

# Cuadernos de Ordenación del Territorio

## Costas y cambio climático





Asociación Interprofesional de Ordenación del Territorio

CUADERNOS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

FUNDICOT, 2021

Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica  
Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Camino de Vera s/n, 46022,

Valencia. Email: [fundicot.secretaria@gmail.com](mailto:fundicot.secretaria@gmail.com)

Depósito legal M-22.729-1981

Web: [www.fundicot.org](http://www.fundicot.org)

Creative Commons license





Mar Cantábrico. Cabo Ortegal (A Coruña)

*Foto: E. Antequera*

## Cuadernos de Ordenación del Territorio. Sexta época. Nº 3. Noviembre 2021

Dirección de la revista:	Enrique Antequera Terroso
Coordinación del número:	Antonio Serrano Rodríguez
Diseño y maquetación:	Enrique Antequera Terroso
Imágenes portada:	Antonio Serrano Rodríguez y 6º informe IPCC
Diseño portada	Itxaro Latasa Zaballos
Edita	FUNDICOT
Presidente:	Joaquín Farinós Dasí
Vicepresidenta:	Itxaro Latasa Zaballos
Secretario:	Sergio Palencia Jiménez
Tesorero:	Agustín Martín Espinosa
Vocales:	Enrique Antequera Terroso; Teresa Arenillas Parra; Manuel Borobio Sanchíz; Julián Bueno Risco; Ignacio Díez Torrijos; Vicente Dómine Redondo; Pablo Fidalgo García; Purificación Gallego Martín; Eduardo García-Leonardo Tobarra; Peio Lozano Valencia; David Molina Villar; Antonio Montiel Márquez; José Luis Nicolás Rodrigo; Margarita Ortega Delgado; Esther Rando Burgos; Manuel Román Lorente; Antonio Serrano Rodríguez.
Consejo Socios de Honor	Laureano Lázaro Araujo Margarita Ortega Delgado M <sup>a</sup> del Carmen Ruiz Jaramillo Luciano Sánchez Pérez-Moneo Antonio Serrano Rodríguez Pablo Fidalgo García Juan Zumárraga Zunzunegui
Redacción y Administración	ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Universitat Politècnica de València Camino de Vera s/n 46071 Valencia  ISSN 0212-0798  Cuadernos de Ordenación del Territorio se publica en soporte PDF, accesible desde nuestra página web.

## Cuadernos de Ordenación del Territorio. Sexta época. Nº 3. Noviembre 2021

---

▣	Editorial	
	Enrique Antequera	
▣	Presentación. Calentamiento Global, Cambio Climático y Ordenación del Litoral.	1
	Antonio Serrano	
▣	Plan Estratégico Nacional para la Protección de la Costa.....	5
	Hugo Morán	
▣	Situación y riesgos ante el cambio climático para las costas españolas.....	9
	Mario Rodríguez	
▣	El impacto del cambio climático en la costa de Euskadi.....	15
	Ignacio de la Puerta	
▣	El periplo jurídico del litoral andaluz .....	31
	Esther Rando	
▣	Gestión de riesgos costeros: soluciones estructurales y no estructurales en Lanzarote tras el hundimiento de la carretera LZ-703.....	47
	Mathilde Wargnier, Ariadna Torrens et al.	
▣	Costas vs Cambio Climático.....	73
	José C. Serra Peris	
▣	Monitorización de las playas mediante imágenes de satélite: El caso del segmento costero Cullera-Gandia .....	83
	Josep Pardo, Carlos Cabezas y Jesús M. Palomar	
▣	Calentamiento global y política de costas ¿Qué futuro?.....	101
	Antonio Serrano	
▣	Normas de publicación de la revista	

**Cuadernos de Ordenación del Territorio. Sexta época. N° 3. Noviembre 2021**

---



Mar del Norte. Texel (Islas Frisias, Holanda)

*Foto: E. Antequera*

## EDITORIAL

**Enrique Antequera Terroso**  
**Director de COT**

---

Se mantiene en este tercer número de Cuadernos de Ordenación del Territorio (COT) la línea de monográficos iniciada en noviembre del pasado año, coincidiendo con el cambio a la sexta época de la revista.

El número que ahora se presenta, se centra en los efectos que sobre las costas ya está teniendo el proceso de calentamiento global/cambio climático, poniendo de relieve la magnitud del problema, su afectación sobre la costa española y la necesidad urgente de incrementar la capacidad de resistencia frente a los riesgos presentes y futuros sobre estas zonas.

Calentamiento global/cambio climático que además de su carácter global, presenta otra característica muy significativa como es el ritmo acelerado con el que se está produciendo. El cambio climático es el primer fenómeno a esta escala global en que los habitantes del planeta, además de poder aventurar su incidencia futura sobre el conjunto del planeta, podemos, debido a la rapidez con que se está desarrollando, ser testigos y apreciar las transformaciones que estos procesos están induciendo sobre las personas, sus actividades y el medio en el que estamos inmersos.

Centrándonos sobre las áreas costeras, los efectos del cambio climático son especialmente relevantes, no sólo por lo que res-

pecta a su incidencia sobre el medio natural, sino también por la población que se está viendo afectada por él. Un porcentaje muy significativo de la población mundial y, por tanto, de sus recursos económicos, está localizada en estas zonas. Tal como indican de Andrés y Barragán<sup>1</sup>, recogiendo datos de diferentes autores, el 40 % de la población del mundo vive en zonas costeras, ocupando sólo una superficie de según autores, oscila entre el 4 y el 15 % de la superficie del planeta. La oficina de Naciones Unidas en México<sup>2</sup>, concreta estas cifras y establece que unos 2400 millones de personas viven en la franja de 100 Km de la costa. Por lo que respecta a España, la asociación Greenpeace<sup>3</sup> estima que en el litoral español, que representa el 8'8 % de la superficie del país, vivimos prácticamente la mitad de la población.

Los escenarios que se abren a corto y medio plazo no son excesivamente esperanzadores y los informes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) van confirmando informe tras informe las previsiones más pesimistas, cuyas consecuencias más llamativas, pero no únicas, serían el incremento de la periodicidad de fenómenos naturales catastróficos como olas de calor/frío, sequías o inundaciones por precipitaciones y/o por subida del nivel del mar. La imagen que acompaña a este editorial pueden servir de ejemplo.

Incrementa aún más este pesimismo el sistemático incumplimiento o, en el mejor de los casos, aplazamiento, por parte de la gran mayoría de las administraciones, de

---

1. de Andrés M. y Barragán J.M.(2016). Desarrollo urbano en el Litoral a Escala Mundial. Método de Estudio para su Cuantificación. *Revista de estudios Andaluces*, vol. 33 núm. 1. pp 64-83

2. <https://www.onu.org.mx/las-personas-y-los-oceanos/>

3. <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/07/LA-COSTA-EN-CIFRAS.pdf> y así lo recoge también Mario Rodríguez en su artículo de este número de la revista.

los acuerdos por ellas firmados de lucha contra el cambio climático. Además, el uso mal intencionado (y en muchas ocasiones exitoso) de la vieja dicotomía empleo/crecimiento económico frente a medio ambiente, supone de facto, que la mayor parte de las administraciones y organismos orienten sus actuaciones más bien hacia políticas de resistencia pasiva al cambio climático, frente a una política proactiva. En este punto, aunque no exenta de contradicciones patentes, se puede afirmar sin jactancia alguna, que la Unión Europea lidera las políticas más firmes de resistencia frente al cambio.

Para finalizar este editorial, resulta obligado reconocer muy sinceramente a los 19

autores que en 8 artículos con diferentes enfoques, han aportado sus conocimientos y esfuerzos en dar a conocer la magnitud de un problema de muy difícil solución pero del que las administraciones y la sociedad deben ser consciente y deben enfrentarse con urgencia. Igualmente, agradecer al coordinador del número, Antonio Serrano, el esfuerzo realizado tanto por su aportación como por la selección de los autores.

Como siempre, invitar a los socios de FUNDICOT y lectores de la revista a que colaboren aportando ideas y trabajos que encajen en la línea y temática de COT. El correo electrónico al que pueden dirigirse es [fundicot.revista@gmail.com](mailto:fundicot.revista@gmail.com)



Destrozos causados por el temporal Gloria en el frente de dunas de la playa de El Saler (Valencia). Enero de 2020. Foto: E. Antequera



## CALENTAMIENTO GLOBAL, CAMBIO CLIMÁTICO Y ORDENACIÓN DEL LITORAL

**Antonio Serrano Rodríguez**

Vocal de FUNDICOT

El presente Monográfico pretende considerar las previsiones más actuales sobre los procesos de Calentamiento Global/Cambio Climático asociado y sus efectos previsibles sobre el litoral, profundizando en algunas de las problemáticas y políticas públicas previstas y necesarias para incrementar la seguridad de las personas y de sus bienes, así como la resiliencia socioeconómica sobre los riesgos previsibles.

