution shows how diverse technological approaches can support the decarbonisation of fishing vessels, based on results from several research projects. SEAGLOW deployed non-intrusive energy monitoring systems on small-scale fishing vessels, providing the basis for the design of hybrid propulsion solutions that will be installed during 2026. ENERCOM applied fuel-use monitoring and tailored operational measures, achieving potential savings of 5–10% per trip across several fleet segments. SUSTUNTECH enabled data-driven decarbonisation strategies in tuna purse seiners through vessel digitalisation, with the objective of reducing fuel consumption. Finally, SEMITRAWL assessed semipelagic trawl doors, identifying measurable fuel-consumption reductions under commercial operating conditions.

Within this trajectory, the INFINIFISH European project, funded by Horizon EUROPE, represents a step forward in the decarbonisation of fishing vessels. INFINIFISH aims to demonstrate how advanced solutions can support both climate objectives and sustainable resource use. Besides those solutions, is the development of decision support systems (DSS), a next-generation solution designed to optimise fishing operations through the integration of onboard data, energy consumption metrics, and environmental information.

This solution is conceived as a decision-support and operational optimisation tool that enables fishers to reduce fuel consumption and emissions while maintaining or improving catch efficiency. By building on the results and insights of previous projects, the solution seeks to overcome existing barriers to decarbonisation, including fragmented data, lack of actionable information, and uncertainty around the impacts of operational changes.

This contribution presents the evolution of decarbonisation efforts in fishing vessels, from early pilot experiences to the integrated approach proposed within INFINIFISH. It highlights how accumulated evidence, stakeholder engagement, and digital innovation converge in a DSS-based solution, offering a practical pathway to accelerate the decarbonisation of the fishing sector as a cornerstone of a resilient and climate-neutral blue economy.

Observatorio Costeiro da Xunta de Galicia works closely with potential end-users –fishing guild, industry professionals, data analysts, public administrations- and other stakeholders to understand their needs, enhance the use of the Observatory information and draw together the observatory's roadmap.

PALABRAS CLAVE

Energy transition, Decarbonisation, Fishing, Digitalisation

From Data to Decisions: CMP Stage 2 Coastal Analysis and Lessons for Atlantic Europe

[June Gainza](#), [Ion Andonegui](#), [Evan Watterson](#), [Heiko Loehr](#)

ABSTRACT

Coastal authorities are increasingly required to manage complex and uncertain risks associated with climate change, particularly along dynamic sandy coastlines and estuarine systems. In New South Wales (Australia), Coastal Management Programs (CMPs) provide a structured, risk-based framework to support evidence-based decision-making. Stage 2 of CMP development focuses on detailed technical investigations to characterise coastal processes, sediment dynamics, and hazard exposure.

This paper outlines the analytical approaches typically undertaken during this stage, using a Coastal Management Program developed for the Port Macquarie Hastings coastline as an illustrative example. The focus is placed on how regional and local-scale processes are interpreted to understand shoreline behaviour and identify the key drivers of coastal change.

Core components of the analysis are inherently data-driven, with particular emphasis on the use of observed coastal data and long-term datasets. These datasets underpin shoreline change assessment, sediment budget development, and the evaluation of coastal hazards such as erosion, shoreline recession, inundation, and estuarine dynamics. Their integration allows coastal variability to be linked to underlying processes operating across multiple temporal scales, from storm-driven impacts to longer-term sediment imbalances and climatic influences.

The outputs of Stage 2 provide the technical foundation for subsequent CMP stages, informing the identification, evaluation, and prioritisation of coastal management options (Stage 3) and the development of implementation pathways and strategic actions (Stage 4).

Although developed within the Australian context, the approaches presented are directly relevant to Atlantic European coastlines, where similar challenges exist in managing sediment dynamics, erosion risks, and estuary–coast interactions under changing climatic conditions. The paper highlights how a structured, process-based assessment framework, grounded in observational evidence, can enhance transparency and confidence in coastal management, and offers transferable insights for strengthening adaptation strategies in Atlantic environments.

PALABRAS CLAVE

Coastalmanagement, coastalhazards, sedimentdynamics, climateadaptation

Digital Monitoring of a Nature-Based Coastal Dune System for Climate Resilience: The Regions4Climate Project Case Study in Tuscany Region

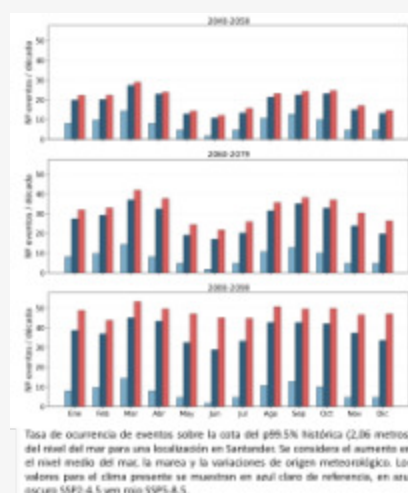
Federica Vergari, Ilaria Ingrosso, Andrea Montanaro, Riccardo Fruni, Arianna Verga, Lucia Miglietta, Alessandro Largo

ABSTRACT

Coastal areas are increasingly exposed to erosion, flooding, and storm damage due to the growing frequency and intensity of climate extreme events, making adaptive and monitorable protection strategies a priority for resilient coastal management. In this context, the transition from green to smart coastal solutions requires digitalised Nature-Based Systems (NBS) that integrate sensing, data, and modelling to support adaptive management and enhance long-term climate resilience. This contribution presents the Regions4Climate (R4C) project (GA n. 101093873) case study developed in the Gulf of Follonica, within the Sterpaia Coastal Park in Tuscany Region (Italy), an area affected by coastal erosion and flooding induced by intense storm events. The intervention consists of a restored coastal dune system designed as a bio-based NBS to strengthen natural coastal defence functions. To enhance its effectiveness and reliability, the dune has been coupled with an experimental digital monitoring system developed by RINA-C, based on embedded Fibre Optic Sensors (FOS) integrated into a bio-based sensorized reinforcement net (bionet). The monitoring system provides quantitative information on the structural response of the NBS, supporting the definition of maintenance and management strategies aimed at extending its service life. The proposed solution combines structural reinforcement and distributed sensing within the same element, enabling real-time strain monitoring along the principal directions of the dune system and supporting the observation of its mechanical response under both ordinary and extreme environmental conditions. The project followed a three-phase development path: laboratory characterisation of the bionet and optimisation of fibre integration methods; large-scale validation under simulated erosion and dynamic loading conditions; and full-scale installation on the coastal pilot site. Laboratory and large-scale tests supported the selection of the most effective sensor layout and bonding strategy, showing that fibre installation along both warp and weft net directions improves strain coverage and sensitivity across the monitored surface. The final field installation features protected optical connections and are designed for continuous monitoring under variable environmental conditions, including post-storm assessments. The R4C approach addresses key challenges in climate adaptation by transforming a nature-based coastal protection measure into a smart monitored infrastructure. Beyond site results, the study aims to establish a rigorous and replicable methodology for constructing, instrumenting, and maintaining sensorized dune systems in fragile coastal environments. This contributes to the development of innovative climate observatory networks and digital tools that support risk management, reduce vulnerability, and inform evidence-based adaptation strategies for coastal regions.

PALABRAS CLAVE

NBS; Monitoring; Fibres; Resilience; SHM.



STORMPACT: Operational Forecasting of Wave Overtopping along the French Basque Coast

Erwan IMBERTIE, Matthias DELPEY, Tom SOMEDECOSTE, Nikola DANGLADE, Denis MORICHON, Nico VALENTINI, Sophie LECACHEUX

ABSTRACT

The Basque Coast, located at the border between France and Spain, is a highly urbanized region that is also strongly exposed to Atlantic Ocean conditions. As a result, several coastal stretches are vulnerable to wave overtopping during storm events. On both the Spanish and French sides, early warning systems have been developed in recent years to support local authorities in their storm response strategies and in the protection of people and infrastructure. These systems are based on locally refined forecasting models implemented at selected highly exposed sites.

Within the STORMPACT project, an experiment is underway to extend these modeling capabilities to all vulnerable locations along the French Basque Coast. The aim is to develop an intermediate-complexity approach capable of providing local-scale forecasts while maintaining regional coverage. The methodology consists of two main components. First, offshore wave conditions are downscaled to the coast from forecasts produced by the Copernicus Marine Service IBI model, using an optimized configuration of the unstructured spectral wave model SWAN. Second, SWAN outputs are combined with water level forecasts from the Copernicus Marine Service to force a set of semi-empirical formulas used to estimate mean overtopping discharge at coastal defense structures.

Finally, threshold values are applied to relate the computed discharge to impact levels, enabling integration of the forecasts into a graduated response protocol used by local authorities. Validation across eleven sites included in the project demonstrates the promising performance of the modeling chain.

PALABRAS CLAVE

Overtopping, Modeling, Forecasting

Application de la vidéométrie pour le suivi de l'impact des vagues sur une digue côtière

Camille Lavayssiere, Marilis Rupert, Khadim Gueye, Denis Morichon

ABSTRACT

Les seuils de garanti des systèmes d'endiguement en zone côtière ont été essentiellement conçus dans le passé pour limiter les volumes de débordement lors d'événements extrêmes combinant de fortes marées et des tempêtes océaniques énergiques. Avec la tendance globale à l'élévation du niveau de la mer, la conception des infrastructures côtières peut être progressivement dépassée, tandis que les risques côtiers liés au débordement des vagues sont susceptibles d'augmenter. L'efficacité d'un grand nombre de systèmes de protection côtière dans le monde entier doit donc être réévaluée dans le contexte d'événements plus fréquents de débordement par paquets de mer.

Dans ce contexte, l'amélioration des ouvrages existants implique dans un premier temps de suivre et d'évaluer leur efficacité en conditions réelles pendant des tempêtes. La vidéométrie côtière, développée initialement pour le suivi morphologique des plages sableuses et la caractérisation de l'hydrodynamique littoral (Holland et al., 1997), présente de nombreux atouts pour ce type d'application. Cette technologie permet de réaliser une mesure non-intrusive, autonome et relativement peu coûteuse. En outre, elle permet de fournir des informations spatialisées à des fréquences et une résolution spatiale adaptées aux processus physiques que l'on souhaite suivre dans des environnements exposés à l'impact des vagues, difficilement accessibles et par conséquent peu adaptés au déploiement de dispositifs de mesure traditionnels de type courantomètre ou capteurs de pression.

Cette étude propose une nouvelle méthode vidéométrique appliquée au suivi de l'impact de vagues sur une digue. Cette approche est basée sur l'exploitation directe du flux vidéo enregistré par une caméra. Contrairement aux approches traditionnelles de vidéométrie qui exploitent l'information enregistrée le long d'une série limitée de transects répartis le long de la zone d'étude (image timestack), l'approche proposée permet une couverture totale de l'ouvrage supervisé. L'étude présente les résultats de l'application de cette méthode sur des séquences vidéo enregistrées par une caméra installée au sommet du fort de Socoa à Ciboure (Nuyts et al., 2023). Elle met en évidence les avantages et les limitations de l'approche proposée à travers une analyse détaillée des régimes d'impact subi par la digue qui protège le port de Ciboure pour différentes conditions de vagues incidentes.

Références :

Holland, K. T., Holman, R. A., Lippmann, T. C., Stanley, J., & Plant, N. (1997). Practical use of video imagery in nearshore oceanographic field studies. *IEEE Journal of oceanic engineering*, 22(1), 81-92.

Nuyts, S., Almar, R., Morichon, D., Dealbera, S., Abalia, A., Muñoz, J. M., ... & Regard, V. (2023). CoastCams: A MATLAB toolbox making accessible estimations of nearshore processes, mean water levels, and morphology from timestack images. *Environmental Modelling & Software*, 168, 105800.

PALABRAS CLAVE

Impact, vidéométrie, timestack, digue

Dynamic projections of future changes in extreme sea levels along western Europe and their drivers

Maialen Irazoqui, Angélique Melet, Guillaume Reffray, Lorenzo Mentaschi

ABSTRACT

Future changes in extreme still water levels (ESWLs) will play a critical role in shaping coastal flood risk across western Europe. Yet most large-scale assessments, including recent IPCC reports, estimate ESWL changes using static approaches that account only for long-term sea-level rise (SLR) while treating other sea-level components as stationary (stationary approach). Such an approach may be overly simplistic for regions where changes in sea-level variability are projected. To explore this topic, we use a regional 3D ocean model to dynamically downscale four CMIP6 GCMs in western Europe in order to quantify how future changes in sea-level variability - induced by tides, storm surges, the seasonal cycle, and dynamic sea-level anomalies - modify ESWL projections (dynamic approach) relative to static approaches through the 21st century under SSP1-2.6 and SSP5-8.5. Using a transformed-stationary extreme value analysis, we evaluate projected changes in future return levels and, for the first time in the region, we analyse contributions from individual sea-level components to future ESWL changes via a one-driver-at-a-time method.

Across western Europe, dynamically simulated changes in the 10-year event (RL10) average 39 cm (SSP1-2.6) and 57 cm (SSP5-8.5), but regional deviations reach ± 20 cm. Dynamic estimates can locally amplify ESWLs by 30–40% relative to static ones, particularly in the southern North Sea, northern Irish Sea, and western Mediterranean, with similar impacts for the 100-year event. In many regions, differences relative to static estimates result from compensation effects between changes across components. Changes in dynamic sea level anomalies and the seasonal-cycle dominate dynamic contributions to ESWL changes in the Mediterranean coast and the Atlantic façade south of 47°N. Tidal changes dominate in the English Channel and UK/Irish coasts, while storm surges dominate the southeastern North Sea. A notably large inter-model spread is found for the contributions from the seasonal-cycle and storm-surge components, particularly along the south-eastern North Sea, emphasizing the need for larger multi-model ensembles to more confidently characterize their contributions to future extremes.

Our results show that future ESWLs are shaped by multiple sea-level variability drivers in addition to long-term trends along large parts of western Europe, underscoring the limitations of simplistic static approaches. They further reveal strong regional differences in dominant drivers and compensations among them, which can only be coherently resolved using models that include both ocean and coastal processes.

PALABRAS CLAVE

Sea-level projections, extremes, dynamical downscaling

Real-time coastal flood forecasting through GPU-accelerated Boussinesq modelling

Víctor Loras Herrero, Nikola Danglade, Jannik Kuehn, Pablo Vallés Oliván, Matthias Delpey, Volker Roeber

ABSTRACT

Accurate simulation of coastal flooding processes, including wave breaking, runup, and inundation of urban areas is essential for coastal risk assessment and the development of early warning systems. Physics-based Boussinesq-type models (BTMs) are well-suited for this purpose, as they resolve the nonlinear and dispersive wave dynamics that govern these processes at a level of fidelity that simpler approaches cannot match. However, their computational cost has historically limited their application to small domains or coarse resolutions, preventing their use in operational forecasting contexts where simulation speed is critical.

This work presents recent developments in the BOSZ model (Boussinesq Ocean and Surf Zone), focused on substantially reducing its computational cost through the adoption of graphics processing unit (GPU) acceleration. The implementation is based on the Kokkos performance portability framework, which allows a single model codebase to execute efficiently on different hardware architectures (including processors from NVIDIA, AMD, and Intel) without requiring separate code development for each platform. This approach ensures the long-term sustainability of the implementation as high-performance computing infrastructure continues to evolve.

Benchmarks conducted on GPU hardware demonstrate significant reductions in simulation time relative to standard CPU execution. For a coastal inundation scenario at metric resolution, simulation times in the order of minutes are achieved on a desktop GPU, compared to several hours on a conventional processor. On high-performance computing systems, these gains enable the simulation of kilometre-scale coastal domains at metre resolution within operationally relevant timeframes, making it feasible to run ensembles of scenarios for uncertainty quantification and sensitivity analysis.

The implications for coastal risk management are direct. The computational advances presented here bring physics-based, high-resolution coastal flood modelling within reach of operational early warning applications, a capability that is increasingly relevant in the context of rising sea levels and increasing frequency of extreme coastal events under climate change. Future work will focus on the validation of the model on real coastal sites and its integration into probabilistic hazard assessment frameworks.

PALABRAS CLAVE

Boussinesq-type modelling, Early warning systems

The influence of an offshore sediment depot to infragravity wave propagation upstream the river Adour

Panu Pietikainen, Matthias Delpey, Denis Morichon, Volker Roeber, Iñaki de Santiago

ABSTRACT

Human activities in coastal areas can affect local hydrodynamics in multiple and complex ways. An example of this is a man-made accumulation of sediment 3kms offshore from the mouth of river Adour in south-western France. This is a sediment depot for dredged material from the river Adour in order to keep the channel navigable for commercial shipping. Depending on the shape of the depot, it is suspected to affect the short-wave field but also possibly the infragravity (IG) band as well. In certain conditions, these IG waves have been recorded to propagate upstream Adour, posing unintended threats to, for example, ship moorings. In this context, it is important to understand the relationship between the shape of the depot and the subsequent wave propagation, including IG waves, e.g. to identify more conservative depot shapes.

This study will look at the sediment depot and the extent to which it influences the propagation of IG waves upstream the river Adour. Due to engineered river geometry, the river can be considered a wave guiding channel. The numerical Boussinesq type model BOSZ (Roeber and Cheung, 2012) is used to simulate realistic storm conditions to establish the relative importance of mechanisms influencing IG wave propagation upstream the channel. Moreover, the study compares how IG wave forcing in the river has changed over the years with the evolution of the shape of the depot. Three cases are explored, configuration with no depot, a pronounced concentrated shape, and a gentler configuration with wider sediment distribution in the depot area. The study thus establishes first elements of guidance in the handling of this complex problem.