Resiliencia entendida como capacidad de adaptación de la sociedad, o de los ecosistemas, a los riesgos, catástrofes y situaciones desfavorables que soportan o pueden soportar<sup>1</sup>, cuya frecuencia e intensidad, por mor del calentamiento global y cambio climático asociado, cada vez son más graves. Porque queda claro, a la vista de los distintos Informes científicos que se citan en los artículos, que a la constatada elevación creciente del nivel del mar, se suma la frecuencia incrementada de episodios de oleajes extremos; y que la combinación de ambos resulta en un incremento, generalizado a todas las zonas litorales del planeta, de los riesgos costeros, materializados en inundaciones y en una aceleración de la erosión costera. Mientras, la exposición y la vulnerabilidad de la sociedad y de los hábitats naturales ante estos riesgos se ven agravados por la creciente concentración de la población, de las actividades socioeconómicas, de las redes de servicios, y de las construcciones e infraestructuras asociadas en las zonas litorales.

1. Concepción no muy diferente de la primera acepción de la Real Academia Española de la Lengua que la define como “Capacidad de adaptación de un ser

En este marco, el primer artículo, del Secretario de Estado de Medio Ambiente, Hugo Morán, plantea las bases y justifica la necesidad de realización de un Plan Estratégico Nacional para la Protección de la Costa, así como el estado de realización del mismo, que espera se culmine con su aprobación en el tercer trimestre de 2022. Bajo el paraguas de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático, se busca entender y caracterizar los problemas actuales de gestión de la protección costera española, atendiendo a los principios de Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC) de la UE, asegurar el compromiso, el apoyo, la implicación y la comprensión de las principales partes interesadas; aprender de las experiencias, estudios y buenas prácticas existentes en materia de protección costera; diseñar un instrumento de política pública para la gestión de la protección costera; y proporcionar un instrumento técnico que incluya las alternativas y metodologías viables para su futura aplicación.

El segundo artículo, de Mario Rodríguez, ex-director de Greenpeace España y responsable de los análisis anuales que ésta organización ha venido realizando de las costas españolas, destaca cómo la evolución del ascenso del nivel del mar, los eventos meteorológicos extremos, las mareas meteorológicas, los cambios en el oleaje y los cambios en la temperatura del agua, pero también diversos factores antropogénicos, como la ocupación de la costa,

vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos”

que aumentan la exposición ante los riesgos climáticos, están agravando los riesgos actuales, y seguirán haciéndolo en el futuro. Como consecuencia de ello, y en ausencia de políticas de adaptación, se espera que aumenten las inundaciones costeras y la erosión y se reduzca drásticamente la disponibilidad de agua dulce. Efectos que impactarán tanto sobre los sistemas naturales como sobre la actividad humana, considerando imperativo agilizar la identificación de zonas inundables y expuestas a períodos de sequía severas, y que los Planes de Ordenación Territorial y los Planes Generales de Urbanismo que afecten al litoral, incorporen los efectos del cambio climático a la hora de planificar las actividades humanas presentes y futuras en la costa.

El tercer artículo, del arquitecto, Director de Planificación Territorial y Agenda Urbana del Gobierno Vasco, Ignacio de la Puerta, señala cómo, tras la aprobación de la revisión de las Directrices de Ordenación del Territorio (DOT), se ha iniciado la revisión del Plan Territorial Sectorial (PTS) de Protección del Litoral, aprobado en 2007, contando ya con un Diagnóstico que señala que los principales impactos que se producen en la costa vasca son la inundación y la erosión. Impactos que dependen del oleaje, de la marea y del aumento del nivel medio del mar, que, unidos a lluvias extremas, pueden llegar a afectar a más del 55% de la población de Euskadi. Y ello, además de la incidencia que el incremento de la temperatura del aire tiene sobre el medio biofísico provocando impactos sobre la flora y fauna. En su artículo avanza algunas de las principales conclusiones obtenidas, tanto en lo que se refiere a las medidas de adaptación a adoptar, como en el necesario fomento de infraestructuras verdes y azules y las actuaciones basadas en la naturaleza.

El cuarto artículo, de la doctora en derecho y profesora de derecho administrativo, Esther Rando, se centra en analizar, en el marco de la legislación estatal de costas y de la legisla-

ción sectorial, el largo y fallido recorrido que, durante décadas, ha tenido Andalucía en sus diferentes intentos por dotar a su espacio litoral de un instrumento capaz de preservarlo y protegerlo de manera acorde con los preciados valores presentes en el mismo. Considera, así, las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía, aprobadas en 1990, pero ineficaces, entre otros aspectos, por su no publicación en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, y el Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía que, pese a ser aprobado en 2015, no incluía referencias a las consecuencias del calentamiento global y cambio climático asociado. Además, dos años después de su aprobación sería declarado nulo de pleno derecho por cuestiones formales. En este marco, la última parte de su artículo se centra en analizar y valorar lo que a todas luces se presenta como el inminente futuro del litoral andaluz, con una creciente "flexibilidad" de su protección, a la luz de las revisiones normativas en que en este momento se vienen tramitando; y, en particular, a la vista del contenido del proyecto de Ley de Impulso para la Sostenibilidad del Territorio de Andalucía y de las previstas Directrices para la Protección del Litoral, en las que las referencias a los efectos del calentamiento global quedarían subsumidas en el tratamiento de "zonas de riesgo".

El quinto artículo, de un colectivo con autoría principal de Mathilde Wargnier y Ariadna Torrens, se centra en un detallado análisis de las posibles soluciones, estructurales o no estructurales, ante procesos de regresión costera, aplicando, finalmente, su estudio a una situación concreta de la costa de Lanzarote, situada en el ámbito de un espacio protegido. Muestran la mejora producida en los análisis e instrumentos para mejorar la capacidad de adaptación ante un cambio climático que nos revela la fragilidad de nuestras infraestructuras costeras, considerando imprescindible integrar medidas no estructurales en la gestión de riesgos, como complemento fundamental e im-

prescindible a las medidas estructurales, duras y mecanicistas. Y señalan lo necesario y urgente que es mejorar el diálogo con el conjunto de la sociedad en la gestión de riesgos costeros. En particular, muestran los primeros resultados de la integración de dos campos metodológicos implicados en la gestión de riesgos costeros en Lanzarote: cuantitativos y cualitativos. Estos últimos basados en cerca de ocho horas de entrevistas a diez agentes relevantes en el tema, cuyos contenidos les permiten definir las prioridades comunes a ambos métodos. Como una de sus conclusiones se señala que, a las medidas de gestión y de gobernanza de los riesgos costeros, es fundamental, para garantizar su eficacia, que se integren las dimensiones psicológicas, sociales, culturales y políticas de la sociedad y de los individuos que la componen, así como su relación con los riesgos (proximidad, experiencia) y con su espacio de vida (apego), pues todos estos aspectos influyen en su percepción y representación de los riesgos, y en su actitud ante los mismos y ante su prevención y/o adaptación. Por último proponen una solución específica para el caso analizado de Lanzarote.

Los dos artículos siguientes, sexto y séptimo, tratan de la monitorización de la dinámica litoral. El primero, elaborado por José Peris, catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia y miembro del Instituto de Transportes y Territorio de la misma, se inicia con la consideración del riesgo de que la barra de protección de L'Albufera haya sido barrida antes de 2050. Plantea que, conocer la pendiente de la playa seca, su anchura y la cota superior en tiempo real, es la mejor forma de adelantarse a los impactos del efecto del cambio climático y la elevación del nivel del mar, para lo que la mejor actuación pública sería la adopción de un plan de monitorización de la costa. Analiza y muestra la variación superficial de la playa, por frentes, entre 2011 y 2015, para L'Abre del Gos, El Saler, La Garrofera y Devesa. Destaca la falta de datos que definen las oscilaciones naturales

de las playas, y el error de pretender establecerlas con datos obtenidos de fuentes poco fiables, siendo la puesta en marcha del citado plan de seguimiento, o monitorización de la playa correcto, el que resolvería la actual falta de información fiable, y nos permitiría definir de forma más exacta los procesos naturales del litoral. En el artículo expone un sistema de monitorización sencillo, económico y preciso para definir los parámetros de oscilación y variaciones naturales de la playa, como, también, para poder conocer mejor la tendencia evolutiva de la misma a corto plazo.