PALABRAS CLAVE

Infragravity waves, numerical modelling, hydrodynamics

Modelado avanzado de hs usando deep learning en el entorno litoral de arrigunaga

Manuel Viñes Recasens, César Mössö Aranda, Joaquim Sospedra, Manel Grifoll, Agustín Sánchez- Arcilla

ABSTRACT

Los estudios del clima medio y extremal son esenciales para comprender la dinámica litoral y el diseño de infraestructuras costeras [1]. En la actualidad, el modelado numérico y el uso de Machine Learning (ML) para obtener predicciones y/o series temporales, resulta cada vez más relevante para que los análisis sean estadísticamente fiables [2]. Sin embargo, estos registros medidos frecuentemente presentan huecos debidos a los elevados costes de despliegue y mantenimiento y/o fallos técnicos. En este aspecto, este estudio aborda la reconstrucción robusta de dichas series mediante técnicas de Deep Learning (DL), empleando como variable predictora la altura de ola significativa (HS) obtenida a través de campañas intensivas (CI) y simulación numérica.

La metodología propuesta combina un pipeline de preprocesado en el que, tras ajustar en ambas series su frecuencia de muestreo (homogeneización temporal), se escalan y se construyen variables derivadas, hecho que permite implementar redes Long Short-Term Memory (LSTM) y Temporal Convolutional Networks (TCN) [3]. Para garantizar la correcta generalización, se emplea una validación cruzada temporal con origen rodante, junto con la optimización de hiperparámetros, de modo que el modelo reconstruya con una cobertura temporal mucho más amplia (años) y caracterice así el clima de oleaje medio y extremal.

Los resultados de la serie temporal de HS reconstruida para la playa de Arrigunaga, así como la comparación directa con los datos observados en la CI durante el periodo de test, ponen de manifiesto una adecuada capacidad del modelo para reproducir la variabilidad temporal del oleaje, tanto en condiciones medias como durante episodios de mayor energía ($r > 0.90$ y $MAE < 0.25$ m), lo que permite mejorar la base de datos para análisis de agitación y evaluación de la operatividad de infraestructuras costeras.

La aplicación de modelos de DL ha demostrado ser una herramienta eficaz para la reconstrucción de series de HS en entornos costeros de interés portuario. La metodología propuesta permite generar series continuas y consistentes de HS a partir de información procedente de campañas cortas, optimizando los estudios de operatividad, planificación futura y la toma de decisiones en el diseño y gestión de infraestructuras marítimas.

Finalmente, los autores desean expresar su agradecimiento al Dep. de Inv. y Univ. de la Generalitat de Catalunya (SGR-Cat 2021; 2021SGR00600), así como para la asistencia técnica para el seguimiento medioambiental del proyecto de extracción de arena en el sector norte de la Zona II de la Autoridad Portuaria de Bilbao, y del proyecto del espigón central para la ampliación del Puerto de Bilbao en el Abra Exterior (2022-2026). Asimismo, agradecen especialmente a Irati Epelde y Pedro Liria, de AZTI, por sus valiosas contribuciones en el marco de las reuniones mantenidas durante el proceso de investigación.

PALABRAS CLAVE

Deep Learning, reconstrucción, Machine Learning

Preliminary Impact Assessment of Regional Climate Adaptation Actions: Insights from Four European Coastal Regions

Carolina Cantergiani de Carvalho, Igone García Perez, Roland Garnier, Del Campo Andrea, Matthias Delpy, Cipriani Luigi, Catarina Gonçalves

ABSTRACT

European coastal regions are increasingly exposed to climate-related risks such as sea-level rise, flooding, erosion, and extreme events, requiring adaptive responses that are both locally grounded and scalable. Within the EU-funded Regions4Climate (R4C) project (Grant Agreement No. 101093873), twelve regions are implementing Innovation Packages (IPs) aimed at strengthening climate resilience through Nature-based Solutions (NbS), digital tools, governance innovation, and stakeholder engagement. This abstract presents preliminary impact assessment results from four coastal regions – Azores, the Basque Country, South Aquitaine, and Tuscany – based on a harmonised monitoring and evaluation (M&E) framework.

The assessment is grounded on a set of Key Performance Indicators (KPIs) measuring effectiveness, progress, and early impacts of IPs during the period Sep2024–Feb2026. Indicators are linked to societal challenges (e.g. participatory governance, social cohesion, climate resilience) and climate risk components (hazard, exposure, vulnerability, response). Regional teams carried out qualitative self-assessments, classifying KPI performance as low, medium, or high impact, reflecting current implementation stages.

Results highlight diverse yet convergent adaptation pathways.

In the Azores, actions focus on digitalisation of decision-making, climate literacy, and stakeholder engagement. While most KPIs are still ongoing, early results show high impact in prioritising climate adaptation and strengthening participatory governance, underlining the role of social and institutional capacities in early adaptation stages.

The Basque Country demonstrates the most advanced outcomes, with all KPIs assessed and a high proportion already generating high impacts. Notable results include improvements in estuarine ecological monitoring, governance innovation, and stakeholder trust, reflecting a strong integration of adaptation into regional policy frameworks.

In South Aquitaine, a large portfolio of coastal monitoring, forecasting, and decision-support IPs shows predominantly medium impacts at this intermediate stage. These results indicate robust progress in adaptive coastal management and governance, with strong potential for future upscaling as systems mature.

In Tuscany, NbS focused on dune restoration and social engagement are yielding mostly medium impacts, with clear room for improvement as physical interventions and community involvement advance.

Across all four regions, KPIs related to response capacity and governance are the most frequently associated with medium and high impacts, while hazard and exposure-related indicators remain more challenging to influence at local scale. These findings underline the importance of early investment in governance, stakeholder engagement, and institutional learning as precursors to long-term risk reduction.

This preliminary assessment demonstrates the value of a common yet flexible M&E framework for comparing regional climate adaptation actions, identifying early successes, and supporting replication and upscaling. The results provide actionable evidence for decision-makers and contribute to ongoing discussions on coastal risk management, NbS effectiveness, and climate governance—key themes at UHINAK.

PALABRAS CLAVE

Climate-adaptation, Coastal-resilience, Nature-based-Solutions, Monitoring-evaluation, Impact-assessment

Future Wave Conditions Along the North Western Mediterranean Sea from CMIP6 Wind Projections: the Impact of Bias Correction

Solstice Kraszeski, Matías Olmo, Marc Mestres, Manuel Espino

ABSTRACT

Today, more than 2.4 billion people live in coastal regions, making it critical to understand the changing weather patterns that affect the safety and well-being of nearly 30% of the world's population. Understanding how changes in wind and wave conditions will evolve is becoming more important to grasping the dynamics of these coastal regions. However, raw CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project, version 6) wind outputs that are used to run these predictions are known to carry systematic biases that can propagate into wave simulations, potentially undermining the reliability of projected wave conditions. This is particularly important in sedimentary or low-lying coastal systems in which wave dynamics play a dominant role in morphodynamic processes and are thus a key element to consider in coastal management and climate adaptation approaches. An example of such a coast is the Catalan littoral, with the Ebro delta acting as the most representative case. Therefore, reliable wave climate projections become essential for improving the understanding of coastal processes in this region, and to support the development of more effective adaptation strategies.

This research builds upon previous work that developed nested wave projections for the Western Mediterranean Sea, the Catalan Coast, and the Ebro Delta using the SWAN (Simulating WAVes Nearshore) model forced with CMIP6 wind projections under SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios. A recognized limitation of CMIP6-driven simulations is the presence of systematic biases.

The present study explores potential approaches to address these biases in CMIP6 wind forcing and their impact on SWAN wave simulations. Several methodological frameworks are explored, from simple monthly delta-based corrections in which statistical properties (e.g., mean and variance) are adjusted using reference datasets to more complex bivariate bias-correction methods, which aim to correct model outputs while preserving the dependence structure between key variables.

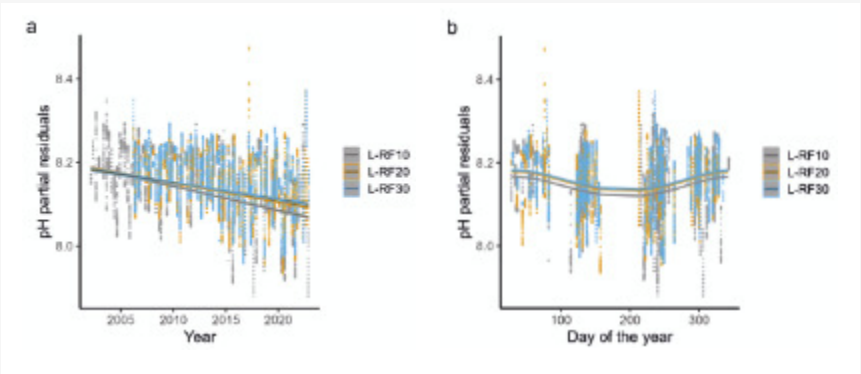
Baseline model performance is assessed by comparing SWAN simulations forced with ERA5 reanalysis data against buoy observations, providing a reference for evaluating the potential impact of these approaches using multiple validation and model evaluation metrics, with particular attention to model skill, distributional agreement, and distribution performance

Preliminary results confirm that addressing biases in wind forcing has the potential to strengthen the reliability of historical SWAN simulations and, thus, to improve the quality of the projected wave conditions. Ongoing work will further quantify these effects and assess changes in wave climate under future scenarios.

This study also aims to provide a robust and transferable preprocessing framework for improving CMIP6-based wave projections and enhancing the consistency of wave modelling results across spatial scales.

PALABRAS CLAVE

Wave, CMIP6, wind bias-correction, SWAN,



Influence of Sea-Level Variations on Storm Waves and Coastal Impacts along European Coastlines under Climate Change

Alisée Chaigneau, Alexandra Toimil, Angélique Melet, Aurore Voldoire, Stéphane Law-Chune, Guillaume Reffray, Lotfi Aouf, Melisa Menéndez

ABSTRACT

Coastal flooding and erosion are driven by wave processes that control sediment transport and shoreline evolution, particularly during storm events. In shallow coastal environments, wave dynamics are sensitive to water depth, and therefore to sea-level variations. Nevertheless, many wave models used in climate studies neglect sea-level variability, including tides, storm surges, and long-term sea-level rise.

Previous results from Chaigneau et al. (2023) indicate that accounting for sea-level variability in regional wave climate simulations leads to more energetic historical and future storm wave events. This effect is particularly pronounced in tide- and surge-dominated shallow shelf regions such as the French Atlantic coast, the English Channel, and the southern North Sea. Building on this work, the present study investigates how these differences in regional wave climate events translate into coastal impacts.

To this end, wave conditions derived from the regional simulations are used to force high-resolution coastal XBeach configurations (2D, surfbeat) at selected pilot sites in France, the Netherlands, and the United Kingdom, with grid resolutions on the order of several meters. This modelling approach enables the simulation of storm-induced coastal erosion and flooding, as well as their interactions. Synthetic storm events representative of historical and future conditions are used to drive the coastal impact simulations.

Our results show that including sea-level variability in wave forcing events leads to significantly enhanced coastal responses, with increased flooding extent, erosion rates, and shoreline retreat. These effects are further amplified under sea-level rise, underscoring the role of wave–sea level interactions across timescales. Neglecting these interactions in climate projections for coastal studies may therefore lead to an underestimation of climate related impacts.

PALABRAS CLAVE

Waves, sea-level, interactions, erosion, flooding

Valor socioeconómico de los servicios climáticos en el Pacífico: una inversión rentable frente a eventos extremos

Gontzal Ruiz Beneitez, Elisa Sainz de Murieta Zugadi, Anil Markandya, Ibon Galarraga Gallastegui

ABSTRACT

Los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (SIDS, por sus siglas en inglés) del Pacífico se encuentran entre las regiones más vulnerables al cambio climático a nivel mundial, debido a su limitada extensión territorial, aislamiento geográfico y dependencia de sectores altamente sensibles al clima. En este contexto, los servicios climáticos constituyen una herramienta esencial para fortalecer la resiliencia y apoyar la toma de decisiones en estos países. Sin embargo, la evidencia sobre su valor socioeconómico en entornos insulares en desarrollo sigue siendo escasa. Este estudio evalúa los beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos en los SIDS del Pacífico en tres sectores: (1) agricultura, (2) energía, y, (3) gestión de riesgo de desastres (GRD).

El estudio aplica un marco metodológico de ocho pasos estructurado en dos fases: Primero una fase de preevaluación, incluyendo la definición del alcance y escenario, identificación de beneficios potenciales, recopilación de datos y establecimiento del escenario de referencia. Segundo, una fase de evaluación, incluyendo la cuantificación de beneficios, monetización a través de una metodología Benefit-transfer, análisis coste-beneficio (ACB), y una identificación de limitaciones del estudio.

El estudio subraya que los servicios climáticos generan beneficios anuales sustanciales en los tres sectores analizados, especialmente en el sector agrícola, sumando un total de más de 34,2 millones de dólares anuales en Fiji, 10,52 millones en Samoa y 290,93 millones en el conjunto de SIDS del Pacífico.

Por sectores, los beneficios anuales estimados en agricultura ascienden a más de 26,40 millones en Fiji, 6,2 millones en Samoa y 188,4 millones de dólares en el conjunto de los SIDS del Pacífico, principalmente a través de la reducción de costes de cultivo, la optimización del riego y la prevención de pérdidas de cosechas.

En el sector energético, los beneficios anuales superan los 2,5 millones de dólares, 0,2 millones en Samoa y 31 millones en el conjunto de SIDS del Pacífico, gracias a la mejora de la producción hidroeléctrica y la reducción de interrupciones del suministro.

En materia de GRD, los beneficios socioeconómicos anuales superan los 6,13 millones de dólares en Fiji, 2,34 millones en Samoa, y 11,65 millones en el conjunto de SIDS del Pacífico.

El ACB demuestra que la inversión en servicios climáticos genera retornos netos altamente positivos, superando con holgura el valor de la ratio coste-beneficio destacado por la literatura internacional, que subraya que las ratios superiores a 2 pueden considerarse una prueba sólida de la rentabilidad de una inversión. Según el análisis del estudio, cada dólar invertido produce aproximadamente 19 veces su valor en Samoa, más de 10 en Fiji y cerca de 4 en la región en su conjunto. Los resultados son robustos ante variaciones en la tasa de descuento y los escenarios socioeconómicos.

PALABRAS CLAVE

Servicios climáticos, análisis coste-beneficio, meteorología

Coastal–Offshore thermal variability through consecutive summer glider deployments and mooring data in the Bay of Biscay

Nadine Steiger, Asier Nieto, Ivan Manso-Narvarte, Pedro Liria, Lohitzune Solabarrieta, Antonio Castaño, Joseba Egaña, Santiago Gaztelumendi, Anna Rubio

ABSTRACT

Understanding the seasonal evolution of the thermal structure in the southeastern Bay of Biscay is fundamental for improving coastal forecasting capabilities, assessing marine heatwave dynamics, and supporting ecosystem-based management. In 2024, AZTI and Euskalmet began developing a strategy to increase the resolution of information on coastal surface warming in Basque Country waters during the summer. This strategy includes the establishment of a permanent base for gliders missions along the coast, as part of the EusKOOS coastal operational oceanography observation system, supported by the Basque Government's Emergency and Meteorology Department (<https://info.euskoos.eus/en/>). The glider missions conducted by means of a SeaExplorer glider, were designed to provide high-resolution, continuous measurements of physical and biogeochemical (BGC) variables from the surface layer up to 1000m depth. Each glider mission covered approximately 400-500km of transects between the coastal zone and open waters, capturing 3D sub-mesoscale variability, unresolved by standard monitoring networks and limited to the surface by satellite products. The glider was equipped with CTD (temperature, conductivity, depth), fluorometer (chlorophyll-a, backscatter, colored dissolved organic matter (CDOM)), and dissolved oxygen and nitrates sensors, enabling a comprehensive assessment of coastal ocean conditions.

In this contribution, we focus on the temperature measurements to characterize near-surface thermal anomalies and stratification processes during the summer period. The observations were conducted during heatwave conditions, allowing us to identify a clear thermal signal at the surface and to track its downward propagation into the subsurface. Concurrent with the glider missions, hourly temperature and salinity time-series from the EusKOOS offshore buoy (0–200 m), provide a fixed-point reference to evaluate temporal variability around the glider deployments. The combined analysis of glider and buoy data, together with satellite-derived surface temperature, offers a comprehensive multiyear perspective on the thermal behavior across coastal and offshore areas. This approach allows us to assess how major meteorological forcings influence the vertical and horizontal structure of the thermal field and its temporal variability across different years.

This study highlights the benefits of integrating autonomous platforms with established moored infrastructures to enhance operational coastal monitoring in the Bay of Biscay. The future strategy is to continue these surveys to analyze patterns and trends in temperature shifts across different regions along the coast, emphasizing the significance of interannual variations and spatial variability in both surface and subsurface layers and contributing to ongoing efforts to improve forecasting models, refine early-warning indicators for extreme thermal events, and support adaptive coastal management strategies in response to persistent climate pressures.

PALABRAS CLAVE

Glider, observations, operational, SST, heatwaves

Carbon Implications of Protect, Accommodate, and Retreat Adaptation Strategies: A Comparative Assessment for a Low-Lying Danish Coast

Mark Randall, Ole Fryd

ABSTRACT

Coastal regions worldwide face increasing risks from sea-level rise and storm surge, requiring careful planning of adaptation strategies. This study presents a comparative assessment of the carbon footprint of three coastal adaptation pathways: Protect, Accommodate, and Retreat, along the Køge Bay coastline in Denmark.

The analysis considers a 100-year planning horizon and a design water level of 5.0 m, combining projected sea-level rise and extreme storm surge conditions to represent future coastal flood risk. Greenhouse gas emissions are quantified across all major phases of each strategy, including material production, construction, maintenance, demolition, and ecosystem restoration where relevant.

The Protect pathway includes conventional and hybrid nature-based dike systems. The Accommodate pathway involves building elevation, floodproofing, and post-event repair cycles. The Retreat pathway involves relocation of exposed assets, demolition of existing infrastructure, and restoration of coastal ecosystems. Results are expressed as CO₂e per protected person and per kilometre of coastline. The Protect pathway results in intermediate emissions, reflecting material-intensive coastal defence infrastructure, with hybrid nature-based solutions showing partial carbon sequestration benefits. The Accommodate pathway generates the highest emissions due to extensive material requirements for building elevation and repeated repair cycles. The Retreat pathway shows a mixed profile, where emissions from demolition and relocation may be partly balanced over time by carbon sequestration from ecosystem restoration.