El segundo artículo sobre monitorización del litoral –séptimo de la Revista- está elaborado por los doctores Josep E. Pardo-Pascual, catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia y miembro del Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección, al igual que los dos doctores firmantes restantes, Carlos Cabezas-Rabadán y Jesús M. Palomar-Vázquez, profesores especialistas de la Universidad Politécnica de Valencia. El artículo recoge la capacidad de la teledetección y de las imágenes satélite (específicamente Landsat 8 y Sentinel 2) para la monitorización periódica costera (cada 2 a 5 días), aplicando particularmente el análisis al tramo de costa Cullera–Gandia, con la determinación del estado actual del mismo, la tendencia seguida por las playas y su relación con las condiciones de oleaje, incluyendo la evaluación del impacto de actuaciones de realimentación en las mismas. Sus resultados muestran la importancia de la caracterización y monitorización del conjunto de las playas para comprender su funcionamiento, identificar las causas de su erosión, y proponer medidas orientadas hacia el mantenimiento físico de las playas o, en su defecto, para conseguir la menor afección posible a las mismas. En el caso analizado (Cullera-Gandia) se muestran los efectos disruptores generados por actuaciones antrópicas, como el puerto de Gandía o el establecimiento de diques a mediados del siglo XX, en los históricos procesos acumulativos de are-

na. Y señalan una clara tendencia erosiva generalizada actual, probablemente asociada a la falta de sedimento en el sistema, con la mayoría de tramos incapaces de recuperarse de los retrocesos causados por los temporales. Asimismo, evidencian la ineficacia de las acciones de vertido de arenas (más de 813.000 m<sup>3</sup> entre 1988 y 2020), al menos en la forma en que se han llevado a término; y la necesidad acuciante de una estrategia para hacer frente al problema erosivo. Proponen un discutible sustancial incremento de aportaciones de arena a las playas, cuya sostenibilidad, eficiencia y eficacia en términos coste-beneficio, frente a soluciones alternativas no cabe duda que debería ser sometido a consideración.

Por último, el octavo y último artículo, de mi autoría personal, parte de la evolución seguida por el calentamiento global a lo largo de los últimos años, las previsiones de emisiones y la incidencia esperable de las Contribuciones Nacionales Definidas de los 191 países que las han presentado para la próxima COP26, a celebrar en Glasgow en noviembre de 2021, concluyendo que los niveles previsibles de calentamiento global para 2030 implican riesgos climáticos muy elevados para asegurar unas condiciones seguras para las costas españolas, ya que si el calentamiento se incrementa,

también lo hacen de manera exponencial los riesgos asociados. La segunda parte del artículo se centra en un breve análisis sintético de la negativa evolución seguida en España en el uso y dinámica de sus costas, pese a la aprobación, en 2007, de una Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, que, 14 años después, y tras su no aplicación, vuelve a ser objeto de reelaboración. La última parte - ¿qué futuro? - plantea un escenario de graves riesgos para las costas españolas, sobre las "el qué hacer" se sabe desde hace mucho tiempo, contaban con una Ley de costas de 1988 potencialmente muy útil para una gestión adecuada de las mismas, pero sobre las que la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y su Reglamento (que siguen en vigor) supusieron un grave paso atrás en su protección, y sobre las que las medidas en marcha en la actualidad por el Gobierno, incluida la futura aprobación de una nueva Estrategia de Sostenibilidad para la Costa, que se recoge en esta Revista, o las medidas positivas de algunas comunidades autónomas litorales (que no todas) van a llegar tarde, ante un proceso de regulación que termina en acciones e intervenciones concretas de protección y prevención que se materializan muchos años después de lo necesario.

## PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA COSTA

**Hugo Morán**

Secretario de Estado de Medio Ambiente.

Ministerio de Transición Ecológica, Energía y Reto Demográfico

---

Nuestros más de 10.000 km de costa albergan una amplia variedad de ecosistemas y paisajes, fruto de la interacción tierra-mar, que constituyen en su conjunto un entorno dinámico y variable, sujeto a procesos naturales razonablemente interpretables y predecibles.

Sin embargo, sobre él convergen intervenciones ajenas a la dinámica natural, como la urbanización desmesurada -con usos e infraestructuras que invaden la zona marítimo terrestre y otras colindantes con esta-, la actividad industrial, los vertidos contaminantes procedentes de tierra, o la interrupción del caudal sólido de los ríos -con la consiguiente erosión en las desembocaduras, entre otras.

Siendo así que el factor humano no sólo ha quebrado el equilibrio ecológico de buena parte del frente litoral y modificado la línea de costa, rigidizándola y artificializándola, destruyendo dunas y cordones litorales, o desecando marismas y lagunas, comprometiendo su calidad ambiental; sino que, a la par, nos ha privado de una robusta línea de defensa frente a fenómenos extremos.

Una parte importante de la actividad económica de nuestro país depende de la costa y del mar, donde tienen lugar numerosas actividades como las portuarias, pesqueras, marisqueiras, acuícolas, o las ligadas al turismo de sol y playa, cuya viabilidad depende del buen estado del sustrato físico que las soportan. Pero el modelo de crecimiento económico de las últimas décadas, asociado a la explotación intensiva de los recursos costeros y marinos, conlleva

amenazas para el litoral que no solo se han traducido en privatizaciones de un bien público y situaciones de degradación física y ambiental, sino que también ha incrementado su exposición y vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático.

Y el impacto del cambio climático sobre nuestro territorio, directamente asociado a la elevación del nivel del mar y a otros factores como el aumento de la temperatura, la acidificación y cambios en los oleajes y mareas meteorológicas, está inevitablemente conectado con el estado del litoral y su capacidad para minorar sus efectos. De ahí la necesidad de abordar sin dilación medidas de mitigación y adaptación. La Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, ya en 2013 se refirió a las zonas costeras como uno de los ámbitos físicos con más riesgo de sufrir los impactos del cambio climático. Precisamente, por eso, considero necesaria su adaptación coherentemente con otras políticas europeas como las derivadas de las directivas marco del agua, marco sobre la estrategia marina, de inundaciones y de ordenación del espacio marítimo.

En España, hace más de cuarenta años, cuando nadie manejaba conceptos como vulnerabilidad o exposición de los ciudadanos a los efectos del cambio climático, nuestra Carta Magna encomendó al legislador que regulase y categorizase los bienes de dominio público estatal. Sin embargo, hubo ciertos espacios cuya calificación como bienes públicos no confió al legislador ordinario: la zona marítimo-terrestre, las playas, el mar territorial y los recursos

naturales de la zona económica y la plataforma continental, fueron declarados de dominio público estatal por la propia Constitución.

La vigente legislación en materia de costas parte de una sencilla premisa: la preservación de la orla litoral de 10.200 km de longitud y anchura variable en función de su tipología, mediante la garantía de que esta estrecha y frágil franja de espacios generados por la interacción tierra-mar no pueda ser de propiedad privada, y que no soporte más usos que aquellos cuya naturaleza así lo exija y sólo por tiempo limitado, previo otorgamiento, por parte de la Administración, de los permisos necesarios.

Esa legislación precisa también del proceso de adaptación que la crisis climática impone; una revisión en profundidad que ha de empezar por la urgente modificación del Reglamento General de Costas, que abordaremos de inmediato. Ello es imprescindible para superar las disfuncionalidades e incoherencias que se derivan de su aplicación tras las sentencias del Tribunal Constitucional que, posteriores a la aprobación de aquel, afectaron a la reforma de la legislación de costas del año 2013, y para alinearlo con la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética.

Sin perjuicio de que el examen de cada caso concreto presente características que no puedan despreciarse, el hecho de que para cualquier observador sea evidente la presión desmesurada a que está sometido el litoral de nuestro país, exige decisiones ambiciosas y concertadas. Máxime si nuestra maltratada y sobreexplotada franja litoral es nuestra mejor defensa frente a la amenaza de los efectos del cambio climático, significativamente severos en la región mediterránea.

Desde la perspectiva de la gestión de la franja litoral, es preciso considerar no sólo la de los espacios que conforman el dominio público marítimo terrestre, de acuerdo con las previsiones

constitucionales desarrolladas por la vigente legislación en materia de costas, sino también de la orla situada tierra adentro, sobre la que se proyectan las servidumbres demaniales y otras limitaciones del derecho de propiedad.

El correcto ejercicio de las funciones estatales de cara a la preservación y correcta gestión de los recursos litorales y marinos pasa por que toda actuación (ya sea la regeneración de una playa, el otorgamiento de una concesión, el trazado de un deslinde, la imposición de una sanción en tierra o mar, la redacción del borrador de un Real Decreto de aprobación de una estrategia marina o de declaración de un área marina protegida, el informe estatal a un plan urbanístico municipal o la aprobación de un plan de ordenación de un espacio marino) se inscriba en una estrategia integrada que aborde su protección y gestión a partir de una idea básica: constituyen un todo indisoluble.

En efecto la costa existe, y es como es, debido a la interacción tierra-mar, y una gestión costera correcta es requisito necesario para un mar saludable. Y todo lo anterior sin perder de vista su vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático, que está obligando a reconsiderar muchas de las "verdades" hasta hace poco aceptadas, en lo que se refiere a su protección y gestión.