Results highlight clear trade-offs between adaptation effectiveness and carbon impact, demonstrating that strategy choice has substantial implications for long-term climate outcomes. Findings provide a quantitative framework to support low-carbon coastal adaptation planning for coastal areas.

Figure 1 - Coastal inundation extent in Køge Bay, Denmark under a 100-year extreme scenario (design level of 5.0 m, combining sea-level rise and storm surge), with purple indicating projected flood-affected areas.

PALABRAS CLAVE

Coastal adaptation, carbon, NBS, sea-level

Evaluación de riesgos en la costa mediante test de estrés

Moisés Álvarez-Cuesta, Iñigo J. Losada, Javier L. Lara

ABSTRACT

Evaluación de riesgos en la costa mediante test de estrés

IHCantabria - Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, Isabel Torres 15, 39011, Santander, España, 0000-0002-1180-0746, *alvcuestam@unican.es

1. Introducción

La evaluación de riesgos climáticos y la planificación de la adaptación se han basado tradicionalmente en enfoques descendentes, en los que las proyecciones climáticas se derivan de modelos climáticos globales (GCMs) bajo distintos escenarios de emisiones asociados a trayectorias socioeconómicas. Estas proyecciones, una vez regionalizadas, se emplean en modelos de impacto para analizar riesgos como inundaciones, erosión costera o afectación a infraestructuras. El riesgo se evalúa determinando si el sistema funciona o falla bajo distintos escenarios futuros.

Sin embargo, estos enfoques presentan limitaciones. Las trayectorias reales de emisiones pueden diferir de las consideradas, generando condiciones fuera del rango proyectado. Además, la mejora continua del conocimiento implica actualizaciones frecuentes que pueden volver obsoletos estudios previos. A ello se suma la variabilidad entre modelos y la falta de consenso, lo que introduce incertidumbre desde el inicio. Estas incertidumbres se amplifican a lo largo de la modelización, dificultando la toma de decisiones.

Asimismo, este enfoque ofrece una visión limitada del sistema, ya que identifica si ocurre un fallo, pero no las condiciones que lo provocan, y suele estar poco conectado con las prioridades de los actores implicados (Pisor et al., 2022).

En este contexto, los enfoques ascendentes surgen como una alternativa complementaria. Estos parten del conocimiento local y requieren la participación de los actores, centrándose en la identificación de vulnerabilidades. Entre ellos, los test de estrés permiten explorar sistemáticamente un amplio rango de condiciones externas y determinar bajo qué combinaciones el sistema presenta un rendimiento inaceptable (Fowler et al., 2024). Al no depender de proyecciones específicas, se consideran enfoques escenario-neutral y facilitan la identificación de umbrales críticos.

No obstante, las proyecciones de los GCMs siguen siendo la mejor estimación disponible del clima futuro, por lo que su integración con enfoques ascendentes es clave para estimar la probabilidad de alcanzar umbrales críticos.

2. Aplicación en la costa

Se presentan dos casos de estudio. El primero analiza el riesgo de inundación costera en La Habana, evaluando impactos sobre población y activos ante eventos combinados de origen pluvial, fluvial y marino, bajo distintos escenarios de aumento del nivel del mar y rendimiento del drenaje.

El segundo estudia la supervivencia de playas en desembocaduras fluviales, considerando procesos de erosión asociados al aumento del nivel del mar y procesos de acreción derivados de los aportes sedimentarios, bajo distintos escenarios climáticos y no climáticos.

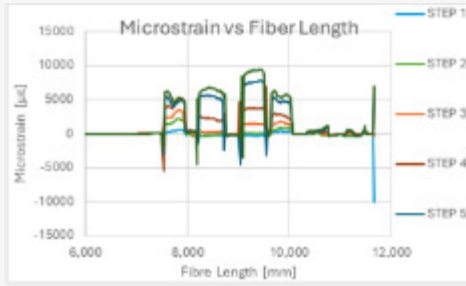
Referencias

FWLER, K.J., McMAHON, T.A., WESTRA, S., HORNE, A., GUILLAUME, J.H., GUO, D. et al. (2024). Climate stress testing for water systems: Review and guide for applications. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 11(6), e1747.

PISOR, A.C., BASURTO, X., DOUGLASS, K.G., MACH, K.J., READY, E., TYLIANAKIS, J.M. et al. (2022). Effective climate change adaptation means supporting community autonomy. *Nature Climate Change*, 12(3), 213–215

PALABRAS CLAVE

Estrés, escenario neutral, riesgos



Transient rip currents on uniform beaches: an event-based framework for beach safety assessment

Andreas Bondehagen, Henrik Kalisch, Volker Roeber

ABSTRACT

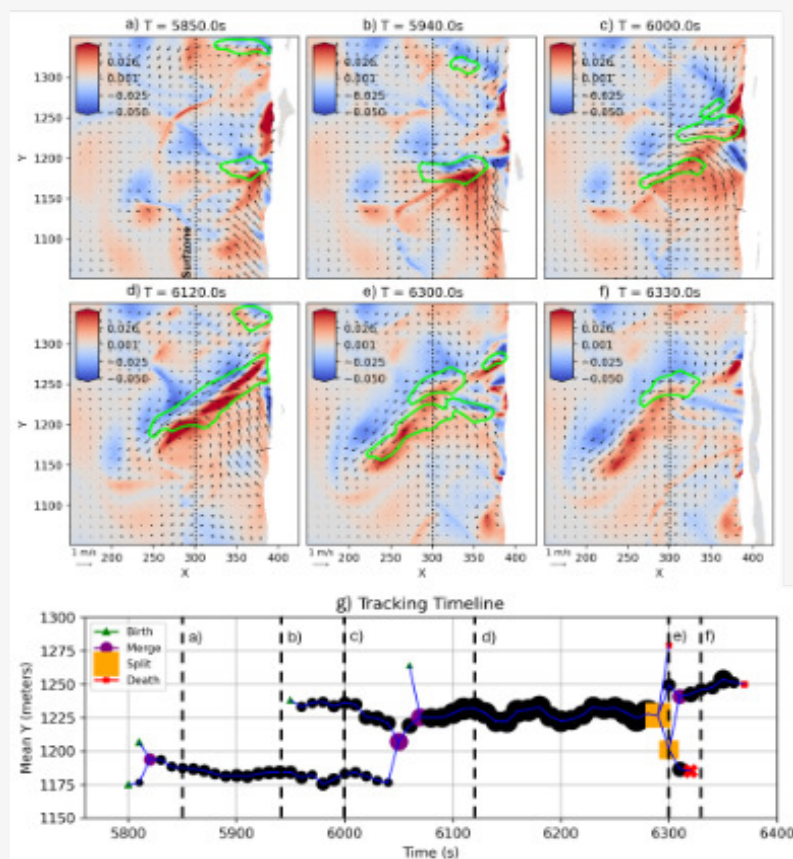
Rip currents can form even on beaches that look uniform alongshore, where they appear at seemingly random locations and can be hard to anticipate or monitor during energetic sea states. For beach safety and coastal risk management, a key gap is to connect readily observed offshore wave conditions—in particular how wave energy is distributed across directions and periods—to practical event-based measures such as how often rips occur, how long they last, how far offshore they extend, and how they are spaced along the shoreline.

We present an ongoing modeling and analysis framework to better understand how the short-crested, changing wave field can trigger short-lived rip events even without channels, bars, or structures that would predefine where rips should form. We use a physics-based, phase-resolving wave model on an idealized, longshore-uniform beach and run a broad set of scenarios that systematically vary wave height, dominant period, directional spreading, and beach slope.

To translate complex, rapidly varying flows into information relevant for safety, we use an automated event detection and tracking method that identifies rip episodes and follows their evolution in time. The intended outcome is a set of simple, event-based descriptors that can be mapped to incoming wave conditions and combined into a quantitative transient-rip hazard level. This provides a pathway to compare sea states, identify conditions with elevated short-lived rip risk, and support monitoring and communication strategies during high-energy events.

PALABRAS CLAVE

Beach safety, transient rip currents



Validación y análisis de avisos/alertas/alarmas por riesgo marítimo-costero: impacto en costa en Euskadi

Santiago Gaztelumendi, Joseba Egaña

ABSTRACT

El sistema oficial de avisos/alertas/alarmas del Gobierno Vasco contempla los diferentes umbrales de adversidad como niveles de referencia orientativos para determinar el nivel de impacto (amarillo, naranja o rojo). La superación de estos umbrales es un factor relevante, pero no genera automáticamente un aviso/alerta/alarma, ya que el proceso de toma de decisiones se basa en el conocimiento experto del personal de la Agencia Vasca de Meteorología (Euskalmet), la Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología (DAEM) y otros agentes implicados según la naturaleza del riesgo.

En este trabajo analizamos cómo esta diferenciación respecto a sistemas basados exclusivamente en la superación de umbrales de peligro es crítica para evitar la sobrealerta y garantizar una respuesta proporcionada por parte de los responsables de protección civil y de la ciudadanía.

Presentamos una metodología de análisis y validación que se aleja de la verificación estadística convencional basada en el peligro (error del modelo numérico frente a reanálisis u observación) para centrarse en la validación orientada a impacto, definida mediante la siniestralidad registrada por el Consorcio de Compensación de Seguros en la costa vasca.

La investigación se centra en distintos periodos del siglo XXI, comparando tres aproximaciones: (1) el sistema operativo vasco basado en el juicio experto, (2) su variante automática basada en la superación de umbrales de índices de rebase y (3) un sistema basado exclusivamente en la superación de umbrales de altura de ola significativa.

Los resultados obtenidos mediante Modelos Lineales Generalizados (GLM) de familia binomial demuestran la superioridad estadística del factor humano. El juicio experto explica aproximadamente la mitad de la varianza del impacto observado, capturando proactivamente la siniestralidad en escenarios de “zona gris” donde los umbrales físicos no se superan. Asimismo, se confirma el acierto del uso de los índices de rebase como parámetros precursores de impacto y la ineficiencia de emplear únicamente la altura de ola significativa como predictor en costa.

Además de las métricas y parámetros de validación, se presentan estudios de caso que ilustran por qué el sistema basado en índices de rebase y juicio experto es superior a las otras aproximaciones. Se muestra cómo el experto integra la vulnerabilidad temporal y la sincronía de precursores, actuando como una red de seguridad que optimiza la credibilidad del sistema y la eficiencia operativa en los servicios de emergencia.

Por último, se identifican desafíos en la caracterización y predicción de eventos de menor impacto y se aportan evidencias de que la aplicación del sistema vasco de avisos/alertas/alarmas ha contribuido a la reducción del impacto en la costa vasca.

PALABRAS CLAVE

Validación, avisos, riesgo costero, impacto,

Un nuevo escenario de eventos extremos en el Cantábrico: implicaciones para los puertos de interés general españoles

David Lucio, Javier L. Lara, Maria F. Alvarez de Eulate, Iñigo Losada

ABSTRACT

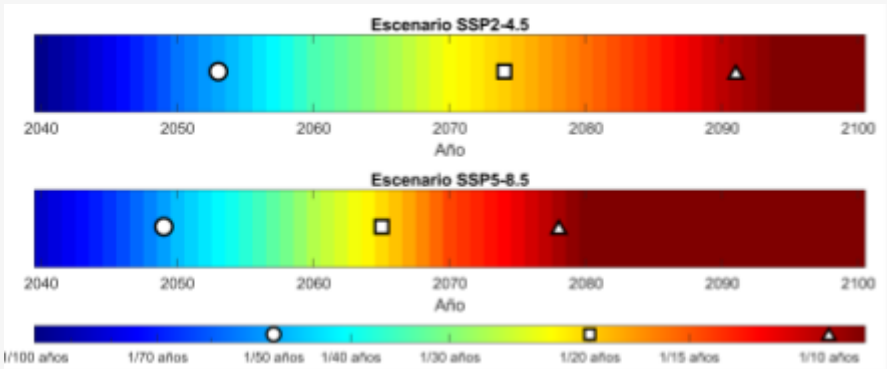
El cambio climático está modificando de forma progresiva el comportamiento de las variables meteo-oceánicas que condicionan el funcionamiento de los puertos, especialmente mediante alteraciones en la frecuencia, intensidad y persistencia de los eventos extremos (Fernández-Pérez et al., 2026). Estos cambios cuestionan la validez de los regímenes extremales históricos sobre los que tradicionalmente se han estimado los periodos de retorno y definido los criterios de diseño. La evolución del oleaje extremo, la elevación del nivel del mar y la creciente ocurrencia de fenómenos compuestos están configurando un nuevo contexto climático, en el que se proyectan variaciones sustanciales tanto en las tendencias históricas como en la intensidad esperada de los eventos extremos y en las condiciones climáticas que sustentan el diseño de las obras marítimas, todo ello en un marco de elevada incertidumbre. En sistemas tan complejos como los portuarios, donde convergen infraestructuras, operaciones y servicios altamente interdependientes, estas alteraciones adquieren una relevancia crítica, ya que pequeñas variaciones en las condiciones climáticas pueden amplificarse y desencadenar impactos significativos. Por ello, el análisis del régimen extremal no puede abordarse de forma aislada, sino que debe integrarse en una visión sistémica que permita interpretar de forma coherente la dinámica climática en su conjunto. Comprender estas tendencias resulta, por tanto, imprescindible para anticipar riesgos y fundamentar estrategias de adaptación.

La metodología empleada para proyectar el cambio esperado en las variables meteo-oceánicas relevantes en los puertos de interés general del sistema portuario de titularidad estatal del mar Cantábrico, combina el uso de bases de datos de proyecciones climáticas, técnicas estadísticas avanzadas para la caracterización de eventos de baja probabilidad de ocurrencia y alto impacto, y modelos numéricos que permiten una adecuada propagación de las condiciones climáticas hasta el entorno portuario. Este enfoque integrado, siguiendo la metodología propuesta por Lucio et al. (2024a) y Lucio et al. (2024b), permite caracterizar a escala portuaria los cambios esperados en las tendencias climáticas, la intensificación proyectada de los eventos extremos y la variación en los periodos de retorno. Ello se logra con un elevado nivel de certidumbre al integrar el mejor conocimiento científico disponible en materia de bases de datos de cambio climático, técnicas estadísticas avanzadas para la caracterización multivariada del régimen extremal y modelado numérico de alta resolución.

En la ponencia se presentará, entre otros parámetros, la proyección del cambio en el periodo de retorno del evento de nivel del mar total que actualmente presenta un período de retorno de 100 años, bajo los escenarios de cambio climático SSP2-4.5 y SSP5-8.5, en los puertos de interés general ubicados en el mar cantábrico. El análisis de este proxy, que integra la influencia conjunta del oleaje y del nivel del mar, permite identificar, en función del escenario de emisiones considerado, la amplificación de los regímenes extremales y el horizonte temporal en el que se producen cambios sustanciales en las condiciones climáticas de diseño. Asimismo, al extender este análisis al conjunto del sistema portuario, es posible identificar aquellos puertos con un mayor potencial riesgo físico.

PALABRAS CLAVE

Puertos, Cambio Climático, Eventos Extremos



Multi-technique facilities as the key in modern geodesy: the PASA case study

Joaquín Zurutuza, Aitor Aginaga, Juan Antonio García-Armenteros, Mikel Elorza, Letasu Momoitio, Manu González, Andoni Bretón, Pedro Agustín Vaquero

ABSTRACT

Modern geodesy cannot be understood without what we know as multi-technique facilities. These are locations where several geodetic techniques are combined and linked to improve our knowledge of the different techniques involved. At the astronomical level, we try to have VLBI, SLR linked to GNSS: this way we can link the scale and geocenter to GNSS for the ITRF computations. At the oceanographical level, on the other hand, we link sea-level measurements (relative) to GNSS/gravity (remove crustal vertical movements) and leveling to detect deformations of the premises that host the equipment. Different techniques will contribute in a different way, all of them necessary.

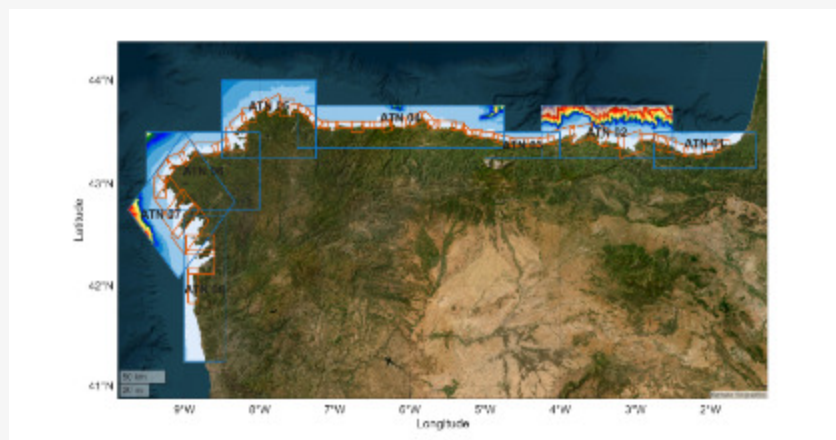
In this presentation we show the geodetic activities ongoing at the AZTI premises and surroundings, where we find:

1. Daily/weekly GNSS solutions (also rapid daily) to monitor the stability of the GNSS station in a global frame (IGS20).
2. Yearly leveling: to monitor the stability of the building-tide gauge installation. Levelling is linked to the REDNAP network, and also to the European Levelling Network.
3. Gravity (absolute) values and relative (yearly): we need gravity to validate the GNSS results, but also to correct the raw levelling differences and compute geopotential heights (physical meaning) and be able to relate heights and sea-level values of different locations.
4. InSAR data: InSAR gives us deformations at the regional level. In this case, we use it to validate GNSS solutions and to detect deformation in all the Province of Gipuzkoa, rather than on discrete points (GNSS).

We perform these activities permanently, at a different pace, according to the needs of each contributing technique. The final end is the correct sea-level value assessment so we must include as many techniques as possible related to this value.

PALABRAS CLAVE

Rame, Geodesy, GNSS/gravity, sea-level



Análisis de tendencias absolutas del nivel del mar en la costa vasca, a partir de observaciones de nivel del mar y GNSS en los puertos de Pasaia y Bilbao

Aitor Aginaga, Joaquin Zurutuza, Juan Antonio García-Armenteros, Manuel González, Pedro Iria, Andoni Bretón, Mikel Elorza, Letasu Momoitia

ABSTRACT

El análisis del nivel medio del mar (NMM) consiste en analizar la variación relativa de la lámina de agua a lo largo del tiempo respecto de un sensor o mareógrafo, anclado a elementos terrestres (muros, tubos,...). Dado el carácter relativo de las mediciones del NMM con mareógrafos, para obtener la tendencia absoluta del NMM, es necesario disponer de observaciones adicionales, en este caso GNSS, que permitan transformar estos valores relativos en valores absolutos, afectados por el movimiento vertical del terreno.

El mareógrafo del Puerto de Pasaia, ubicado en las instalaciones de AZTI, ha registrado datos desde febrero de 2007 y está integrado en la red del PSMSL desde 2017. La serie incluye una transición instrumental entre un sensor de presión Paroscientific y un radar VEGAPULS C21 en 2021, durante la cual se identificó y corrigió un sesgo sistemático asociado al uso de una densidad de agua incorrecta en el procesamiento anterior. Por otra parte, el mareógrafo del Puerto de Bilbao (Bilbao3) dispone de registros desde 2010, mediante un sensor radar Miros SM140/W/02/20 ubicado a pocos metros de la estación permanente APBI00ESP.

La metodología utilizada incluye el cálculo de constituyentes armónicos principales, la obtención de la serie de NMM diaria mediante filtrado Bloomfield de 119 horas y la estimación de tendencias lineales del NMM relativo. Estas tendencias relativas se corrigen utilizando velocidades verticales absolutas del terreno derivadas de soluciones GNSS acumuladas en las estaciones permanentes cercanas (PASA00ESP y APBI00ESP), permitiendo estimar la variación absoluta del NMM.

En este trabajo se presentan resultados del análisis de series temporales del NMM en los puertos de Pasaia y Bilbao, combinadas con información geodésica procedente de estaciones GNSS cercanas (PASA00ESP y APBI00ESP), con el objetivo de estimar la variación absoluta del NMM en la costa vasca. Adicionalmente, se realiza anualmente nivelación geométrica para verificar la estabilidad relativa entre las estaciones GNSS y las referencias de nivel del mareógrafo (TGBM), tanto en Pasaia como en Bilbao, garantizando la coherencia del sistema de referencia vertical. Los resultados indican la importancia de integrar observaciones del NMM y geodésicas para el control de movimientos verticales de la corteza, así como de mantener controles de estabilidad mediante nivelación geométrica para la correcta interpretación de las tendencias absolutas del NMM. Ambas estaciones constituyen nodos fundamentales para el establecimiento y mantenimiento del datum vertical en la región.

PALABRAS CLAVE

NMM, GNSS, Nivelación-geométrica, Geodesia, Deformación

The roads in Coastal Management and Protection Plans in a climate change scenario: a case study in Biscay

José María de Ortuzar, Miguel Ortuzar

ABSTRACT

The Basque Government has recently submitted to public consultation the Territorial Sectoral Plan of the Basque Country Coast (PTS). The aim of the Plan is the protection of the Coast to preserve its natural values. This aim is further emphasized nowadays due to the concern about the consequences of the Climate Change (CC), since CC may have a special impact on the coast, such as on the sea level rise, on the occurrence of extreme climate events, like a tsunami, or on the increase of seawater temperature owing to the greenhouse gas (GHG) emissions.

Thus, for environmental reasons, in the PTS several conditions and limitations are specified on planning, design, construction and maintenance of Roads, entailing the latter potentially an artificialisation of the natural environment.

Biscay Territorial Council, in a constructive spirit, has taken part in the public consultation process, by means of a series of reflections and requests to the Basque Government, about the position adopted in the PTS concerning roads. Through these reflections and requests it is aimed to highlight that coastal roads play environmentally positive roles, which should be taken into account and protected in the PTS, as, among others, the following:

1. Road enhancings, and also new roads, enable to improve their layouts, and may so reduce distances to be covered, diminishing therefore the associated GHG emissions, contributing thus to CC mitigation. They can also densify the road mesh, providing new alternative road sections that reduce the vulnerability of the road network to accidents and extreme climate events, which would make the network collapse: this way they can increase resilience, contributing thereby to the adaptation to CC.
2. The roads are the escape routes par excellence from the coast to inland areas, in scenarios of occurrence of extreme climate events

To take roads into account and protect them, it is necessary to ensure that they can be enhanced and maintained so that they can fully develop their functionality in order to fulfil their functions, which may also be environmentally positive. However, the PTS specifies limitations and conditions to road planning, design, construction and maintenance, such as, among others, the following:

1. Restricting actions on roads to those whose objectives are exclusively environmental, such as those for environment maintenance or protection, thereby excluding other objectives, as those related to guaranteeing the full functionality of the road in terms of road safety and layout.
2. Requiring the inclusion of the actions on roads in the Territorial Plans, which have an approval process which may last an important number of years, during which the road safety risk situations would persist .
3. Requiring for the actions on roads, which are assets for the public service, the fulfilment of a RCP 8,5 scenario, whereas for certain private building actions, only the alignment with the RCP 4,5 scenario is required.

The aim of this presentation is to highlight the environmental contribution of the coastal roads and to propose alternatives to certain PTS specifications. This may also be useful outside Biscay.

PALABRAS CLAVE

Roads, Coastal, management, Plan, Climate-change

Sistema de alerta temprana de inundaciones costeras en una bahía confinada: el caso de Pasaia

Epelde I.¹, Gaztelumendi S.², Egaña J.², Abalia A.¹, Liria P.¹, del Campo A.¹, González M.¹, de Santiago I.¹, Nieto A.¹, Garnier R.¹

(1) AZTI Marine Research, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Herrera Kaia. Portualdea Z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain.

(2) Basque Meteorology Agency (Euskalmet), Portal de Foronda, 41, 01010 Vitoria-Gasteiz, Álava, Spain.

ABSTRACT

En el País Vasco opera actualmente un Sistema de Alerta Temprana (SAT) regional de inundaciones costeras diseñado para entornos expuestos de costa abierta, con un enfoque principal en áreas urbanas costeras respaldadas por playas y estructuras de protección. Este sistema funciona como una herramienta de gestión costera a corto plazo para predecir riesgos asociados a temporales y asistir a las autoridades costeras en la implementación de alertas y soluciones de adaptación adecuadas. Sin embargo, la Costa Vasca también incluye varios entornos litorales confinados, como bahías, donde las hidrodinámicas marinas difieren notablemente de la costa abierta, lo que requiere enfoques específicos para pronosticar con precisión el nivel de riesgo.

La Bahía de Pasaia alberga varios núcleos urbanos (Pasai San Juan, Pasai San Pedro y Pasai Antxo) situados dentro de un entorno portuario estuarino confinado. En particular, Pasai San Juan experimenta episodios recurrentes de inundación pasiva, cuya frecuencia se espera que aumente debido a la subida del nivel del mar, lo que hace necesaria la creación e implementación de un SAT específico que permita anticipar el peligro.

El primer paso de este trabajo consistió en revisar los datos históricos existentes de inundación y relacionarlos con las condiciones hidrodinámicas predominantes. A continuación, se procedió al diseño, calibración y validación de un SAT de inundación costera desarrollado expresamente para la bahía de Pasaia. El sistema se basa en el indicador de Nivel del Mar Total, que combina: el nivel del mar (marea astronómica y meteorológica) y la agitación portuaria o contribución de ondas largas. Utilizando series temporales de nivel del mar recopiladas durante campañas de medición locales dentro de la bahía, se establecen relaciones funcionales entre el forzamiento del oleaje en mar abierto y la respuesta hidrodinámica interna de la bahía. Esto permite anticipar el indicador de Nivel del Mar Total en la zona crítica (Pasai San Juan) y definir umbrales de activación.

El sistema está diseñado para proporcionar alertas al Ayuntamiento de Pasai San Juan con más de 72 horas de antelación, apoyando la gestión preventiva, la protección de las áreas urbanas y la toma de decisiones informadas durante episodios de inundación. Este desarrollo representa un primer paso hacia la ampliación de las capacidades de alerta temprana adaptadas a entornos litorales similares en otras localidades del País Vasco.

PALABRAS CLAVE

SAT, Bahía, Ondas largas, Urbano

Yes, to regional transformative adaptation – but only with time and money

Johannes Klein, Heidi Tuhkanen

ABSTRACT

The Implementation Plan of the EU Mission on Climate Change Adaptation states clearly: “As climate impacts and adaptive capacities differ greatly across regions, tailor-made responses and measures, at the regional or local level, are required for positive and just societal transformations towards climate resilience must happen.”

As we are in the Mission’s 6th year, many projects have accumulated evidence, on what enables and hinders transformative adaptation.

The Mission project Regions4Climate has supported 12 regions on their journey of developing socially just and transformative adaptation to climate change. The Basque country, South Aquitaine, Castilla y León, and the Azores are four of the regions located in the Atlantic area.

Since 2023, we assessed regional governance structures and steering instruments and how these structures enable or restrict just and innovative adaptation and resilience. And we provided recommendations to promote transformation. In addition, we accompanied the regions developing Just Transition Roadmaps towards Climate Resilience. Drawing on the knowledge and experience gained in this work, we present insights on enablers and barriers for transformative regional adaptation with a specific focus on justice in climate change adaptation and the adequate recognition of the needs of vulnerable groups.

In the Basque country, a strong legislative framework and knowledge base for adaptation, growing institutional capacity, and increasing attention to adaptation and vulnerable groups enable transformative and just adaptation. However, progress is constrained by a dominant focus on mitigation-related justice and the limited integration of broader climate adaptation justice concerns. Also, local knowledge is underleveraged in adaptation and resilience planning.

In South Aquitaine, there are existing knowledge sharing platforms and coastal risk strategies, as well as an openness to co-creation support awareness and incremental progress. However, transformative and just adaptation is slowed down by very cautiously acting institutions and a lack of mandate to pursue more ambitious, equity-oriented approaches. Adaptation related funding is project-based and lack instruments that incentivise private sector adaptation in some of the main economic sectors.

In Castilla y León, stakeholder engagement driven by urgent demographic decline and interest in preserving cultural and agricultural heritage enables adaptation efforts. The region has broad stakeholder engagement and networks for mobilising adaptation related knowledge. However, these are hindered by political short-termism, administrative burdens, limited human resources, and a persistent sense of defeatism that weakens the integration of justice and equity.

On the Azores, high climate risk awareness, strong policy interest, and support from EU projects enable progress toward just and transformative adaptation. However, funding is project-based, there is a lack of clarity around responsibilities at the different levels, and there is uncertainty about whether existing policy frameworks can deliver truly transformative and equitable outcomes.

In conclusion, regional institutions are aware of the need for transformative adaptation, but action on the ground is slowed down by institutional inertia, limited resources, and a focus on short-term action.

References:

Van Doorslaer, K., Romano, A., De Rouck, J., & Kortenhaus, A. (2017). Impacts on a storm wall caused by non-breaking waves overtopping a smooth dike slope. *Coastal Engineering*, 120, 93–111.

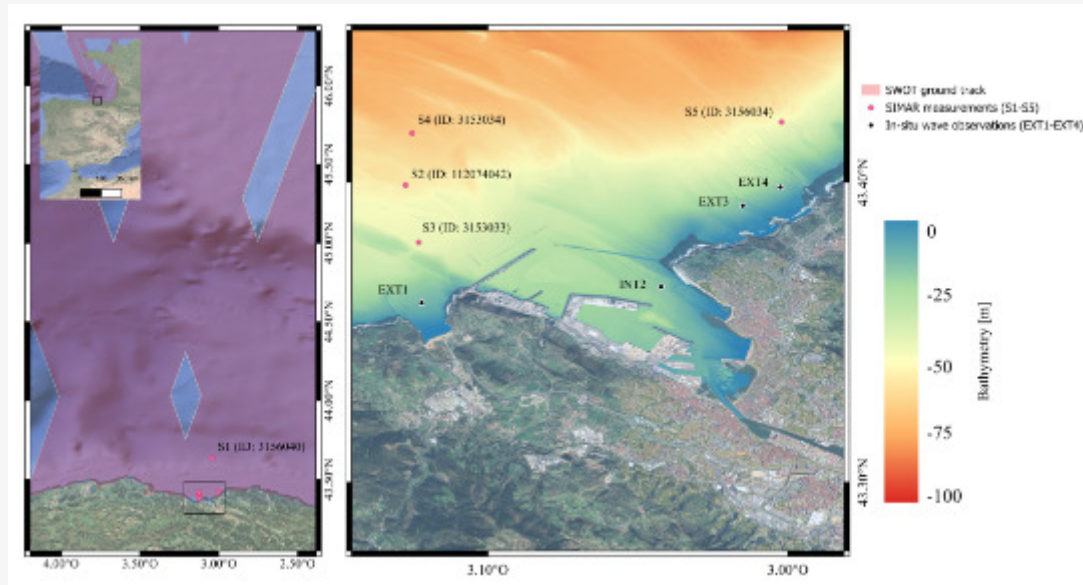
Streicher, M., Kortenhaus, A., Marinov, K., Hirt, M., Hughes, S., Hofland, B., Scheres, B., & Schüttrumpf, H. (2019). Classification of bore patterns induced by storm waves overtopping a dike crest and their impact types on dike mounted vertical walls – a large-scale model study. *Coastal Engineering Journal*, 61, 321–339.

Liu, S., Nistor, I., Mohammadian, A., & Azimi, A. H. (2022). Experimental Investigation on the Impact of Dam-Break Induced Surges on a Vertical Wall. *Fluids*, 7, 258.

Mokrani, C., & Abadie, S. (2016). Conditions for peak pressure stability in VOF simulations of dam break flow impact. *Journal of Fluids and Structures*, 62, 86–103.

PALABRAS CLAVE

Governance, transformation, justice, adaptation, regional



50... años de cambio en torno a Txingudi

Raúl Castro-Uranga

¹Université de Nîmes, 1 place du président Doumergue, Nîmes, France.

²Laboratoire LEGOS, 14 Av. Edouard Belin, Toulouse, France.

³UMR EPOC, Allée Geoffroy Saint-Hilaire, Bordeaux, France.

⁴Sikkim University, 8H5Q+87V, P. O, Tadong, Samdur, Gangtok, Sikkim 737102, Inde, Gangtok, India

ABSTRACT

La bahía de Txingudi, entorno que acoge este congreso internacional, ha experimentado a lo largo de los tiempos innumerables avatares, principalmente ligados a su carácter de transfronterizo.

A través de cartografía y recopilación de documentos pasados y actuales, el autor pretende centrar hitos, hechos de interés y sucesos acaecidos en los últimos cincuenta años (1976-2025); refiriéndolos a un ámbito geográfico, contexto histórico y marco normativo más amplio (de 5.000 a 500 años/artículos).

Así, a partir del contexto geomorfológico, biogeográfico y antropológico centrado en el cañón de Capbreton (medio marino), Landas del Adour (fluctuante entre Vieux Boucau y Bayonne) y acantilados costeros en erosión (de Biarritz a Matxitxako) cabe destacar los siguientes hallazgos:

- Características oceanográficas singulares (de la ballena vasca que luce en nuestros blasones al mero en Higer "cazado" en nuestras redes sociales).
- Peñas y coronas que enmarcan un espacio marítimo-terrestre único (usos y costumbres entre salmón que aún remonta a la anguila que aún desciende nuestros cursos fluviales en un territorio en plena mutación).
- Futuro incierto ¿conseguiremos manejar adecuadamente esta biodiversidad natural en declive aparente a través de una maquinaria teórico-administrativa cada vez más compleja? Quizá este Atlas Emocional recopilado nos aporte ideas útiles...

Massetani Piemonte, Helga. 2022. «Atlas Emocional Del Bidasoa». AusArt 10 (2). <https://doi.org/10.1387/ausart.23921>

PALABRAS CLAVE

Antropología, biodiversidad, cambio, historiografía, litoral

Exploring changes in the distribution of seabirds and cetaceans in the Bay of Biscay: relationship with local climate changes and regime shift

Emilie Milon, Iker Castège, Jean D'Elbée, Caroline Dousset, Frank D'Amico

ABSTRACT

Oceano-climate changes have been demonstrated to affect marine populations, resulting in shifts in distribution or changes in abundance. Marine regime shifts have been detected in all ocean basins, particularly in the late 1980s. These shifts are likely to cause permanent changes in ecosystems.

The Bay of Biscay is an important hotspot for marine biodiversity encompassing both cold and warm-temperate water species. A multivariate oceano-climatic index, called the South Biscay Climate (SBC), has been developed to study climate variations in the southern Bay of Biscay. In addition to demonstrating a significant increase between 1974 and 2023, the index also indicated a regime shift that occurred in the late 1980s.

In this study, we examined changes in the spatial distribution and relative abundance of 10 species (seabirds and cetaceans) in relation to climate changes and regime shift. Over a period of 48 years (1976-2023), data on the abundance of seabirds and cetaceans were collected using a standardized ship-based line transect monitoring. The distribution of species has been analyzed both prior to (1976-1989) and following (1990-2023) the regime shift detected in the SBC index.