No podemos olvidar que la costa y el mar son, además, espacios sobre los que distintos órganos de la Administración General del Estado actúan para alcanzar los fines que les competen (puertos, pesca, defensa, salvamento, investigación, energía,...), así como sobre los que otras Administraciones Públicas, Comunidades Autónomas y Entidades Locales, ejercen competencias propias en relación con las materias que les están atribuidas (conservación de la naturaleza, protección del medio ambiente, vertidos tierra-mar, puertos deportivos, ordenación del territorio y urbanismo, limpieza, seguridad...).

Y también son espacios anhelados por múltiples y diversos operadores privados que encuentran en la costa y el mar el sustrato adecuado para desarrollar sus actividades y negocios (acuicultura, turismo, hostelería, restauración, ocio, deportes, ...)

En este contexto, partiendo de que el dominio público marítimo terrestre, tal y como lo consagra la Constitución, es de titularidad pública estatal y al Estado corresponde velar por su integridad física y por la garantía de su uso público, es imprescindible contar para ello con una estrategia integrada de planificación y gestión de la costa y el mar.

En ese contexto se inscribe la trasposición al derecho español de la Directiva de ordenación del espacio marítimo, del año 2014. En su artículo 4.2, el Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se fija un marco para la ordenación del espacio marítimo, que traspone la citada Directiva, establece: En la elaboración de los planes de ordenación del espacio marítimo se tendrán en cuenta las interacciones entre tierra y mar. A fin de tener en cuenta las interacciones entre tierra y mar, se podrá recurrir a otros instrumentos para definir esa interacción. El resultado quedará plasmado en los planes de ordenación del espacio marítimo.

A partir de este mandato, puesto que los planes de ordenación del espacio marítimo para abordar una estrategia integrada para la costa y el mar se deben elaborar para cada una de las cinco demarcaciones marinas, quedará establecida una estrategia común que aborde las interacciones tierra-mar y la gestión coherente e integrada del litoral y el mar, partes indivisibles del dominio público marítimo terrestre de titularidad estatal, de acuerdo con el artículo 132 de la Constitución.

La aplicación del Real Decreto de ordenación del espacio marítimo se está haciendo efectiva a través de un grupo de trabajo de la Comisión

Interministerial de Estrategias Marinas, donde están representados todos los departamentos ministeriales con competencias marítimas. Tras la identificación de objetivos comunes para la ordenación del espacio marítimo, obligación derivada del artículo 5 del Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, en los próximos meses los planes de ordenación del espacio marítimo serán objeto de aprobación por real decreto.

Además, a partir de la "Estrategia de adaptación de la costa a los efectos del cambio climático", aprobada en julio de 2017, se abordó, a través del Programa de Apoyo a las Reformas Estructurales de la Unión Europea (UE), la redacción del Plan Estratégico Nacional de protección costera considerando los efectos del cambio climático. Se ha evidenciado la existencia de una brecha que requería ser resuelta de manera urgente, ya que hasta la fecha no existía un plan estratégico que reflejara un enfoque integrado de la política de protección costera a nivel nacional (erosión, inundaciones, cambio climático, ocupaciones, pérdida de las condiciones naturales, cumplimiento y coordinación de la legislación, etc.).

El Plan Estratégico tiene como objetivo proporcionar un enfoque coherente en el ámbito nacional, que garantice la armonización regional y la aplicación de las medidas de protección costera más adecuadas para todo el litoral español. Este plan estratégico se diseña para sentar las bases de los procesos de planificación de futuras estrategias regionales y revisión de las anteriores, bajo el paraguas de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático.

Concretamente, el proyecto busca entender y caracterizar los problemas actuales de gestión de la protección costera de la costa española atendiendo a los principios de gestión costera integrada de la UE, asegurar el compromiso, el apoyo, la implicación y la comprensión de las principales partes interesadas, aprender de las experiencias, estudios y buenas prácticas exis-

tentes en materia de protección costera, diseñar un instrumento de política pública (el Plan Estratégico) para la gestión de la protección costera, y proporcionar un instrumento técnico que incluya las alternativas y metodologías viables para su futura aplicación.

El proyecto está siendo elaborado por un consorcio europeo liderado por la Coastal & Marine Union (EUCC), que incluye al Instituto de Hidráulica Ambiental (IH Cantabria) de la Universidad de Cantabria, y el Instituto Universitario de Investigación en Acuicultura Sostenible y Ecosistemas Marinos (IU-ECOQUA) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULP-GC), con la colaboración de la Universidad Carlos III y un panel de expertos internacionales.

El equipo, en estrecha colaboración con el Ministerio, está llevando a cabo el análisis de la gestión y la gobernanza del litoral, un diagnóstico integrado para una mejor comprensión de los problemas costeros, y se nutrirá de las experiencias existentes en otros países de la UE.

El diseño del Plan Estratégico Nacional para la Protección de la Costa se desarrollará teniendo en cuenta a los principales actores relevantes de las regiones costeras españolas.

Al mismo tiempo que se llevan a cabo las acciones mencionadas, esta iniciativa tendrá en cuenta los escenarios de cambio climático en las costas españolas, proponiendo medidas a medio y largo plazo para la reducción de las presiones sobre las mismas, la protección y preservación de la línea litoral, la gestión integrada de los recursos costeros, la contribución de los sedimentos de los ríos, y otras interacciones tierra-mar y actividades económicas concurrentes, para procurar su uso sostenible.

Tras el proceso previo de recopilación de datos y consultas a los principales actores nacionales y regionales, se encuentra en fase de redacción el diagnóstico integrado de la situación del litoral, previéndose completar el Plan Estratégico en el último trimestre de 2022.



## SITUACIÓN Y RIESGOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LAS COSTAS ESPAÑOLAS

**Mario Rodríguez Vargas**

Exdirector de Greenpeace España

Director Asociado de Transición Justa y Alianzas Globales

Fundación Ecología y Desarrollo

mario.rodriguez@ecodes.org

### Resumen

Los cerca de 8.000 km de costa albergan ecosistemas de alto valor ecológico, muy sensibles a los efectos del cambio climático. Se trata de un espacio largamente codiciado y degradado durante décadas de desarrollismo, especulación urbanística, implantación de un modelo agrícola industrial fuertemente demandante de agua y expansión de infraestructuras que han rigidizado el litoral, haciéndolo más vulnerable y con serios problemas de adaptación y resiliencia en un contexto de emergencia climática como el que vivimos.

Sin duda, el cambio climático representa una amenaza importante para el litoral español. Por ello, habrá que estar muy atentos a la evolución del ascenso del nivel del mar, eventos meteorológicos extremos, mareas meteorológicas, cambios en el oleaje, cambios en la temperatura del agua, pero también diversos factores antropogénicos, como la ocupación de la costa, que aumentan la exposición ante los riesgos climáticos.

El cambio climático está agravando ya muchos de estos procesos y seguirá haciéndolo en el futuro. Como consecuencia de ello, y en ausencia de políticas de adaptación, se espera que aumenten las inundaciones costeras y la erosión y se reduzca drásticamente la disponibilidad de agua dulce. Efectos que impactarán tanto a los sistemas naturales como la actividad humana.

Ante esta situación es imperativo agilizar la identificación de zonas inundables y expuestas a períodos de sequía severas. Además, los Planes de Ordenación Territorial que afectan al litoral y los Planes Generales de Urbanismo habrán de incorporar el cambio climático a la hora de planificar las actividades humanas presentes y futuras en la costa.

**Palabras clave:** Costa, cambio climático, vulnerabilidad, adaptación, protección, resiliencia.

Casi la mitad de la población española vive en la costa, aunque sólo supone el 8,8% de la superficie total del país. Y una buena parte de la población restante pasa sus vacaciones en ella. Un espacio que se extiende a lo largo de 7.900 km por 10 comunidades autónomas, 2 ciudades autónomas, 25 provincias y 428 municipios.

La costa alberga ecosistemas de gran valor y una gran biodiversidad, muy sensibles a los efectos del cambio climático y también es una

zona estratégica desde la perspectiva económica, especialmente codiciada que ha sido objeto de múltiples agresiones por la actividad humana. Tras décadas de desarrollismo urbanístico sin freno y altamente especulativo en el litoral, la ocupación de la primera línea de costa ha sido masiva.

Sin duda, en este contexto, el cambio climático representa una amenaza importante. Ascenso del nivel del mar, eventos meteorológicos ex-

tremos, mareas meteorológicas, cambios en el oleaje y en la temperatura del agua. Y los efectos sinérgicos que se puedan producir con diversos factores antropogénicos, como la ocupación de la costa, que aumentan la exposición ante los riesgos climáticos. Como consecuencia de estos, y en ausencia de políticas de adaptación, se espera que aumenten las inundaciones costeras y la erosión, que afectarán tanto a los sistemas naturales como humanos, así como los daños materiales, ecológicos y económicos asociados<sup>1</sup>.