The results indicated a significant increase in species with affinities to warm-temperate waters (e.g. *Delphinus delphis*, *Tursiops truncatus*) including the critically endangered Balearic shearwater (*Puffinus mauretanicus*). These species have also expanded their spatial occupancy into the southern part of the Bay of Biscay. By contrast, the relative abundances of boreal species have decreased significantly (e.g. *Hydrobates pelagicus*, *Rissa tridactyla*). However, these species demonstrated a spatial fidelity within specific areas, especially the Capbreton Canyon.

These findings provide insight into the responses of top predators to ecosystem changes in the southern Bay of Biscay. These data are essential to enhance the management of marine protected areas and demonstrate the necessity to update them in light of climate change impacts. Our results also emphasise the importance of areas such as the Capbreton Canyon for marine megafauna, highlighting the urgent need to establish Highly Protected Marine Areas.

PALABRAS CLAVE

Regime shift, megafauna, spatial distribution,

Análisis de la calidad bacteriológica de la arena de las playas de Ea e Isuntza (Lekeitio) en Bizkaia

Ivan Garcia Angulo, Irantzu Córdoba Ruiz, Nerea Torre Escribano, Nagore Longás Parra, Maria Revuelta Barcena, Amaia Gonzalez Martin, Igor Okina Gorroño, Ziortza Zabala Atxurra, Rut Rodriguez Herrero, Alejandra Delgado Pérez

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Salud del Gobierno Vasco desarrolla actividades de control y vigilancia de las aguas de baño en zonas litorales de Euskadi (1). En la evaluación de los resultados de las playas de Ea e Isuntza (Bizkaia) se detectan recuentos superiores a los establecidos en la normativa (2) para Escherichia coli y Enterococos Intestinales (microorganismos indicadores de contaminación fecal FIO) que afectan a la evaluación de la calidad del agua. Las dos playas, ubicadas en casco urbano, presentan variaciones en los resultados de las analíticas en función del momento intermareal y el estado del mar en ausencia de precipitaciones (3).

OBJETIVOS

El objetivo del estudio es determinar la presencia de indicadores de contaminación microbiológica de la arena del espacio intermareal y estimar su posible influencia en las determinaciones de la calidad del agua en las playas de Ea e Isuntza (Lekeitio) en Bizkaia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han recogido muestras de arena (100 g) del espacio intermareal en bajamar a unos 5 cm de la superficie, en los meses de julio, agosto y septiembre en 3 puntos de muestreo en la playa de Ea y en 4 en Isuntza y se han determinado Escherichia coli β - glucuronidasa + por el método ISO 9308-2:2012 y Enterococos intestinales por el método enterolert-DW® en el Laboratorio de Salud Pública de Euskadi.

RESULTADOS

Playa / Puntos de muestreo Fecha muestreo Escherichia coli β - glucuronidasa + (NMP / 100 g) Enterococos intestinales

(NMP / 100 g)			
EA / PMA1 - BAJO VERTIDO	23/07/2025	<10	120
7/08/2025	<10	<10	
18/09/2025	313	379	
EA / PMA2 – MEDIO	23/07/2025	10	
7/08/2025	10	31	
18/09/2025	10	259	
EA / PMA3 – ALTO PUERTO	23/07/2025	20	
7/08/2025	10	10	
18/09/2025	<10	31	

ISUNTZA / PMA1 – IZQUIERDA	23/07/2025	<10
7/08/2025	20	121
18/09/2025	10	31
ISUNTZA / PMA2 – CENTRO	23/07/2025	52
7/08/2025	75	97
18/09/2025	10	10
ISUNTZA / PMA3 – DERECHA	23/07/2025	31
7/08/2025	75	20
18/09/2025	20	31
ISUNTZA / PMA4 – RÍA	23/07/2025	404
7/08/2025	4884	816
18/09/2025	52	10

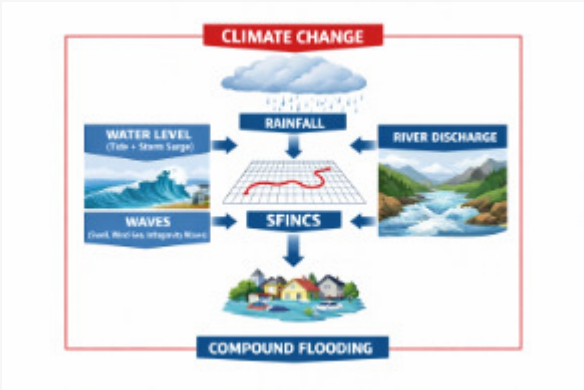
Tabla 1.- Resultados muestreo. En rojo las superaciones de los valores establecidos para aguas marítimas en la normativa (1) (Escherichia coli 500 NMP/100 ml; Enterococos intestinales 185 NMP/100 ml)

CONCLUSIONES

- 1.- Casi un 25% de las muestras analizadas muestra recuentos microbiológicos superiores a los límites de calidad del agua, en especial de Enterococos (más resistentes a condiciones ambientales desfavorables, salinidad y radiación solar).
- 2.- Los recuentos más elevados se detectan en los puntos más cercanos a Puntos de Vertido en Desbordamientos (PVD) o a las rías.
- 3.- Los recuentos elevados detectados en arena coinciden en el tiempo con incumplimientos en las analíticas de los muestreos del agua de baño (Ea 22/09/2025: Enterococos 389 NMP/100ml; Isuntza 21/07/2026 Enterococos 4884 NMP/100ml; Isuntza 11/08/2026 Enterococos 404 NMP/100ml)
- 4.- Las conclusiones de este estudio son limitadas. Sería necesario desarrollar estudios complementarios para intentar comprender la dinámica de contaminación en situaciones derivadas del cambio climático que favorecen la supervivencia bacteriana (aumento de temperatura, lluvias intensas, periodos de sequía...)

PALABRAS CLAVE

Calidad, arena, contaminación, indicadores, microbiología



Regions4Climate: From Estuarine Restoration to Climate Resilience in the Basque Coast

Laura Gutiérrez, Roland Garnier, Andrea del Campo, Igone García, Gemma García, Carolina Cantergiani, Silvia Agrafojo, Borja Alcalde, Ivan R. Gelpi, Santiago Gaztelumendi, Carlos Castillo

ABSTRACT

This contribution presents the ongoing work of the Regions4Climate (R4C) initiative in the Basque Country, where estuarine restoration, advanced monitoring, and multi-level climate adaptation planning converge in the Bidasoa estuary (Txingudi Bay). The project aims to demonstrate how nature-based solutions, cross-border cooperation, and integrated governance can support blue carbon enhancement and long-term resilience in vulnerable coastal systems.

Significant progress has been achieved in the restoration of the estuarine saltmarshes. Early preparatory actions in the Plaiaundi–San Lorenzo area, including the opening of tidal gates and the lack of maintenance of tidal flaps following land expropriation, are enabling the progressive re-establishment of natural tidal inundation. The next step will involve interventions by national authorities, including the removal of dikes and agricultural soils over an area of 5.5 hectares. In parallel, the provincial authorities of Gipuzkoa have finalized the restoration of 2.5 hectares of saltmarsh in Jaizubia.

These measures restore natural hydrodynamics, expand floodable habitat, and improve ecological conditions for protected species within a Natura 2000 site. Basque partners contribute through pre-restoration technical surveys, stakeholder communication, and ecological supervision. Complementary actions include controlled eco-grazing to support soil carbon fixation and a cross-border initiative to restore *Nanozostera noltei* seagrass meadows.

To assess system responses, a comprehensive monitoring program has been deployed, combining solar-powered videometry stations, radar tidal gauges, Surface Elevation Tables (SETs), bathymetric and topographic surveys, multispectral drone imagery, and ecological indicators. This monitoring has primarily focused on establishing a robust baseline in Plaiaundi prior to the main restoration works. Post-restoration monitoring will be conducted in the Jaizubia area, where the coastal works have been finalized. Numerical modelling tools (Delft3D FM, XBeach, LISFLOOD-FP, SCHISM) complement field measurements by simulating tidal dynamics, wave processes, flooding, sediment transport, and future sea-level rise. Together, they improve early-warning capacities and support cross-border understanding of coastal hazards.

At the strategic level, the project contributes to regional climate adaptation planning by developing a structured methodology for identifying, prioritizing, and financing demonstrator projects. Outputs include a portfolio of transferable best practices, a guidance framework for integrating climate adaptation into coastal investment projects, and a set of prioritized demonstrators addressing multi-hazard risks in urban, industrial, and coastal environments.

Strengthened governance structures support these efforts, including the newly created KAIA interdepartmental board and a dynamic funding database that aligns demonstrator needs with European and national financing opportunities. Locally, a tailored stakeholder engagement process—co-developed with Ekoetxea Txingudi—has involved vulnerable senior groups in scenario-building and awareness activities linked to the Basque Just Transition Roadmap.

A preliminary impact assessment, conducted as a transversal task across the twelve Regions4Climate regions, led to the development of 23 Key Performance Indicators for the Basque Region to measure the effectiveness of the different actions. Overall, the Txingudi demonstrator offers a replicable model in which ecological restoration, innovation, and governance reforms jointly enable climate-resilient estuaries and regions.

PALABRAS CLAVE

Climate Change, Coastal adaptation, Euskadi

Explorando la influencia de los factores meteorológicos en el riesgo de eutrofización de los estuarios del País Vasco

Marta Revilla, Marina Chifflet, Andrea del Campo, Joxe Mikel Garmendia, Manuel González

ABSTRACT

La eutrofización de los ecosistemas marinos costeros se convirtió en un problema a escala global en el siglo XX. Los estuarios del País Vasco, en mayor o menor medida, también sufrieron las consecuencias del elevado aporte de nutrientes de origen antrópico que condujo a un empeoramiento de su calidad ecológica, lo cual se manifestó en una baja oxigenación y transparencia de sus aguas y en una pérdida general de biodiversidad. Esta situación comenzó a revertirse a finales de los años 80 gracias a la implantación de sistemas de saneamiento cada vez más eficientes.

Sin embargo, algunos estuarios aún no han conseguido alcanzar todos los objetivos ambientales marcados por la legislación europea en materia de eutrofización. Por ejemplo, en el del Oiartzun la concentración de clorofila "a" (biomasa del fitoplancton) no desciende a los niveles que señalarían bajo impacto antrópico y ésta es una de las razones por las que no alcanza el Buen Potencial Ecológico en el sentido de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE). En general, las zonas superiores de algunos estuarios y aquellas masas de agua muy modificadas por el desarrollo de infraestructuras portuarias registran periódicamente "blooms" de fitoplancton que derivan en picos de clorofila de forma más frecuente o intensa de lo que sería deseable, aunque las concentraciones de nitrógeno y fósforo disueltos hayan disminuido. Estas observaciones sugieren que, junto a las presiones antrópicas directas, otros factores están condicionando la dinámica de la eutrofización.

Con objeto de comprender más a fondo los procesos de eutrofización en relación con el cambio climático, se utilizará como caso de estudio la costa de Gipuzkoa. Para ello, se analizarán series de datos de más de 20 años que incluyan variables meteorológicas (precipitación, temperatura atmosférica y nubosidad), caudal fluvial y nutrientes, tratando de detectar posibles cambios y establecer su relación con la evolución de la clorofila "a".

La hipótesis planteada es que, en aquellas zonas estuáricas donde la renovación del agua se ve menos favorecida por la dinámica mareal, la concentración de clorofila está siguiendo una tendencia de aumento que es consecuencia, por una parte, de la disminución de la nubosidad y por otra, de una menor dilución y exportación de nutrientes y de células fitoplanctónicas asociada a descensos en los caudales fluviales durante periodos del año cada vez más prolongados.

Los escenarios de proyección climática disponibles para el País Vasco apuntan a un ligero descenso de la precipitación anual ya una mayor duración de los periodos secos. Estas tendencias podrían acentuar en el futuro las condiciones físicas que favorecen el desarrollo del fitoplancton en sistemas estuáricos con una capacidad de renovación limitada, incrementando así su vulnerabilidad frente a procesos de eutrofización, incluso en escenarios de cargas antrópicas relativamente controladas.

PALABRAS CLAVE

Estuarios, Eutrofización, Fitoplancton, Clorofila, Meteorología

Uso de mallas de sombreado como estrategia de adaptación del viñedo al cambio climático en La Rioja

Javier Portu, Sergio Ibáñez, Luis Rivacoba

ABSTRACT

La adaptación del viñedo al escenario actual de cambio climático constituye uno de los principales retos para las regiones vitícolas del suroeste de Europa. En La Rioja, el aumento de la frecuencia de episodios de calor extremo, la elevada radiación estival y la irregularidad de las precipitaciones favorecen el incremento de la temperatura de los racimos, una mayor incidencia de daños por golpe de sol y alteraciones en la dinámica de maduración, con efectos potencialmente negativos sobre la calidad de la uva y del vino. En este contexto, el sombreado mediante mallas se plantea como una estrategia agronómica de adaptación a corto plazo, capaz de modular el microclima del viñedo.

El presente trabajo evaluó el efecto de la instalación de mallas de sombreado tras el cuajado sobre el microclima, el estado fisiológico, la producción y la calidad de la uva y del vino. Los ensayos se llevaron a cabo en un viñedo en Cenicero (La Rioja) durante cinco campañas consecutivas (2021–2025) en la variedad Graciano (*Vitis vinifera* L.), injertada sobre SO4 y plantada en 2016. Se estudiaron distintas intensidades de sombreado (25, 50 y 70 %), colores de malla (blanca y negra), disposiciones (cara oeste o ambas caras), que se compararon con un tratamiento testigo sin sombreado. Las variables evaluadas incluyeron la temperatura superficial del racimo, la incidencia y severidad de los daños por sol, el estado hídrico de la planta (potencial hídrico y $\delta^{13}\text{C}$ en mosto), los parámetros productivos, la composición de la uva y del vino, así como el análisis sensorial de los vinos elaborados.

Los resultados mostraron que el uso de mallas de sombreado redujo la temperatura superficial del racimo, con descensos de hasta 6,5 °C, lo que se tradujo en una disminución muy significativa de los daños por golpe de sol, con reducciones del número de racimos afectados entre el 60 y el 90 %, dependiendo del año y del nivel de sombreado. No se observaron diferencias significativas en los parámetros productivos. Tampoco se detectaron diferencias significativas en el estado hídrico, aunque hubo una tendencia a menor estrés en las parcelas con malla en los años más secos. En cuanto a la maduración, las mallas tendieron a retrasar la acumulación de azúcares, manteniendo una acidez ligeramente superior para una misma fecha de vendimia. Este efecto fue más acusado con mayores intensidades de sombreado, especialmente en el caso de la doble malla. En conclusión, los resultados obtenidos confirman que las mallas de sombreado constituyen una herramienta eficaz para mitigar el estrés térmico y los daños por sol en viñedo. No obstante, un exceso de sombreado puede retrasar la maduración y afectar negativamente a la composición fenólica, por lo que su uso debe ajustarse a las condiciones climáticas, varietales y a los objetivos enológicos.

Este trabajo forma parte del proyecto VITISAD 2, que ha sido cofinanciado al 65% por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2021-2027). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra.

PALABRAS CLAVE

Viticultura, sombreado, daños por sol

Interreg
POCTEFA



Cofinanciado por
la UNIÓN EUROPEA
Cofinancé par
l'UNION EUROPÉENNE



Adaptación del viñedo al cambio climático mediante estrategias de riego basadas en integración de datos de campo y teledetección satelital

Luis Rivacoba, Sergio Ibáñez, Javier Portu

ABSTRACT

El cambio climático está intensificando la variabilidad hídrica y térmica en muchas de las regiones con tradición vitivinícola, comprometiendo tanto la productividad como la calidad de la uva. Teniendo en cuenta que el agua es un recurso fundamental y escaso que debe gestionarse con moderación y eficiencia, y más aún en estas condiciones cambiantes, la optimización del riego se convierte en una herramienta clave para la adaptación del viñedo. No sólo se trata de ahorrar agua, sino de suministrar la que la planta necesitaba en cada momento de su ciclo vegetativo.

En este trabajo se presenta una metodología integrada para la gestión hídrica sostenible del viñedo basada en la combinación de datos de campo, teledetección satelital y modelos agroclimáticos de alta resolución. El estudio tiene como objetivo principal ajustar las necesidades de riego a escala de parcela y sector, considerando la variabilidad espacial del cultivo, las características edáficas, las condiciones climáticas y los objetivos productivos. Para ello, se emplean imágenes multiespectrales que permiten estimar índices de vegetación como el NDVI, los cuales se correlacionan con coeficientes de cultivo dinámicos (Kc), mejorando significativamente los enfoques tradicionales basados en valores empíricos constantes. Esta información se actualiza con alta frecuencia, mediante observación satelital, permitiendo una monitorización continua del estado hídrico del viñedo.

El sistema se complementa con campañas de muestreo en campo realizadas durante las campañas 2024-2026, en las que se recogen datos obtenidos a partir del potencial hídrico de tallo, un indicador de estrés hídrico de la cepa, que permite establecer estrategias de riego en función de unos rangos preestablecidos y variables a medida que avanza el ciclo de crecimiento y maduración de la baya.

El conjunto de información obtenida ha permitido desarrollar y validar algoritmos de correlación entre medidas satelitales y observaciones directas, obteniendo resultados altamente significativos que respaldan la fiabilidad del enfoque.

A partir de estos avances, se ha desarrollado una herramienta digital en formato web y móvil que integra todas las fuentes de información, generando recomendaciones de riego personalizadas en tiempo real. La plataforma ofrece alertas automatizadas, visualización de datos y capacidad de escalabilidad a diferentes explotaciones, facilitando la toma de decisiones por parte de viticultores y técnicos.

Los resultados demuestran que la integración de tecnologías disponibles comercialmente permite mejorar la eficiencia en el uso del agua y responder de ágil y eficaz a las condiciones climáticas cambiantes. Este enfoque representa una solución innovadora y transferible para la viticultura de precisión, contribuyendo a la sostenibilidad del sector vitivinícola.

Este trabajo forma parte del proyecto VITISAD 2, que ha sido cofinanciado al 65% por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2021-2027). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra.