A principios de este mes de agosto se hizo público el Informe del IPCC sobre la base de las ciencias físicas (AR6 WG1)<sup>2</sup>. En él se apreciaba que, desde el informe anterior (AR5 WG1) publicado en 2013, la temperatura de la superficie global ha aumentado significativamente. De hecho, los últimos cinco años (2016-2020) fueron los más calurosos en el registro desde al menos 1850.

Según Greenpeace, las conclusiones de este Informe indicaban que las tasas de aumento del nivel del mar y pérdida de hielo se han acelerado. De hecho, la tasa de aumento del nivel del mar casi se ha triplicado en comparación con la de 1901-1971, mientras que la tasa promedio de pérdida de masa de la capa de hielo de Groenlandia fue aproximadamente seis veces más rápida durante el período 2010-2019 en comparación con el período 1992-1999. Por otro lado, señalaban que la capa de hielo de la Antártida estaba perdiendo masa en promedio tres veces más rápido en 2010-2019 en comparación con 1992-1999. También indicaban que estamos siendo testigos de condiciones

meteorológicas extremas. En particular para las precipitaciones extremas, sequías, ciclones tropicales y eventos compuestos (incluido el clima de incendios). Además, alertaban de que un mayor calentamiento traerá fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes e intensos, como olas de calor, sequías, lluvias intensas, inundaciones y el aumento del nivel del mar, el cambio de la circulación oceánica y la acidificación, el calentamiento y la desoxigenación de los océanos<sup>3</sup>.

El ascenso del nivel del mar en el sur de Europa en general y en España en particular originará una migración de las playas hacia el interior, con una reducción de hasta un 20% de los humedales costeros. La pérdida principal de humedales se presentará en aquellos situados en los alrededores de ciudades o asentamientos urbanos o industriales por tratarse de espacios rígidos poco resilientes, lo que impide su adaptación a los efectos del cambio climático. Es el caso por ejemplo de la desembocadura del Nervión en Bilbao, la ría de Avilés o la ría de Ferrol.

Hay suficiente evidencia científica sobre la sensibilidad de los sistemas costeros relativa a la subida del nivel del mar, el aumento de la temperatura superficial del agua, la acidificación, los cambios en las tormentas o los cambios en el oleaje. Una de las consecuencias más relevantes del cambio climático sobre los sistemas costeros naturales es la pérdida de praderas de Posidonia oceánica. Si el Mediterráneo occidental sufriera un aumento medio de 3°C a finales de siglo la densidad de las praderas de Posidonia disminuiría hasta alcanzar el 10% de

1. Sanz M.J, Galán E. Impactos y riesgos del cambio climático en España. Octubre 2020. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://so3.s3c.es/imag/doc/2021-02-03/Miteco-Impacto-cambio-climatico-espana.pdf>

2. 86 autores de 39 países elegidos por el IPCC. Informe del IPCC sobre la base de las ciencias físicas

(AR6 WG1). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Agosto 2020. <https://www.ipcc.ch/sr15/>

3. Manos a la obra, ¡AHORA!. Conclusiones clave del informe del IPCC sobre la base de las ciencias físicas (AR6 WG1). Greenpeace Internacional. Agosto 2021. <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2021/08/IPCC-briefing-ES.pdf>

la densidad actual a mediados de este siglo. Además, el desarrollo socioeconómico, junto con otros factores de origen no climático como la hipoxia, variación de caudales fluviales, retención de sedimentos o pérdida de hábitat, potencian los impactos del cambio climático en la costa<sup>4</sup>.

En los últimos años se han producido notables cambios en los usos del suelo, debido al crecimiento urbanístico en la costa y a la expansión de sistemas agrarios intensivos y fuertemente demandantes de agua y agroquímicos, que ha dado lugar a la rigidización de gran parte del litoral. Estos procesos han producido un aumento de la vulnerabilidad de la costa con un consiguiente aumento del riesgo. Las playas, dunas y acantilados, actualmente en erosión, continuarán erosionándose debido al ascenso del nivel del mar y, en menor medida, por aumento en la intensidad del oleaje o cambios de dirección del mismo.

Por ejemplo, en la costa cantábrica, la subida del nivel del mar podría suponer la inundación de parte de las zonas bajas estimada en 23,5 km<sup>2</sup>, mientras que la energía del oleaje aumentará (más en la costa occidental). En la costa mediterránea, la subida del nivel del mar afectaría de forma más acentuada a: los deltas del Ebro y Llobregat; la Manga del Mar Menor, las lagunas de Cabo de Gata y en la Costa Brava el oleaje perderá intensidad, pero girará haciéndose más oriental. Y en Golfo de Cádiz, la subida del nivel del mar amenazaría alrededor de 10 km de la costa de Doñana y unos 100 km<sup>2</sup> de marismas. La energía del oleaje descenderá, provocando un clima marítimo más suave<sup>5</sup>.

4. Losada Rodríguez I., Izaguirre Lasa C., Díaz Simal P., Cambio climático en la costa española. 2014. IH Cantabria. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014%20INFORME%20C3E%20final\\_tcm30-178459.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014%20INFORME%20C3E%20final_tcm30-178459.pdf)

5. Ecologistas en Acción. El Cambio Climático en el Litoral. 2018. <https://www.ecologistasenaccion.org/>

Tras décadas de desarrollo inmobiliario y de infraestructuras en el litoral intensivo y fuertemente especulativo, la ocupación de la primera línea de costa ha sido masiva. Greenpeace denunció con antelación al pinchazo de la burbuja inmobiliaria en 2008 que entre 1987 y 2005, cuando esta estaba en su apogeo, se destruyeron dos hectáreas al día sólo en los primeros 500 metros de costa (aproximadamente dos campos de fútbol al día). Esto nos ha dejado como legado una costa saturada e incapaz de afrontar el impacto del cambio climático y de generar los bienes y servicios necesarios para un desarrollo sostenible futuro. La huella de este periodo es de tal magnitud que municipios como Marbella (Málaga) tienen el 90% de su costa urbanizada en los primeros 500 metros o Finestrat en Alicante con el 100%. De hecho, de las diez mayores ciudades españolas sólo Madrid y Zaragoza están fuera de la franja litoral. A esto se le añade los millones de turistas que llegan en determinadas épocas del año<sup>6</sup>.

Además, muchas de las zonas agrícolas de mayor productividad también se sitúan o impactan en la costa, donde compiten por el uso del suelo especialmente con la actividad inmobiliaria. Es el caso del Mar Menor en Murcia.

El resultado es que el litoral español sufre una presión humana muy fuerte, que impacta intensamente sobre los espacios naturales de mayor valor, haciéndolas además muy vulnerables y poco resilientes ante el cambio climático.

En 2019 el Observatorio de Sostenibilidad en colaboración con el Consejo General de Colegios de Mediadores de Seguros presentó el informe

[org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/Exposicion\\_cambio\\_climatico\\_litoral.pdf](https://www.fundicat.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/Exposicion_cambio_climatico_litoral.pdf)

6. Greenpeace España en colaboración con el Observatorio de la Sostenibilidad. A toda Costa 2019. <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2019/06/Costas-2019-LR.pdf>

Población en riesgo de Inundación en España en la franja de los primeros 10 kilómetros de costa. En él se indicaba que al aumentar la población en la costa en España en los últimos decenios se ha ido observando como aumentaba el nivel de exposición frente las inundaciones.

Concluía que alrededor de 328.000 las personas están potencialmente afectadas en zonas frecuentes de inundación cada 10 años y de 977.000 en un periodo de 500 años. Las comunidades autónomas que presentan mayor exposición para su población son la comunidad valenciana 380.000, Cataluña 190.000 habitantes, y Andalucía con 130.000 habitantes. La provincia con mayor exposición para su población es Valencia, con casi un cuarto de millón de habitantes en la lámina de 500 años, y más de 100.000 habitantes en la de diez.

Anticipaba también que, en los próximos años, 977.000 personas podrían verse afectadas por inundaciones en las costas españolas. La Comunidad Valenciana, donde ya se contabilizan 380.000 habitantes afectados; seguida de Cataluña, con 190.000 habitantes y Andalucía con 130.000 habitantes, son las zonas que presentan mayor riesgo. Las superficies artificiales damnificadas por las aguas podrían llegar a 27.000 hectáreas. Cádiz, Girona y Valencia son las provincias que se verán más perjudicadas<sup>7</sup>.

Por otro lado, los puertos sufrirán alteraciones en sus condiciones de operatividad. El aumento del nivel del mar producirá una reducción general en el número de horas disponibles para realizar las operaciones en todos los puertos de España. Asimismo, la proyección de los cambios en el oleaje observados hasta el momento,

hacen previsible que en 2040 se haya producido una reducción de la operatividad en los puertos del Cantábrico, sureste de las Islas Canarias y norte de Mallorca y un aumento de la misma en los puertos del Mediterráneo, si no se toman medidas de adaptación. En cuanto a la fiabilidad de las estructuras, el aumento del nivel del mar reducirá la fiabilidad de la mayor parte de las obras marítimas de los puertos de España, siendo este efecto contrarrestado en algunos casos, en el Mediterráneo principalmente, por los cambios del oleaje<sup>8</sup>.

En un contexto de emergencia climática, la reciente aprobación de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, establece que: "el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) es el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente frente a los efectos del cambio climático. El PNACC define los objetivos, criterios, ámbitos de aplicación y acciones para fomentar la resiliencia y la adaptación. Incluirá la adaptación frente a impactos en España derivados del cambio climático que tiene lugar más allá de las fronteras nacionales y priorizará la adaptación al cambio climático basada en ecosistemas.

Por primera vez se establecerán en el marco del PNACC objetivos estratégicos y la definición de un sistema de indicadores de impactos y adaptación al cambio climático, así como la elaboración de informes de riesgo. El PNACC se desarrollará a través de programas de trabajo y de planes sectoriales.

Asimismo la ley contempla la integración de los riesgos derivados del cambio climático en la

7. Observatorio Sostenibilidad en colaboración con el Consejo General de los Colegios de Mediadores de Seguros. Población en riesgo de Inundación en España en la franja de los primeros 10 Kilómetros de costa. 2019. <https://www.observatoriosostenibilidad.com/2019/11/15/poblacion-en-riesgo-de-inundacion-en-la-costa-espanola/>

8. Losada Rodríguez I., Izaguirre Lasa C., Díaz Simal P., Cambio climático en la costa española. 2014. IH Cantabria. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014%20INFORME%20C3E%20final\\_tcm30-178459.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014%20INFORME%20C3E%20final_tcm30-178459.pdf)

planificación y gestión de políticas sectoriales, como la hidrológica, la de costa, la territorial y urbanística, la de desarrollo urbano, la de edificación e infraestructuras del transporte, la de seguridad y dieta alimentarias, así como la de salud pública”<sup>9</sup>.

En su Art.20 establece que la planificación y gestión del medio marino se focalizaran en el incremento de su resiliencia a los efectos del cambio climático; el seguimiento de las directrices y medidas contempladas en la Estrategia de Adaptación de la Costa a los Efectos del Cambio Climático con el fin de incrementar la resiliencia de la costa española al cambio climático y a la variabilidad climática. Además, con el fin de garantizar una adecuada adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, la gestión de los títulos de ocupación del dominio público marítimo-terrestre y sus prórrogas se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en el título III de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 13 ter de dicha ley.

Los plazos de duración de los títulos de ocupación del dominio público marítimo-terrestre se computarán desde su otorgamiento e incluirán todas sus prórrogas, de ser estas posibles, sin superar los plazos máximos establecidos en la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y en la Ley 33/2003, de 3 de noviembre, de Patrimonio de las Administraciones Públicas.

Esta referencia en la Ley de cambio climático y transición energética, sin ser la panacea ni excesivamente audaz, si marca claramente la necesidad de esponjar el litoral, reduciendo su rigidez ante el previsible cambio de la dinámica litoral como consecuencia de los efectos

del cambio climático: subida del nivel del mar, fenómenos meteorológicos extremos como temporales o DANAS, erosión costera, inundaciones, periodos de sequía extrema, salinización de acuíferos, etc.

No hay otra alternativa que articular una nueva ordenación territorial que deje atrás la época del ladrillo, de la agricultura intensiva industrial, del uso abusivo e irracional del agua. En definitiva, estos no sólo han de dejar de crecer, sino que han de decrecer a lo largo de esta década si queremos que los ecosistemas costeros amortigüen y sean resilientes a los impactos del cambio climático. Un reto inmenso, a la altura de la transición energética pero no hay otra vía y hay dinero para ello a través de los Fondos Next Generation de la UE.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030<sup>10</sup> establece que es preciso agilizar la identificación de zonas inundables y de alta exposición a periodos de sequía severa; la actualización periódica de las proyecciones sobre cambio climático para la costa española y del visor de escenarios C3E, utilizando los modelos climáticos más recientes recopilados por el IPCC; La elaboración de guías metodológicas orientadas a limitar los daños derivados de los temporales costeros en espacios urbanos o de interés público.

Los Planes de Ordenación Territorial que afectan al litoral y los Planes Generales de Urbanismo habrán de incorporar el cambio climático a la hora de planificar las actividades humanas presentes y futuras en la costa. En especial los riesgos derivados del ascenso del nivel del mar y el incremento de los riesgos asociados a fenómenos meteorológicos extremos. En

9. Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Título V. Medidas de adaptación a los efectos del cambio climático. Art.20 Consideración del cambio climático en la planificación y gestión del dominio público marítimo-terrestre. Mayo 2021 <https://www.boe.es/boe/dias/2021/05/21/pdfs/BOE-A-2021-8447.pdf>

10. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030. MITECO. 2020. Págs. 142-149. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pn-acc-2021-2030\\_tcm30-512163.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pn-acc-2021-2030_tcm30-512163.pdf)

este sentido, los puertos de titularidad estatal deberán desarrollar planes de adaptación específicos y todos los Planes Generales de Ordenación Urbana tramitados y a partir de 2021 deberán contemplar los riesgos derivados del ascenso del nivel del mar y los efectos de los temporales.

También sería preciso articular planes de adaptación en el dominio público marítimo terrestre. Desarrollando proyectos de restauración ambiental de ecosistemas costeros, como playas y sistemas dunares y marismas. La demolición de elementos artificiales altamente vulnerables o que sean perjudiciales para la integridad del dominio público y reduzcan su capacidad de adaptación. Porque no empezar con el hotel de El Algarrobico en Carboneras (Almería). Aumentar la resiliencia ante el cambio climático de infraestructuras en riesgo. Reubicar infraestructuras y edificaciones en riesgo o cambios en el uso de suelo en los Planes Urbanísticos aprobados, pero no ejecuta-

dos para evitar la construcción de instalaciones o viviendas en zonas inadecuadas.

Es precisa una gestión integrada de la costa que internalice los parámetros que determinan el cambio climático. El litoral es diverso y muy vulnerable a los efectos del cambio climático. Playas, dunas, marismas, marjales, salinas, lagunas costeras, rías, humedales, etc. Son esenciales por la biodiversidad que albergan y también para mantener los bienes y servicios que nos proporcionan, como la pesca, el marisqueo, el acceso y calidad de agua, turismo. Por ello, una gestión de las zonas costeras que esté basada en el mantenimiento y buen estado de los ecosistemas, tanto costeros como fluviales, y las barreras naturales es la mejor y más efectiva protección frente a los temporales, inundaciones, la contaminación y la pérdida de hábitats. En definitiva, es urgente y prioritario proteger, restaurar, adaptar e incrementar la resiliencia de la primera línea de defensa que millones de personas tienen frente a los efectos del cambio climático.

## EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA DE EUSKADI

**Ignacio de la Puerta Rueda**

Arquitecto.

Director de Planificación Territorial y Agenda Urbana del Gobierno Vasco

### Resumen:

El calentamiento global y sus efectos en el clima y en el planeta, es uno de los mayores retos a los que se enfrenta la humanidad. A pesar de los informes que desde hace años se han ido publicando, y de los acuerdos de las diferentes Conferencias Of Parties (COP), la realidad nos demuestra que nos encaminamos a una situación en la que el deshielo de glaciares y zonas polares, con la agregación del incremento de la masa de agua está provocando la elevación del nivel del mar de forma sostenida e irreversible.

En Euskadi, tras la aprobación de la revisión de las Directrices de Ordenación del Territorio (DOT), hemos iniciado el proceso de revisión del Plan Territorial Sectorial (PTS) de Protección del Litoral con el que se quiere analizar el impacto de los efectos del cambio climático en la costa del País Vasco.

En este artículo se resumen algunos de los principales elementos contenidos en el Diagnóstico elaborado previamente a la formulación del Avance, con los principales impactos identificados en las playas, los sistemas dunares, las marismas, los entornos urbanos y la red de espacios libres. Se han cuantificado y grafado en una cartografía que servirá de base para el nuevo PTS y se avanzan algunas de las principales conclusiones relacionadas con el impacto del cambio climático en nuestra costa.

**Temática clave:** Subida del nivel del mar / Planificación Territorial / Cambio climático / Mitigación y Adaptación al cambio climático.

---

### Introducción y encuadre general

En el año 2007 se aprobó el vigente Plan Territorial Sectorial (PTS) de Protección y Ordenación del Litoral de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), cuya elaboración se inició en el año 1999, como instrumento de planificación formulado en desarrollo de las determinaciones de las Directrices de Ordenación Territorial (DOT) de la CAPV aprobadas en el año 1997 y al amparo de la Ley 4/1990, de Ordenación del Territorio del País Vasco.