PALABRAS CLAVE

ITRF, IGS, sea-level, reference frame

**Interreg
POCTEFA**



Cofinanciado por
la UNIÓN EUROPEA
Cofinancé par
l'UNION EUROPÉENNE



Persistent blooms of the harmful warm-water dinoflagellate *Ostreopsis* sp. in the south-east Bay of Biscay

Yago Laurenns-Balparda, Pablo Aramendi, Jone Bilbao, Alan Denis Fernández-Valero, María García-Altares, Javier Goicoechea, Chiara Incani, Laia Moreno-Martínez, Marina Salido, Estibalitz Txurruka, Sergio Seoane

ABSTRACT

It is projected that climate change will result in an increase in the geographic ranges, frequency and intensity of benthic harmful algal blooms in mid-latitude regions. In this sense, *Ostreopsis* is a genus of benthic dinoflagellates that has been associated with toxic outbreaks from mid to late summer in the Bay of Biscay, where it has become increasingly prevalent and abundant in recent years. The co-occurrence of both *Ostreopsis* sp. 9 and *Ostreopsis* cf. *ovata* has been confirmed in the south-east Bay of Biscay, with the latter being linked to a series of health problems reported in the area since 2020. Consequently, a monitoring programme was developed to study the succession of *Ostreopsis* spp. in the south-east coast of the Bay of Biscay over four annual cycles (2022–2025). The samplings were conducted at five sites on a monthly basis, with an increase in frequency during the summer months. The study encompassed the characterisation of environmental variables, microscopic analysis of epiphytic and planktonic samples, and toxin analysis.

The abundances of *Ostreopsis* exhibited minimal or null levels from December to May and reached maximal levels from July to September, coinciding with the period of peak water temperatures. Regarding the planktonic abundances of *Ostreopsis* spp., although some peaks occurred in Zumaia and Hondarribia, the maxima were most frequently observed in Mutriku and San Sebastian, with maximal abundances from 2022 to 2025 of 2.47×10^5 and 9.02×10^5 cells/L, respectively. In the case of epiphytic abundances, indicators of *Ostreopsis* reservoirs, the pattern was similar, occurring some peaks in Zarautz and Hondarribia, but mostly in Mutriku and San Sebastian, where maximal values of 7.97×10^5 and 1.86×10^6 cells/g, respectively, were recorded between 2022 and 2025. Thus, sites featuring rocky substrates with abundant macroalgal coverage, like Mutriku, and especially San Sebastian, recorded the most intense and prevalent blooms of *Ostreopsis* spp., exceeding the alert thresholds established for the north-west Mediterranean coasts on multiple occasions. Furthermore, it is noteworthy that *Ostreopsis* blooms persisted beyond the summer months, reaching remarkable abundances in October and even into November, probably due to the delayed drop in water temperature. Regarding the obtained toxin profiles, they were comparable to those reported for Mediterranean strains. Those all findings highlight the need for ongoing rigorous monitoring of *Ostreopsis* spp. in the area.

PALABRAS CLAVE

Benthic algal blooms, macroalgae, ovatoxins

Modeling plastic transport in coastal environments using a coupled Lagrangian-Eulerian framework

Pablo Vallés, Víctor Loras, Mario Morales-Hernández, Volker Roeber

ABSTRACT

Plastic pollution in aquatic environments, particularly in coastal and oceanic systems, represents a major environmental challenge due to its impact on ecosystems and human activities. Numerical modeling has emerged as a valuable tool to analyze transport pathways, deposition patterns, and potential mitigation strategies. However, accurately representing plastic transport requires not only robust particle dynamics but also a reliable description of the underlying hydrodynamics, as advection driven by waves and currents plays a dominant role.

The present work investigates the influence of hydrodynamic conditions, specifically water depth and wave forcing, on plastic transport in coastal environments. The flow field is resolved using an Eulerian, depth-integrated two-dimensional Boussinesq model, while plastic transport is simulated using a Lagrangian Particle Tracking (LPT) approach. The LPT model incorporates key physical processes such as drag forces and particle inertia, enabling a more realistic representation of floating debris dynamics. The coupled Eulerian-Lagrangian framework is implemented within the BOSZ model, which is designed to simulate wave-driven flows in coastal and surf-zone regions.

A series of controlled numerical experiments is conducted to assess how particle trajectories respond to variations in swell conditions and water levels (see Figure 1). In particular, simplified sea-level rise scenarios are considered by systematically increasing the mean water depth while maintaining representative wave conditions. This approach allows isolating the effects of depth-induced changes in wave transformation, circulation, and deposition patterns on debris transport.

Figure 1. Lagrangian particle trajectories in the nearshore zone, showing wave-driven circulation patterns over realistic bathymetry.

The proposed framework provides a flexible and computationally efficient methodology to explore a wide range of environmental scenarios. Rather than exhaustively covering all parameter combinations, this work focuses on demonstrating the capability of the coupled model to capture key transport behaviors under representative conditions. The results highlight the importance of considering hydrodynamic variability when assessing plastic pollution pathways and support the use of process-based models for coastal management and environmental forecasting.

PALABRAS CLAVE

Plastics, Lagrangian, Waves, Coastal, Hydrodynamics

Environmental assessment of low-trophic aquaculture in longline infrastructures using biobased gears

Leire Arantzamendi, Ainara Pocheville, María José Suárez, Xavi Ramón

ABSTRACT

Aquaculture gear is an overlooked source of marine plastic pollution and fossil-based emissions, underscoring the need for scalable alternatives that do not compromise production performance. In this context, biobased ropes represent a promising innovation for low-trophic aquaculture. Building on previous BIOGEARS findings and further developments achieved in the TRANSEATION project, this study applies life cycle assessment (LCA) to evaluate the environmental performance of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) production in longline systems using improved biobased versus conventional fossil-based ropes, and to identify the main environmental hotspots. The assessment was based on a functional unit of 1 kg of fresh mussel (wet weight, including shell) produced on 6 m ropes over a 7-month cultivation cycle. Using a cradle-to-gate approach, the LCA covered seed procurement and socking, growing, harvesting, transport to land, and end-of-life rope management, considering landfill for fossil-based ropes and industrial composting for biobased ropes. Preliminary results show that replacing conventional ropes with biobased alternatives can lower both the carbon footprint and fossil resource demand of mussel production. These results highlight the potential of biobased gear to support the transition towards more circular, low carbon and low-impact aquaculture systems and provide robust evidence to guide innovation and material choices in the sector.

PALABRAS CLAVE

Gear, circular, sustainable aquaculture, low-carbon

Aplicación de técnicas de IA-ML a la modelización del impacto por riesgo marítimo-costero en la costa vasca

Santiago Gaztelumendi

ABSTRACT

La gestión del riesgo en el litoral vasco ha contado durante más de 15 años con un sistema sólido de niveles de aviso/alerta/alarma basado en índices de rebase. Este enfoque operacional, que integra variables como la altura de ola significativa, el periodo pico, la dirección y la marea (astronómica y meteorológica), ha demostrado una alta fiabilidad en la protección de la costa vasca. Sin embargo, la complejidad intrínseca de los procesos de interacción mar-tierra y la necesidad de un mayor conocimiento sobre los potenciales daños específicos que pueden producirse sugieren la exploración de nuevas metodologías. En este contexto, el presente trabajo analiza la utilidad de técnicas de Inteligencia Artificial y Machine Learning (IA-ML) como herramientas complementarias para la toma de decisiones en la Agencia Vasca de Meteorología (Euskalmet).

El objetivo principal de este trabajo es sondear la capacidad de diferentes modelos de aprendizaje supervisado para predecir diferentes categorías de impacto en el litoral vasco. La metodología se centra en la aplicación y comparación de dos algoritmos de aprendizaje: Random Forest (RF) y eXtreme Gradient Boosting (XGBoost), en base a un dataset histórico con variables oceanometeorológicas y del registro de daños en la costa vasca.

Estos modelos se entrenan para clasificar diferentes niveles de severidad de impacto, definidos a partir de diferentes umbrales de daños económicos registrados. El proceso de decisión actualmente está basado en los resultados del sistema de alerta temprana de riesgo marítimo-costero de Euskalmet y en el expertise humano. Es decir, en las estimaciones de rebases futuros que el sistema proporciona, así como en diferentes consideraciones de contexto por parte del personal experto de Euskalmet y la Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología (DAEM) del departamento de seguridad de Gobierno Vasco.

En este ámbito, los modelos de IA-ML permiten capturar patrones no lineales y dependencias complejas entre variables que a menudo pasan desapercibidas en los sistemas convencionales. Los resultados preliminares indican que tanto RF como XGBoost presentan una notable destreza en la detección de situaciones de impacto moderado y severo. Se observa que la inclusión de variables como la dirección del oleaje y la duración del evento mejora la precisión de las clasificaciones de riesgo.

Este estudio apunta a que la integración de técnicas de IA-ML de forma complementaria con el sistema actual y manteniendo su validez estructural, puede fortalecer la toma de decisiones informadas. Proporcionando una capa adicional de conocimiento del impacto potencial, incluyendo información probabilística sobre los daños materiales esperables así como detalles cuantitativos en relación a las características del impacto esperable incluyendo su cuantía, extensión y tipología de daños.

PALABRAS CLAVE

IA-ML, impacto, modelos, riesgo marítimo-costero

IMPLACOST: De la vulnerabilidad climática a la gestión operativa del riesgo costero en Canarias ante eventos extremos

Gustavo Pestana Pérez, Jesús González Navarro, Asier Borja Furundarena Hernández

ABSTRACT

La costa de Canarias constituye un espacio especialmente sensible frente al cambio climático por la combinación de alta exposición física, concentración de población y fuerte dependencia económica del litoral. En este contexto, la intensificación de eventos extremos y la progresiva subida del nivel del mar, incrementan el riesgo de inundación, erosión y pérdida de funcionalidad en playas, puertos, frentes urbanos e infraestructuras estratégicas. Los escenarios previos de riesgo y vulnerabilidad elaborados para Canarias apuntan a impactos crecientes sobre la superficie de playa, la población expuesta y la economía litoral, con especial incidencia en islas y enclaves de elevada ocupación turística.

IMPLACOST se plantea como un marco aplicado para avanzar desde el diagnóstico de vulnerabilidad hacia la gestión operativa del riesgo costero en la región MAC, con especial interés en su aplicabilidad al litoral canario. El proyecto integra la evaluación de impactos ambientales en zonas costeras y litorales con herramientas orientadas a la prevención, la anticipación y la adaptación, incluyendo sistemas de predicción de condiciones costeras, escenarios futuros de erosión, análisis de riesgos de origen natural, repositorios digitales de información y mecanismos de participación ciudadana.

En Canarias, este enfoque se articula sobre la base ya generada por PIMA Adapta Costas, incorporando la identificación de sectores prioritarios y su análisis detallado a escala local. La aproximación metodológica combina: (i) seguimiento de la evolución de la línea de costa mediante teledetección, series históricas e inteligencia artificial; (ii) evaluación de inundaciones costeras, intrusión salina y erosión en costas sedimentarias y rocosas; (iii) análisis de eventos extremos de precipitación y su relación con la movilización de sedimentos y los procesos erosivos en cuencas con alta ocupación turística; y (iv) desarrollo de un sistema piloto de predicción de condiciones marítimas costeras en puntos críticos del litoral canario.

La contribución de IMPLACOST radica en conectar escalas regionales y locales de análisis para apoyar la toma de decisiones en contextos de alta vulnerabilidad climática. En particular, permite mejorar la priorización de intervenciones en playas urbanas y turísticas, entornos portuarios y tramos con infraestructuras críticas, así como reforzar la base técnico-científica para estrategias de adaptación y resiliencia costera. Desde esta perspectiva, IMPLACOST aporta un marco transferible para reducir la brecha entre conocimiento, anticipación operativa y gestión del litoral ante eventos extremos.

PALABRAS CLAVE

Canarias, eventos extremos, vulnerabilidad, resiliencia

Impacto del cambio climático en la dirección y magnitud del oleaje al sudeste del Golfo de Vizcaya

Isabel López Úbeda, José Ignacio Pagán Conesa

ABSTRACT

El estudio de la variabilidad del clima marítimo a largo plazo es esencial para la seguridad de las infraestructuras portuarias y la gestión del litoral. La fachada cantábrica, caracterizada por su alta exposición a los sistemas de bajas presiones del Atlántico Norte, requiere una caracterización precisa de cómo están cambiando sus parámetros de diseño. Este trabajo analiza las tendencias del oleaje en el sudeste del Golfo de Vizcaya utilizando la base de datos SIMAR. Se han procesado series temporales de oleaje en 148 nodos de la red SIMAR con datos horarios que cubren un periodo de 68 años (1/1/1958-31/12/2025). Para cada nodo, se han determinado las tendencias de cambio en la altura de ola significativa y la dirección media (Dm). El estudio analiza específicamente tres umbrales: la Hs,12 (altura de ola superada únicamente 12 horas al año, representativa de las condiciones extremas de temporal), la Hs,95% (percentil 95) y la Hs,50% (mediana). Asimismo, se ha desglosado el incremento de la Hmax por sectores direccionales (N, NNW, NW, WNW y W), empleando la convención de que valores positivos en la variación direccional indican un giro de la procedencia desde el Oeste hacia el Norte. Los resultados muestran una intensificación clara de los eventos más energéticos. El incremento medio de la Hmax se sitúa en 1.10 m. Sin embargo, este crecimiento es desigual según la procedencia: la componente WNW (Oeste-Noroeste) presenta el mayor aumento con 1.70 m, seguida de la componente W con 1.41 m, seguida de la componente W con 1.36 m, mientras que las componentes del Norte muestran una estabilidad mayor. La comparación entre los umbrales de la altura de ola revela un fenómeno de "agudización" del régimen de oleaje. El incremento observado en la Hs,12 es de 1.08 m, una cifra que cuadruplica el crecimiento de la mediana del oleaje (Hs,50% = 0.27 m). Este dato es crítico, ya que indica que las condiciones de diseño para obras de abrigo están evolucionando a un ritmo mucho más rápido que el estado medio del mar. En cuanto a la dinámica direccional, se ha detectado un giro positivo medio de +3.48°. Este desplazamiento de las procedencias desde el Oeste hacia el Norte sugiere que los temporales no solo son más intensos, sino que están atacando la costa con un ángulo más ortogonal. Este cambio tiene el potencial de desestabilizar el equilibrio de las playas encajadas, alterando las tasas de transporte longitudinal y de sedimentos y modificando las zonas de abrigo históricas. La serie horaria 1958-2025 confirma un cambio estructural en el clima marítimo del Cantábrico. El aumento de la Hs,12 y el protagonismo de la componente WNW apuntan a una mayor peligrosidad de los temporales invernales. La rotación direccional observada hacia el Norte obliga a una revisión de los cálculos de rebase y estabilidad en diques, así como a actualizar los modelos de evolución de línea de costa, que deben considerar ahora un oleaje más extremo y "norteaado".

Agradecimientos al proyecto CIGE/2024/56 financiado por la Generalitat Valenciana.

PALABRAS CLAVE

Oleaje, Tendencias, Cantábrico, Temporales, Direccionalidad

Entre la presión urbana y la resiliencia natural: vulnerabilidad y exposición del litoral de la Comunidad Valenciana

José Ignacio Pagán Conesa, Isabel López Úbeda

ABSTRACT

Las zonas costeras enfrentan riesgos crecientes debido al ascenso del nivel del mar y la presión antrópica. Este estudio evalúa 253 km de playas de la Comunidad Valenciana mediante un Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI) ampliado, que incorpora, de forma pionera, parámetros de durabilidad de los sedimentos. Se analizaron 1174 segmentos (200 m cada uno) empleando diez indicadores agrupados en: Vulnerabilidad (ancho de playa, tasas de erosión, ancho de duna, tamaño de grano y calidad del sedimento), Peligro (oleaje e inundación) y Resiliencia (tipología de vegetación submarina, profundidad de su límite superior y porcentaje de cobertura de vegetación dunar). Los datos provienen de programas de monitorización propios y fuentes abiertas (PNOA, Ecocartografías, Puertos del Estado y SIOSE AR). Para evaluar la exposición, se clasificaron los usos del suelo en 12 categorías, analizando su distribución en franjas de 50 m desde la costa hasta una distancia de 500 m tierra adentro. La integración geoespacial se realizó mediante QGIS 3.44.6 sobre una base de datos GeoPackage.

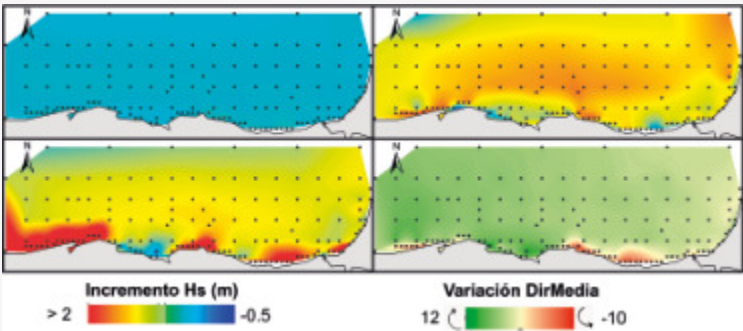
Los resultados indican que los tramos costeros de baja vulnerabilidad suelen estar protegidos por ecosistemas naturales o agricultura, mientras los niveles de alta o muy alta vulnerabilidad (4-5) se caracterizan por una densa ocupación antrópica que se expande hacia el interior. La ocupación del suelo sigue una lógica de bandas, aunque con diferencias provinciales. En los primeros 50 metros predominan “Playas, dunas y arenales”, destacando la provincia de Valencia con un sistema dunar que ocupa el 98,1%, mientras que Alicante y Castellón mantienen niveles de protección natural (playas y áreas naturales) del 83,7% y 73% respectivamente. Sin embargo, este escudo natural cede en los tramos con vulnerabilidad alta o muy alta. En Alicante los usos antrópicos en los primeros 50 m alcanzan el 64% en los tramos de mayor vulnerabilidad, aumentando a un 74% del suelo en distancias críticas (100-300 metros) en Alicante y Castellón, mientras que en Valencia los usos son agrícolas e infraestructuras. Así, Alicante destaca como el modelo más urbanizado en franjas más próximas a la costa, especialmente en municipios como Dénia o Benidorm, donde el uso antrópico (residencial, recreativo y viales) comienzan a aparecer con fuerza desde los primeros 50 m, reflejando una mayor presión antrópica directa, lo que implica una mayor exposición social ante procesos erosivos o inundaciones. A partir de los 300 m, la presión urbana cede ante usos agrícolas en Valencia y Castellón, mientras que en Alicante persiste la consolidación urbana. En definitiva, los tramos costeros más vulnerables de Alicante y Castellón son también los más densamente urbanizados, y por tanto los más expuestos, mientras que en Valencia en los tramos más vulnerables hay mayor presencia de usos agrícolas y espacios naturales.