En el ejercicio de las competencias transferidas, con ese documento se trataba de abordar el estudio de los fenómenos, actividades y

características singulares del espacio litoral, y dotar de los instrumentos de ordenación y planificación específicos necesarios para su conservación, posible mejora, buen uso y gestión. Lógicamente se hizo con la intención de tener en consideración todos los usos y actividades, tanto existentes como potenciales, del espacio litoral marítimo-terrestre y su área de influencia y dar un tratamiento integrado que contemplara tanto los aspectos urbanísticos como los del medio físico y natural; incorporando los derivados del sistema económico-productivo y el marco normativo-legal.

Era un momento en el que se identificó la necesidad de abordar el tratamiento general y con

carácter global para afrontar la situación generada por la invasión del dominio público marítimo - terrestre y la zona de servidumbre de protección por usos y actividades que le son si no siempre ajenos, sí incompatibles con la conservación de sus valores naturales, así como la incompleta aplicación de la Ley de Costas en materia de deslindes en algunos ámbitos.

Tratándose de un documento en el que se realizaba un detallado análisis de las características del litoral de Euskadi y de la diversidad de elementos que confluyen en su configuración, es cierto que los efectos del cambio climático no eran una prioridad en el momento de su redacción y hoy son un factor, no sólo relevante, sino de imprescindible consideración.

Según los trabajos realizados por el Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S)<sup>1</sup>, desde 1993, el nivel medio mundial del mar ha experimentado un aumento de aproximadamente 3,1 ± 0,4 mm / año, lo que equivale a un aumento total de aproximadamente 8 cm entre 1993 y 2020.

Las conclusiones de sus estudios señalan que aproximadamente el 30% de este aumento se puede atribuir a la expansión térmica del océano, mientras que el otro 70% se debe en gran parte al derretimiento del hielo terrestre, como el de los glaciares y el manto de hielo de la Antártida y Groenlandia, pero también a los cambios en el almacenamiento de agua terrestre, como los acuíferos.

En este fenómeno, el ciclo conocido como "el Niño" (evento climático que se genera cada cierto número de años por el calentamiento del océano Pacífico. Sus efectos son notables en el norte de la región Pacífica, los departamentos de la región Andina y en los departamentos de

la región Caribe) y su fase opuesta "la Niña", son la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico, en la escala interanual.

Considerando el diferente y diverso impacto que la variación del nivel medio del mar puede tener a nivel global, según el C3S, entre 1993 y 2020, el nivel medio del mar aumentó de 2 a 4 mm / año en la mayoría de las zonas costeras de Europa.

Con el fin de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas, y de formular estrategias de respuesta realistas, en el año 1988 se constituyó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC<sup>2</sup>) formado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Desde aquella fecha, el IPCC ha emitido seis informes de evaluación (1990, 1995, 2001, 2007, 2013-2014, 2021) que han puesto de manifiesto la evolución de la situación del cambio climático y sus previsibles efectos a nivel global.

En todos ellos se constata la realidad del calentamiento, su incidencia en el cambio climático y los previsibles efectos en el medio y largo plazo, algunos de los cuales se están manifestando en diversas partes del mundo como fenómenos extremos (oleaje extremo, lluvias torrenciales, inundaciones, vientos huracanados, incendios, olas de calor...) que estamos viendo en todo el planeta.

En definitiva, se puede afirmar que el cambio climático es uno de los mayores retos a los que

1. Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S) <https://climate.copernicus.eu/index.php/climate-indicators>

2. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch>



la humanidad ha de enfrentarse en las próximas décadas a escala mundial y, en ese escenario, la elevación del nivel del mar, puede considerarse como indicador clave para analizar la evolución del clima del planeta ya que en este fenómeno se integran tanto el calor agregado de la propia masa de agua como la pérdida de masa de las capas de hielo terrestre.

Ante estas evidencias, en la revisión de las DOT aprobadas en el año 2019<sup>3</sup> (Premio Nacional del Consejo Superior de Arquitectos de España en la modalidad de Urbanismo 2020), los efectos del cambio climático impregnan todo su contenido y sirven para orientar las determinaciones hacia la mitigación de sus efectos y la adaptación del territorio al nuevo escenario al que nos enfrentamos.

En este contexto, ahora en las DOT, se establece la necesidad de incorporar en el planeamiento territorial y urbanístico la perspectiva climática con el siguiente alcance:

Revisar el Plan Territorial Sectorial (PTS) de Protección y Ordenación del Litoral identificando en las zonas costeras las medidas de adaptación a los efectos adversos de la elevación del nivel del mar y al oleaje extremo.

Incorporar, en el Plan Territorial Sectorial (PTS) de Ordenación de los Ríos y Arroyos y los Planes Hidrológicos, el tratamiento adecuado a las zonas sometidas a riesgos de inundación, prestando especial atención a las áreas donde los condicionantes de inundación se superpongan a otros riesgos, incluidos los vinculados a la condición litoral.

Fomentar la permeabilización y vegetación de los espacios públicos, fomentando las infraestructuras verdes y azules y las soluciones basadas en la naturaleza en ámbitos susceptibles de

sufrir inundaciones y estrés térmico, y en particular el efecto isla de calor.

Adicionalmente se establece el mandato para que los planes territoriales parciales (PTP) incorporen la perspectiva climática realizando un análisis básico de los impactos y de la vulnerabilidad asociada, definiendo las medidas de aplicación y, en su caso, los estudios de mayor detalle que fueran precisos.

Como consecuencia de estas previsiones, se ha iniciado el proceso de revisión del PTP de Protección y Ordenación del Litoral, resumiendo en este artículo las bases que se han utilizado y las principales conclusiones del Diagnóstico para elaborado por la UTE Salaberria y Monfort<sup>4</sup>, adjudicataria de los trabajos.

### **Bases para el análisis del impacto del cambio climático**

Teniendo en cuenta los datos registrados por el C3S y las conclusiones de los informes del IPCC, las principales amenazas derivadas del cambio climático a las que se enfrenta la costa vasca están vinculadas a la elevación del nivel del mar por el aumento general de la temperatura debido a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Pero como se ha visto en relación a la variabilidad de El Niño y La Niña, el incremento de la temperatura trae consigo una acusada alteración del régimen pluviométrico, aunque no parece que vaya a significar cambios acusados en la intensidad de los temporales en esta zona, al menos en el medio plazo.

En consecuencia, los principales impactos que se producen en la costa vasca son la inundación y la erosión, que dependen del oleaje, de la ma-

3. Directrices de Ordenación del territorio del País Vasco. <https://www.euskadi.eus/directrices-de-ordenacion-territorial-dot/web01-a2lurral/es/>

4. <https://www.euskadi.eus/antecedentes-de-la-revision-del-pts-de-proteccion-y-ordenacion-del-litoral/web01-a2lurral/es/>

rea y del aumento del nivel medio del mar junto con la intensidad de la lluvia, además de la incidencia que el incremento de la temperatura del aire tiene sobre el medio biofísico provocando impactos sobre la flora y fauna.

Por tanto, para analizar el impacto de los efectos del cambio climático en estos ámbitos, se han considerado los diferentes efectos que se pueden esperar tanto en los entornos urbanos como en el medio físico, atendiendo a los siguientes fenómenos:

1. subida del nivel del mar con sus correspondientes variables por la marea astronómica, meteorológica y el oleaje,
2. temperatura del aire y del agua
3. y pluviometría

Para el estudio de estas amenazas, de acuerdo a los informes del IPCC, se han definido diversos escenarios de emisión clasificados en las denominadas Trayectorias de Concentración Representativas de gases de efecto invernadero (Representative Concentration Pathways - RCP, por sus siglas en inglés). Esas trayectorias describen diferentes futuros climáticos, que se consideran posibles dependiendo del volumen de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos en los próximos años, y reflejan la diferencia entre la insolación (luz solar) absorbida por la Tierra y la energía irradiada de vuelta al espacio medida en W/m<sup>2</sup>.

De esos escenarios, para la revisión del PTS del Litoral, teniendo en cuenta la dificultad de lograr detener el incremento de la temperatura, se han considerado los incluidos en el quinto informe (IPCC 2014) adoptando los parámetros en: el RCP 4,5 (en el que se considera que se adoptan algunas medidas de mitigación que posibilitan una cierta estabilización en el proceso de incremento de la temperatura global, escenario planteado en el Acuerdo de París sobre el cambio climático) y el RCP 8,5 (en el que se considera que, a pesar de adoptar medidas,

se mantiene un nivel muy alto de emisiones de GEI). En base a ellos, se han definido tres escenarios con el horizonte final de 2100 y una visión intermedia en el año 2045:

1. el escenario correspondiente al estado actual, que sirve como base de comparación y determinación de los datos de partida.
2. el escenario RCP 4.5, en el que se considera que se desarrolla una cierta intervención para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por el uso de tecnologías y estrategias encaminadas a ese objetivo (Tabla 1),
3. y el escenario RCP 8.5, es el escenario que considera la ausencia de políticas de cambio climático (Tabla 2).