En conclusión, esta metodología ofrece un diagnóstico preciso sobre la exposición del litoral valenciano, proporcionando una herramienta de análisis geoespacial transferible a otras regiones costeras para optimizar la planificación territorial y la gestión de riesgos.

Esta investigación ha sido financiada por la Universidad de Alicante [GRE23-01A] y por la Generalitat Valenciana [CIGE/2024/56].

PALABRAS CLAVE

Vulnerabilidad, CVI, Sedimento, SIOSEAR, Antropización



Revisión y actualización de los niveles máximos del mar en los estuarios del País Vasco considerando el ascenso del nivel del mar

Pedro Liria, Iñaki De Santiago, Roland Garnier, Irati Epelde, Ruben Santos, Maria Carmen Varela, Aritz Abalia, Andrea Del Campo, Manuel Gonzalez

ABSTRACT

Las zonas estuarinas del litoral cantábrico son especialmente vulnerables a la inundación debido a la interacción entre procesos fluviales y marinos, siendo estos últimos muy relevantes e incluso dominantes en la zona baja y el entorno de las desembocaduras. En particular la marea astronómica, la marea meteorológica y la acción del oleaje son las dinámicas que contribuyen en mayor medida a la inundación. En este trabajo se presentan los resultados de la revisión y actualización de los niveles máximos del mar, asociados a la contribución conjunta de las tres dinámicas mencionadas, en los estuarios de la Comunidad Autónoma del País Vasco, incorporando información instrumental reciente y proyecciones de ascenso del nivel medio del mar asociadas al cambio climático.

El análisis de nivel medio del mar se basa en las series de los mareógrafos de Bilbao (1992-2025) y Pasaia (2007-2025), empleando datos de alta resolución temporal. A partir de estas series se ha caracterizado la evolución pasada y presente del nivel medio del mar, observándose una tendencia claramente ascendente, con tasas del orden de 3,5-4,5 mm/año. Para el año 2025 se propone una posición de referencia del nivel medio del mar situada 40 cm por encima del Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA, REDNAP IGN 2008).

Sobre esta referencia se ha realizado un análisis extremal de los niveles conjuntos de marea astronómica y meteorológica, utilizando métodos POT (Peaks Over Threshold). Los resultados indican un comportamiento homogéneo de los niveles extremos a escala de toda la costa vasca, recomendándose valores comunes para todos los estuarios, en función del periodo de retorno.

Adicionalmente, se ha evaluado la contribución conjunta de la marea y el set-up del oleaje en las bocanas de todos aquellos estuarios en los que el oleaje puede jugar un papel significativo, a partir de datos de oleaje en mar abierto (1992-2024) propagados hasta cada desembocadura. Los estuarios se han clasificado en seis tipologías según su exposición y configuración geomorfológica, definiéndose valores extremos específicos y recomendaciones de aplicación para cada caso.

Finalmente, se han incorporado proyecciones de ascenso del nivel del mar del IPCC AR6 para los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, proporcionando incrementos esperados hasta finales de siglo. Los resultados constituyen una base técnica homogénea y actualizada que se ha empleado en la revisión y actualización de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, en cumplimiento de lo establecido en la Directiva 2007/60 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

PALABRAS CLAVE

Niveles, oleaje, extremos, inundación, marea

Coastal-fluvial compound flooding modelling under the influence of climate change. A case study for the city of Bayonne

Emiel Moerman, Maialen Irazoqui Apecechea

ABSTRACT

Coastal regions are increasingly exposed to extreme events driven by climate change, including intensified storm surges, wave action, and compound flooding. The city of Bayonne (FR), located at the confluence of the Adour River and the Atlantic Ocean, represents a particularly vulnerable urban environment where fluvial and coastal processes interact. This study will present a case analysis of present and future flood risk in Bayonne using the hydrodynamic model SFINCS (Super-Fast INundation of Coastal System), a state-of-the-art, open-source, two-dimensional hydrodynamic modelling framework for the simulation of flooding processes in coastal, estuarine and riverine environments.

SFINCS enables a consistent and integrated representation of the hydraulic processes governing flood hazards within the Adour estuary. In particular, it allows the joint simulation of marine forcing (tides, storm surges, waves and sea-level rise), fluvial inflows from the Adour, the Nive and secondary tributaries, rainfall and surface flooding, which is essential for the analysis of compound flood events targeted by the study.

SFINCS has been selected as it is well suited to the physical characteristics and scale of the study area. Its two-dimensional formulation enables detailed representation of flood propagation over complex topography and urbanised environments, while remaining computationally efficient for multi-scenario analyses and/or allow for (very) high resolution modelling.

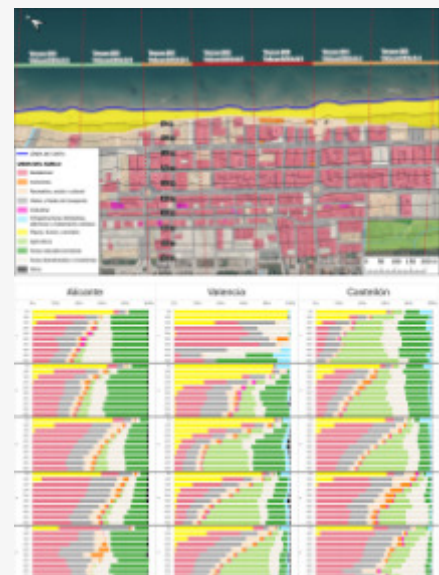
The modelling framework integrates tidal forcing, river discharge, and meteorological inputs to simulate extreme flood scenarios under both current and projected climate conditions. Particular attention is given to compound events, where storm surge coincides with high river discharge, rainfall and wave setup, significantly amplifying flood potential. The model is calibrated based on past flooding events. Climate change projections are incorporated through downscaled sea-level rise scenarios from regional climate models.

From a risk management perspective, the results could provide actionable insights for local stakeholders in Bayonne, supporting the development of adaptation strategies such as improved flood defences, spatial planning measures, and early warning systems. The modelling approach also enables rapid scenario testing, offering a valuable tool for exploring climate action pathways and resilience-building measures.

This case study contributes to the broader understanding of climate-driven coastal hazards by demonstrating the applicability of efficient hydrodynamic models for urban-scale flood risk assessment. It also illustrates how integrated modelling, combined with climate projections, can inform evidence-based decision-making in vulnerable coastal cities facing an uncertain future.

PALABRAS CLAVE

Flooding, compound, numerical, climate change



Aplicación del modelo XBEACH en Euskalmet para vigilancia operativa de rebases

Antonio Castaño, José Daniel Gomez de Segura, Iván R. Gelpi, Aritz Abalia, Iñaki de Santiago, Santiago Gaztelumendi

ABSTRACT

Con el objetivo de fortalecer la capacidad predictiva del sistema vasco de alerta costera, se ha llevado a cabo la implementación y validación del modelo XBEACH, una herramienta numérica ampliamente utilizada para la simulación de procesos morfodinámicos en zonas de rompientes, playas y entornos dunares. XBEACH permite representar de forma integrada la dinámica del oleaje, el flujo infragravitatorio, el transporte sedimentario y la evolución del perfil costero durante episodios de elevada energía.

La implementación realizada en Euskalmet se basa en un desarrollo inicial de AZTI en el que se han definido configuraciones específicas para Zarautz. Estas configuraciones incluyen batimetrías detalladas, series de oleaje procedentes de boyas y modelos regionales, además de condiciones de contorno adaptadas a Zarautz. Se han realizado diferentes simulaciones de eventos históricos relevantes con el objetivo de validar y comparar este sistema con el actualmente operativo en Euskalmet, basado en la superación de umbrales de inundación (índices de rebase).

La validación del sistema se ha realizado mediante la comparación de los resultados de XBEACH con series temporales de nivel y rebases estimados y observados en el paseo marítimo de Zarautz. Un aspecto clave del proyecto ha sido el análisis del desempeño del modelo frente al sistema de umbrales costeros actualmente en uso en Euskalmet. Para ello, se han comparado los indicadores derivados de XBEACH con los umbrales operativos ya consolidados, evaluando su correspondencia y su potencial para mejorar la clasificación de niveles de riesgo. Los resultados indican que XBEACH aporta métricas representativas en situaciones de impacto, que pueden ser complementarias con el sistema actual aportando criterios adicionales físicamente robustos.

PALABRAS CLAVE

XBEACH, modelización, costa vasca, rebases

Field observations and modelling of the waters of the southeastern Bay of Biscay

Luis Ferrer, Stefania Ciliberti, Yolanda Sagarminaga, Axel Alonso-Valle, Almudena Fontán, Raúl Alonso, Javier Franco, José María García-Valdecasas, Asier Nieto, Beatriz Jiménez, Iván Manso-Narvarte, Mario Moros, Andrea del Campo, Marcos García Sotillo, Lohitzune Solabarrieta, Anna Rubio

ABSTRACT

Coastal hydrodynamic modelling aims to understand and predict water circulation generated by wind, tides, differences in density of water masses and freshwater discharges. Accurate coastal modelling and field observations are essential to correctly assess and predict the risks of adverse events to human life, activities and infrastructure. With this in mind, the EUSCOMvu (Euskadi Coastal Operational Model validation & user-engagement) project was launched in 2023 to provide reliable monitoring and forecasting in the southeastern Bay of Biscay.

EUSCOMvu aims to: (1) generate a highly optimized oceanic and coastal operational forecast in the waters of the Basque Country (Euskadi); (2) develop and implement an online and delayed mode validation capability to assess the performance of this forecast using available in situ and satellite observations, and including intercomparison with the Iberia-Biscay-Ireland physical ocean products provided by the Copernicus Marine Service; and (3) promote close cooperation with end users for the operational exchange of data and the definition of new hydrological indicators. These objectives will help lay the foundation for a seamless coastal hydrodynamic forecasting service in the southeastern Bay of Biscay and consolidate the use of Copernicus Marine Service products.

EUSCOMvu is funded by the Copernicus Marine Service National Collaboration Programme 2022–2028 and is also supported by EBEGI, a research project funded by the Basque Government. EBEGI is a super observatory located in the southeastern Bay of Biscay, which allows integrated and multidisciplinary observation of the marine environment and its ecosystem. It also contemplates technological innovation and experimentation tasks to identify and test cutting-edge ocean observation methodologies, including autonomous vehicles. This will increase the key information for the development of policies and directives on the conservation and recovery of biodiversity and marine habitats, as well as the challenges associated with climate and global change. Two recently acquired gliders are among the instruments used in the EBEGI project. The data collected by these gliders will be essential in the immediate future to evaluate the performance of the coastal hydrodynamic forecasting service established in the waters of the Basque Country.

PALABRAS CLAVE

Copernicus, EUSCOMvu, EBEGI, forecast, glider

Evaluación de los servicios de los ecosistemas que ofrecen los sistemas dunares dentro de la red Natura 2000 de Bizkaia

Lorena Peña López, Unai Sertutxa Irazola, Xabier Arana Eiguren, Ibone Ametzaga-Arregi

ABSTRACT

Los ecosistemas costeros, a pesar de proveer de relevantes servicios de los ecosistemas (SE) para el bienestar de la sociedad, han sido muy transformados y reducidos en todo el mundo. En Euskadi, los sistemas dunares son uno de los hábitats más frágiles de la costa vasca, ya que el asentamiento de los núcleos urbanos y las áreas de esparcimiento en esas zonas, ha terminado por eliminar prácticamente cualquier vestigio de este tipo de ecosistema. Sin embargo, en los últimos años, se han llevado a cabo diferentes proyectos de regeneración de estos ecosistemas.

El objetivo de este estudio es realizar una evaluación de 9 servicios de regulación y 4 culturales que proporcionan tres sistemas dunares de Bizkaia que se encuentran dentro de RN2000 y compararlos entre sí, para analizar como la restauración influye en la multifuncionalidad del ecosistema. Además, se han identificado y evaluado las amenazas que sufren los mismos, para realizar recomendaciones que mejore la provisión de SE.

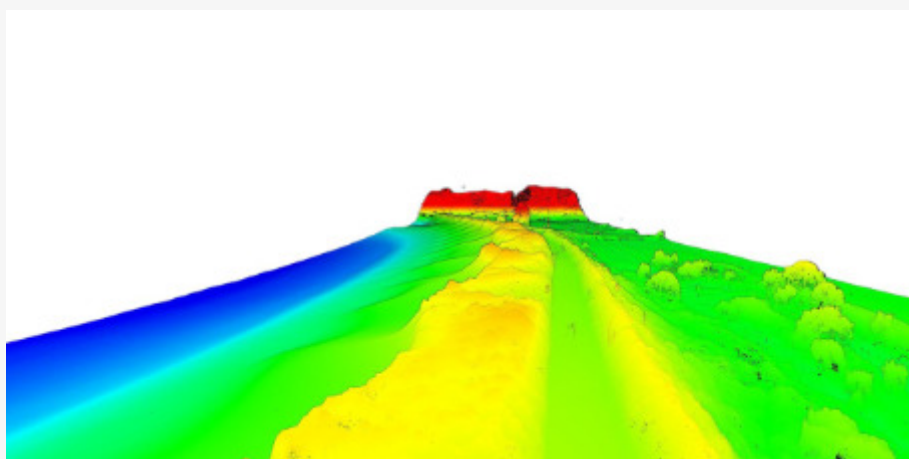
La evaluación de los SE y las amenazas que sufren los mismos se han realizado por medio del cálculo de indicadores. Además, se ha calculado el índice de multifuncionalidad para cada sistema, sumando el valor de cada SE ponderado por su mayor valor de relevancia para cada SE, el cual fue normalizado de 0-1.

Los resultados indican que el sistema dunar de la playa de la Arena es el que mayor provisión de SE realiza, ya que posee un valor alto en el 77% de los SE y un índice de multifuncionalidad de 0.81, seguido por Astondo-Gorliz (54% y 0.76) y Laga (46% y 0.69). En relación con las amenazas, el sistema dunar de la playa de la Arena, es el que mayor número de especies exóticas invasoras de plantas y el que mayor urbanización en su entorno posee. Mientras que Astondo- Gorliz, es el que mayor contaminación atmosférica y acústica posee y el que va a ser más afectado por la subida del nivel del mar. Por último, Laga es el que mayor número de personas usuarias por metro cuadrado acoge en la época de verano.

En conclusión, se recomienda aumentar la superficie de restauración y conservación, mantener la naturalidad del espacio mediante la eliminación de especies exóticas y de infraestructuras viarias, así como sustituir el uso de maquinaria en la limpieza de playas por limpieza manual, no solo en invierno sino también en verano, dejando zonas con materia orgánica sin limpiar. Además, se propone habilitar pasarelas elevadas y cierre de los espacios a proteger para impedir el pisoteo, así como la colocación de paneles informativos sobre los SE que proveen esos ecosistemas para sensibilizar a las personas usuarias.

PALABRAS CLAVE

Amenaza; Culturales; Multifuncionalidad; Regulación; Restauración



Implementación del modelo SCHISM en Euskalmet y su aplicación al estudio de la bahía de Txingudi

Antonio Castaño, Ivan R. Gelpi, Jose Daniel Gomez de Segura, Santiago Gaztelumendi

ABSTRACT

La necesidad de mejorar la caracterización hidrodinámica de los sistemas de predicción y análisis del nivel del mar en la costa vasca ha motivado la incorporación de herramientas numéricas avanzadas dentro de la infraestructura operativa de Euskalmet. En este contexto, se ha llevado a cabo la implementación del modelo SCHISM (Semi-implicit Cross-scale Hydrosience Integrated System Model), un modelo hidrodinámico de código abierto de última generación capaz de representar de forma eficiente regiones de geometría compleja mediante mallas no estructuradas. Su flexibilidad y capacidad para resolver procesos multiescales lo convierten en una herramienta particularmente adecuada para zonas estuarinas, fluvio-marinas y áreas de interfaz con fuerte variabilidad espacial y temporal.

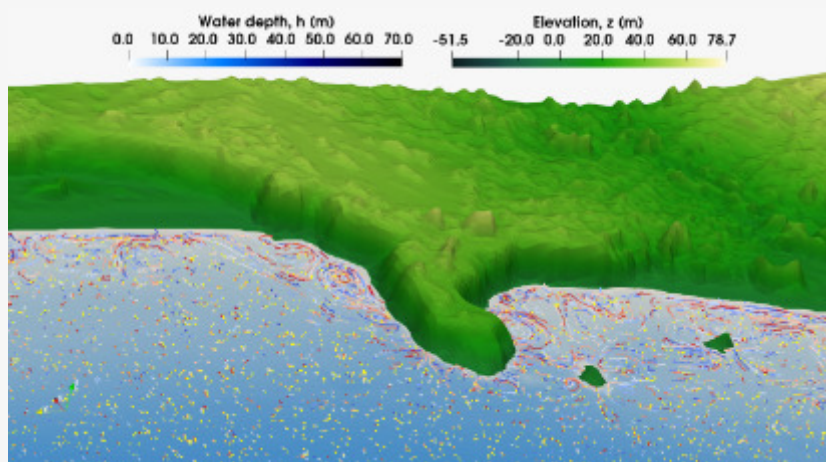
El proceso de implementación ha incluido la generación de una malla de alta resolución para el litoral vasco, con especial detalle en la bahía de Txingudi y la desembocadura del río Bidasoa. Esta región presenta una hidrodinámica singular, influida simultáneamente por la dinámica mareal, los aportes fluviales y la complejidad geomorfológica del estuario. SCHISM ha permitido reproducir estos procesos con detalle, incorporando batimetrías recientes, forzamientos oceánicos procedentes de modelos regionales y series de caudal observadas en la cuenca del Bidasoa.

Las simulaciones realizadas han permitido analizar la interacción entre la marea y la descarga fluvial, así como la propagación de la onda de marea en el interior del estuario. La validación del modelo se ha llevado a cabo mediante comparaciones con observaciones de nivel del mar, salinidad y temperatura procedentes tanto de reanálisis como de campañas de medida realizadas en la zona.

Los resultados muestran un buen desempeño del modelo en la reproducción de los principales procesos hidrodinámicos, confirmando su utilidad tanto para el análisis científico como para aplicaciones operativas, incluyendo el apoyo a la gestión de riesgos asociados a episodios de caudal elevado y su impacto en los potenciales rebases. La implementación de SCHISM en Euskalmet abre nuevas oportunidades para la modelización estuarina de alta resolución en el litoral vasco y constituye un avance significativo hacia un sistema integrado de información y predicción costera.

PALABRAS CLAVE

SCHISM, modelización, costa vasca, Txingudi



IDAFE: acción climática e innovación en el sistema educativo

Gustavo Pestana Pérez, María Ángeles Puga García, Jesús González Navarro, Sara Beatriz Santana Santana, Reynaldo Ramos Sánchez, Laura Ojeda Ramírez, Sara Rendal Freire, Alejandro Doramas Cabrera Peñate, Facundo Oyola Hernández

Gesplan, Calle León y Castillo, 54, 35003 Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Spain.

ABSTRACT

El Proyecto IDAFE nació en 2024 como una respuesta estratégica del Gobierno de Canarias ante los retos climáticos que afectan a los territorios insulares, caracterizados por su fragmentación geográfica, la presión sobre la franja costera y la creciente exposición a episodios de altas temperaturas. En este contexto, la Consejería de Transición Ecológica y Energía, en coordinación con la Consejería de Educación, diseñó e impulsó esta iniciativa destinada a integrar la acción climática en los centros educativos sostenidos con fondos públicos, reforzando el cumplimiento del marco normativo regional en materia climática.

El proyecto tiene como objetivo consolidar una propuesta pedagógica que convierta los centros educativos en espacios de investigación, adaptación y acción climática, mediante la aplicación de metodologías activas y un enfoque vivencial directamente conectado con el entorno escolar. La Situación de Aprendizaje “Guardianes del Planeta” facilita la comprensión del cambio climático desde una perspectiva local, permitiendo que el alumnado realice mediciones climáticas, identifique zonas vulnerables, interprete datos y proponga soluciones de adaptación contextualizadas.

La metodología combina formación docente especializada, el uso de instrumentos de medición climática y la integración curricular del cambio climático, con un acompañamiento técnico continuo y materiales didácticos adaptados al contexto insular. Las fuentes utilizadas incluyen marcos normativos regionales, materiales didácticos propios y recursos audiovisuales elaborados por expertos de las universidades públicas canarias.

La experiencia piloto desarrollada durante los cursos 2024-2025 y 2025-2026 permitió validar el enfoque metodológico y operativo del proyecto, con la participación de 67 centros educativos públicos, más de 5.000 estudiantes, 236 grupos-clase y 288 docentes. Los centros elaboraron diagnósticos climáticos escolares, mapas de calor, propuestas de mejora de patios y espacios exteriores, acciones de sensibilización y Estrategias Escolares frente a Episodios de Altas Temperaturas. El Encuentro IDAFE, ya en su segunda edición, funcionó como espacio regional de intercambio de experiencias y buenas prácticas, en el que los centros participantes presentaron sus propuestas de actuación y se seleccionaron grupos representantes de Canarias para la Conferencia Internacional de Jóvenes (CONFINT).

Durante el curso 2026-2027, IDAFE continúa su expansión con cofinanciación de la Unión Europea en el marco del Programa Canarias FEDER 2021-2027. Esta nueva fase amplía la participación a 40 centros educativos y consolida la presencia del proyecto en todas las islas del archipiélago, reforzando su potencial como herramienta de adaptación educativa y climática.

PALABRAS CLAVE

Alfabetización climática, adaptación curricular, resiliencia.

Strengthening coastal resilience through spatial planning: Insights from the German North Sea coast

Daniel Schick

ABSTRACT

Coastal regions are increasingly exposed to the impacts of climate change, including sea-level rise, storm surges, coastal erosion, and compound flood events. These shifting conditions require new approaches that go beyond traditional engineering-based defence strategies. In this context, spatial planning plays a key role in coordinating land use, reducing risks, safeguarding critical infrastructures, and integrating long-term climate adaptation and resilience objectives into coastal governance. At the same time, changing environmental conditions are accompanied by evolving legal and policy frameworks, creating both new opportunities and implementation challenges for spatial planners.

This study examines how dynamic regulatory developments and emerging adaptation strategies are reshaping coastal protection management on the German North Sea coast. Recent policy innovations, such as the Federal Spatial Plan for Flood Protection and the German Climate Adaptation Act, illustrate a broader shift towards risk-based planning and proactive climate adaptation. These frameworks introduce new planning approaches, including the designation of priority areas for coastal protection and enhanced integration of hazard prevention into regional planning processes.

The study investigates how spatial planning can support the implementation of these changing policy requirements and contribute more effectively to coastal adaptation management. Methodologically, the research combines qualitative expert interviews and a stakeholder workshop with key actors from planning authorities, coastal protection agencies, environmental administration, and other relevant institutions. Their purpose was to identify core barriers in the implementation of coastal protection measures, assess institutional coordination needs, and explore opportunities for process optimisation. In addition, two cases studies analysed real-world planning procedures related to the implementation of coastal protection measures in the context of nature-based solutions. These cases were accompanied throughout the planning process and assessed for examples of best practice and poor practice, with particular attention to procedural efficiency and conflict management.

The results highlight that implementation delays are often caused less by technical constraints than by fragmented responsibilities, lengthy approval procedures, and competing land-use interests. At the same time, the findings indicate that spatial planning can serve as an effective integrative platform to streamline decision-making and mediate between protection, ecological, and development objectives.

Building on the insights from the case studies, we develop practical recommendations for decision makers at the regional and federal state level. The conclusion outlines the remaining challenges and priority tasks for practice in enabling spatial planning to accelerate, simplify, and improve implementation procedures for coastal protection measures. Strengthening the integration of coastal adaptation into spatial planning is essential for enhancing coastal resilience, improving climate adaptation management, and securing sustainable futures for vulnerable coastal communities.

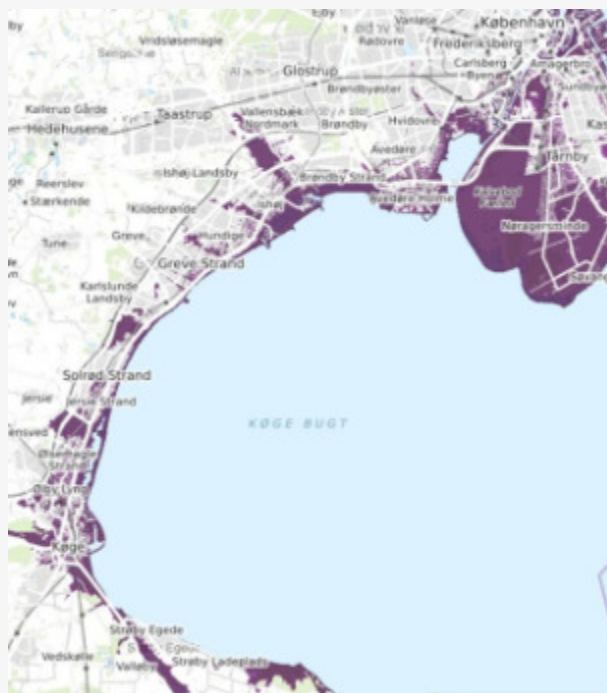
PALABRAS CLAVE

Planning, Adaptation, Resilience, Coasts, Governance

Antoine Collin, Laurine Nogue, Nancy Lamontagne, Dorothée James, Hélène Gloria

The Emerald Coast and Mont-Saint-Michel Bay represent one of Europe's most hydrodynamically and ecologically significant coastal zones, yet they face mounting pressures from climate change, anthropogenic sea/land-use/cover modification, and sea-level rise. Effective coastal management requires robust scientific understanding coupled with accessible communication of complex environmental data to policymakers and stakeholders. This study presents an integrated observational framework that synthesizes high-resolution lidar collection and processing, two-dimensional hydrodynamic modeling, and immersive virtual reality (VR) visualization to promote the nature-based adaptation solutions and establish a science-policy nexus tailored to North Breton coastal governance.

Littoral, Observatory, LiDAR, Simulation, Immersion



The IGS Reference Frame Transitions: IGb14 vs IGS20 as the Latest Frame

[Joaquin Zurutuza](#), Aitor Aginaga, Juan Antonio García-Armenteros

ABSTRACT

The role of the GNSS long-term solutions is crucial for several scientific analyses. The impact of the positions and velocities has consequences in many geophysical observations. A clear example is the sea-level analysis. When we measure the sea-level, we only measure a relative variation between the tide gauge and the water level, regardless of any vertical land motion between the two devices, if any. On the other hand, long-term solutions are affected by system and geophysical model improvements that can imply a change in the reference frame computation standards and, therefore, will have an impact on the results. This is the case of the ITRF (International Terrestrial Reference Frame) and IGS (International GNSS Service, a subset of ITRF, based only on GNSS observations), which, from time to time, switch the reference frame to take advantage of the newest available models and equipment. When a new reference frame is published, the IGS publishes a set of positions and coordinates, as well as an antenna definition file (ANTEX) to make the IGS and ITRF solutions compliant, mainly, in scale. The most recent frames are IGS08/IGb08, IGS14/IGb14, and the latest IGS20, introduced in November 27, 2022.

In order to make all the solutions compliant and avoid mixing discontinuities and solutions computed using different standards, the IGS published models to correct the positions of one frame with respect to the other. In the case of IGS20, it was decided to recompute all the available solutions using IGS20-compliant products (repro3), given the importance of the improvements.

In this presentation, we show the results of the latest cumulative solutions computed at ARA, a Dedicated Analysis Center (DAC) for EUREF, within the EUREF Permanent Network Densification (EPND) context. The cumulative solutions, providing positions and velocities, are the key for a correct sea-level trend analysis: these velocities are applied to the tide-gauge observations at APBI and PASA to remove the impact of crustal deformations and obtain absolute sea-level rise.

PALABRAS CLAVE

ITRF, IGS, sea-level, reference frame

Quadtree Mesh Method for Shallow Water Problems on Coastal Environment

Umberto Bosi

ABSTRACT

Coastal regions face increasing threats associated with climate change, including sea-level rise and more frequent extreme weather events. Among these hazards, storms and storm surges represent some of the greatest risks to populated coastal areas, making their prediction and management a major scientific and societal challenge. In this context, understanding and accurately modelling the processes governing wave propagation and coastal flooding has become essential for minimizing risks and protecting vulnerable communities (GIEC 2014).

Ocean wave modelling can be performed using a variety of numerical approaches, each with its own range of applicability, advantages, and limitations. Coastal wave propagation presents significant computational challenges, as it involves large spatial domains extending from offshore regions to the shoreline and inland flooded areas. Moreover, the governing physical processes span multiple spatial scales, requiring different levels of resolution throughout the domain. Capturing all relevant phenomena with a uniformly fine mesh often leads to prohibitive computational costs, while overly simplified models may fail to provide reliable predictions.

To address these limitations, we propose the use of non-uniform quadtree meshes for solving the shallow water equations in coastal environments (Popinet, S. 2011). Quadtree meshes provide an efficient framework for multiscale problems and complex computational domains. Starting from a Cartesian discretization, cells can be recursively refined or coarsened to adapt the local resolution to the expected flow dynamics. In particular, offshore regions, where wave fields vary smoothly over large distances, can be represented using coarse cells, whereas nearshore areas require finer resolution to accurately capture shoaling, swashing on the beach, wave transformations, and coastal interactions.

Compared with traditional nested-grid approaches, which rely on predefined refinement levels, quadtree meshes offer greater flexibility by allowing local resolution adjustments throughout the domain. Furthermore, their structured nature simplifies data management and numerical implementation compared with fully unstructured meshes, while retaining the ability to efficiently represent localized features.

In this work, we present numerical results on benchmark problems, including the BM5 benchmark (Roeber, V., Cheung, K. F. 2012), demonstrating the accuracy and computational efficiency of the proposed approach. The results highlight the potential of quadtree-based discretizations for coastal wave modelling and provide a foundation for future developments, including dynamically adaptive meshes that evolve in time according to the solution.

PALABRAS CLAVE

Boussinesq, quadtree, coastal, multiscale

Impacto de las olas de calor marinas en la temperatura de las aguas superficiales del sureste del golfo de Vizcaya

Nerea Bilbao García¹, Lohitzune Solabarrieta¹, Pedro Liria¹, Ivan Manso-Narvarte¹, Nadine Steiger¹, Anna Rubio¹

¹ AZTI, Herrera Kaia, Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain.

² Universidad de Alicante (UA), Carr. de San Vicente del Raspeig, s/n, 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain.

ABSTRACT

A lo largo de las últimas décadas, el aumento sostenido de la temperatura atmosférica asociado al cambio climático antropogénico se ha trasladado al océano, que absorbe la mayor parte del exceso de calor del sistema terrestre. Este calentamiento no se manifiesta únicamente como una tendencia gradual, sino también a través de las olas de calor marinas (MHW): periodos prolongados de temperatura anómalamente elevada del agua del mar que constituyen eventos discretos y extremos (Hobday et al., 2016; Oliver et al., 2021). A diferencia del calentamiento gradual, estos episodios provocan cambios abruptos en los ecosistemas marinos (Smale et al., 2019), desplazamientos en la distribución de especies, mortalidades masivas de invertebrados bentónicos, blanqueamiento de corales y degradación de praderas marinas con afecciones a pesquerías y acuicultura de notables consecuencias socioeconómicas (Mills et al., 2013). Se prevé que aumenten en frecuencia e intensidad conforme avance el calentamiento global (Frölicher et al., 2018), lo que ha impulsado un creciente interés en su detección y seguimiento.

El presente trabajo se centra en las capas superficiales (10-30 m) del sureste del golfo de Vizcaya, donde el ciclo estacional presenta aguas frescas en invierno, en torno a 11-12 °C, y un calentamiento que alcanza los 22-24 °C en los meses de verano (julio a septiembre), con una termoclina estacional bien desarrollada que confina el calentamiento a la capa de mezcla (Goikoetxea et al., 2009). El objetivo es evaluar la variabilidad de la temperatura del agua registrada desde el año 2009 en esta zona para: (i) caracterizar los eventos de olas de calor marinas y (ii) analizar si se reflejan cambios en su frecuencia, intensidad y duración a lo largo del periodo estudiado, evaluando sus posibles implicaciones para las comunidades marinas y los recursos pesqueros de la zona. Para ello se analizan las series de temperatura registradas por la boya de Donostia y por las estaciones costeras de la red EuskOOS (Sistema de Observación Oceano-Meteorológico del País Vasco), situadas a lo largo de la costa vasca, aplicando la metodología de Hobday et al. (2016), implementada mediante el paquete *heatwaveR* (Schlegel y Smit, 2018). Analizar conjuntamente varios puntos de medida permite determinar si las olas de calor detectadas responden a una señal común a toda la zona de estudio o a condiciones propias de cada emplazamiento. .

PALABRAS CLAVE

Olas de calor marinas, golfo de Vizcaya, temperatura del mar, series temporales in situ, EuskOOS

REFERENCIAS

Frölicher, T. L., Fischer, E. M., & Gruber, N. (2018). Marine heatwaves under global warming. *Nature*, 560(7718), 360–364. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0383-8>

Goikoetxea, N., Borja, Á., Fontán, A., González, M., & Valencia, V. (2009). Trends and anomalies in sea-surface temperature, observed over the last 60 years, within the southeastern Bay of Biscay. *Continental Shelf Research*, 29(8), 1060–1069. [doi:10.1016/j.csr.2008.11.014](https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.11.014)

Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C. J., Benthuyzen, J. A., Burrows, M. T., Donat, M. G., Feng, M., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., & Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*, 141, 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>

Mills, K. E., Pershing, A. J., Brown, C. J., Chen, Y., Chiang, F.-S., Holland, D. S., Lehuta, S., Nye, J. A., Sun, J. C., Thomas, A. C., &

Wahle, R. A. (2013). Fisheries management in a changing climate: Lessons from the 2012 ocean heat wave in the Northwest Atlantic. *Oceanography*, 26(2), 191–195. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2013.27>

Oliver, E. C. J., Benthuisen, J. A., Darmaraki, S., Donat, M. G., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Schlegel, R. W., & Sen Gupta, A. (2021). Marine heatwaves. *Annual Review of Marine Science*, 13, 313–342. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-032720-095144>

Schlegel, R. W., & Smit, A. J. (2018). heatwaveR: A central algorithm for the detection of heatwaves and cold-spells. *Journal of Open Source Software*, 3(27), 821. <https://doi.org/10.21105/joss.00821>

Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C. J., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., Burrows, M. T., Alexander, L. V., Benthuisen, J. A., Donat, M. G., Feng, M., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., Payne, B. L., & Moore, P. J. (2019). Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9(4), 306–312. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>



UHINAK

VII Congreso Internacional
sobre Cambio Climático y Litoral



FICOPA. Avenida de Iparralde 43 - 20302 Irun
T +34 943 66 77 88 / ficoba@ficoba.org / www.ficoba.org