Para el año 2045 se ha considerado una elevación del nivel medio del mar similar para los dos escenarios analizados (RCP 4,5 y 8,5) con un valor que oscila entre 13 y 17 cm y de cara a la implicación en el PTS se propone como valor de subida del nivel del mar de 17 cm, ya que su repercusión no es muy importante y es sin duda un anticipo de la evolución del nivel del mar a lo largo de este siglo XXI.

Para el año 2100 (periodo 2080-2100) los dos escenarios de análisis marcan ya tendencias diferentes. Así y para el escenario RCP 4.5 la subida estimada del nivel del mar en la costa se sitúa entre 0,38 y 0,50 m. En este trabajo se marca para este escenario un incremento del nivel del mar de 0,49 m.

Para el año 2100 y dentro del escenario RCP 8.5, el estudio de IH Cantabria para el MITECO señala una elevación media del nivel del mar en un abanico entre 0.52-0.68 ±0.15 m, con una banda de confianza del 95%, el ascenso del nivel medio del mar oscila entre 0.71 m y 0.98 m. Por ello en el trabajo de "Estudios Previos" se propone utilizar el valor medio en esa banda de confianza del 95 % por lo que se utilizará una elevación del nivel del mar de 80 cm para ese escenario.

**Tabla 1:** Proyecciones de aumento del calentamiento global (°C)

Escenarios	2046 – 2065	2081 - 2100
	Media y rango probable	Media y rango probable
RCP 2.6	1,0 (0,4 a 1,6)	1,0 (0,4 a 1,6)
RCP 4.5	1,4 (0,9 a 2,0)	1,8 (1,1 a 2,6)
RCP 6	1,3 (0,8 a 1,8)	2,2 (1,4 a 3,1)
RCP 8.5	2,0 (1,4 a 2,6)	3,7 (2,6 a 4,8)

Fuente: Elaboración propia a partir del informe IPCC 2013-2014

**Tabla 2:** Proyecciones de aumento del nivel medio mundial del mar (m)

Escenarios	2046 – 2065	2081 - 2100
	Media y rango probable	Media y rango probable
RCP 2.6	0,24 (0,17 a 0,32)	0,40 (0,26 a 0,55)
RCP 4.5	0,26 (0,19 a 0,33)	0,47 (0,32 a 0,63)
RCP 6	0,25 (0,18 a 0,32)	0,48 (0,33 a 0,63)
RCP 8.5	0,30 (0,22 a 0,38)	0,63 (0,45 a 0,85)

Fuente: Elaboración propia a partir del informe IPCC 2013-2014

A partir de estos datos, para la revisión del PTS del Litoral, se han definido tres hipótesis dentro de estos dos escenarios:

1. Año 2045, en el que los dos escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 tienen una previsión muy parecida, prácticamente asimilable.
2. Año 2100 para el escenario RCP 4.5
3. Año 2100 para el escenario RCP 8.5

4. Infraestructuras, principalmente portuarias: 25,97 Km (aproximadamente el 10 % del total)

De los 251 municipios de Euskadi, hay 66 (44 en Bizkaia y 19 en Gipuzkoa) que se verán afectados por los efectos del cambio climático en la costa. Desde el punto de vista porcentual es la cuarta parte de los municipios de Euskadi (26,29%).

### Caracterización del litoral de Euskadi: escenario actual

El litoral de la CAPV tiene una longitud de costa 275,5 km, incluyendo todos sus elementos e irregularidades con la siguiente proporción aproximada de cada uno de los elementos que lo conforman:

1. Zonas rocosas y acantilados: 223,87 Km (aproximadamente el 80% del total)
2. Estuarios o rías (medidos como líneas rectas entre las dos márgenes): 2,91 Km (aproximadamente el 1% del total)
3. Playas: 22, 95 Km (aproximadamente el 8% del total)

No obstante, los datos de superficie y población incluidas en el ámbito del PTS son:

1. Superficie el ámbito del PTS: 1.111 Km<sup>2</sup> (15,40% de la superficie de la CAPV).
2. Población incluida dentro del ámbito del PTS: 1.293.428 habitantes (58,80 % de la población de la CAPV).
3. Densidad de población del ámbito del PTS: 1.165 hab/km<sup>2</sup>.
4. Viviendas incluidas en el ámbito del PTS: 614.419 de las cuales 529.270 son viviendas principales y 85.149 son secundarias o vacías.

Para la definición de los datos de partida, se ha trabajado con el levantamiento LIDAR de 2016,

realizado en coordenadas UTM ETRS-89 y con la altimetría de la red de Nivelación de Alta Precisión (NAP) 2008, asumiendo que, tanto en las zonas de playa como en algunos de los ámbitos de suelo urbano, puede haber variaciones significativas por su evolución temporal.

A partir de estos datos, los parámetros de referencia del escenario actual son los siguientes:

1. Cota del nivel medio del mar: 0,31 m
2. Cota de la máxima pleamar viva equinoccial: 2,69 m
3. Cota de la máxima pleamar meteorológica: 2,91 m
4. Inundaciones fluviales en las zonas de rías. Se han tenido en cuenta los modelos y manchas de inundación de la Agencia Vasca del Agua (URA), a partir de la máxima pleamar viva equinoccial (2,69 m).
5. Impactos por olas. Se ha tenido en cuenta la información del visor C3E del Instituto Hidráulico de Cantabria (IH Cantabria), con el que se ha marcado la cota que alcanza la ola durante su rotura y su run-up a través de la arena. Teniendo en cuenta que las cotas no son homogéneas (por situación de la playa, pendiente...), se ha simplificado el análisis dividiendo la costa en dos ámbitos: uno

para el este del cabo Matxitxako y otro para el oeste.

- Playas situadas al oeste de Matxitxako: cota 6,24 m
- Playas situadas al este de Matxitxako: cota 5,97 m.

6. Zonas de estuarios no protegidos: 3,31 m.

### Aplicación de las hipótesis de análisis a la Costa de Euskadi

A partir de la caracterización de la Costa Vasca y tras la aplicación de los datos de la Tabla 1 y de la Tabla 2, se efectúa el cálculo de lo que supone la aplicación de las tres hipótesis definidas (RCP 4,5 y 8,5 en el 2045, RCP 4,5 en el 2100 y RCP 8,5 en el 2100) como posibles situaciones producidas del impacto del cambio climático en cada uno de las situaciones y condiciones descritas y que sirven para efectuar el análisis de su impacto en el territorio:

#### Con relación a la elevación del nivel del mar

Con estos criterios, los datos utilizados para el análisis del impacto de las afecciones por la elevación del nivel del mar, se resumen en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Proyecciones de elevación del nivel del mar por mareas astronómicas

IMPACTO	ZONA	ESCENARIO			
		Actual	RCP 4.5/8.5 a 2045 (+0,29 m)	RCP 4.5 a 2100 (+0,49 m)	RCP 8.5 a 2100 (+0,80 m)
<b>MAREA ASTRONÓMICA</b>	Máxima Pleamar Viva Equinoccial	2,69 m	2,98 m	3,18 m	3,49 m
<b>MAREA METEOROLÓGICA</b>	Máxima Pleamar Meteorológica	2,91 m	3,20 m	3,40 m	3,71 m

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del Plan Territorial Sectorial del Litoral (Salaberría et al, 2019)

Sobre este apartado hay algunas consideraciones relevantes que es conveniente realizar:

En el escenario RCP 4,5/8,5 a 2045, se ha considerado el impacto de 0,29 m como valor medio

de ambos escenarios (RCP 4,5 y RCP 8,5) por aproximarse al valor medio del peor (RCP 8,5) y estar muy próximo al máximo del más favorable (RCP 4,5). En los otros dos escenarios se ha adoptado el valor más desfavorable de las

previsiones considerando que las medidas de adaptación y mitigación que haya que adoptar deberán ser capaces de cubrir los peores escenarios previsibles.

La marea meteorológica está producida por la acción del viento y por la acción de borrascas y anticiclones. Las borrascas o depresiones elevan el nivel del mar y los anticiclones o altas presiones disminuyen dicho nivel, pudiendo llegar a incrementarse el nivel del mar hasta en 50 cm por una borrasca de 963 milibares, que en general no se producen en la costa vasca y a disminuir el nivel del mar en 25 cm por el efecto de un anticiclón de 1038 milibares.

Con estas consideraciones, se ha estimado que el incremento actual de la máxima marea meteorológica es de 22 cm sobre la altura de la pleamar viva equinoccial, según los datos más recientes aportados por el Instituto Hidráulico de Cantabria.

Con respecto a la inundabilidad fluvial, en las rías y estuarios, es necesario contemplar la posible concurrencia de diversos fenómenos como son la máxima pleamar viva equinoccial o meteorológica, en cada situación y escenario,

con los caudales de avenida por lluvias torrenciales. Estas situaciones, tanto de forma aislada como de forma confluyente, pueden llegar a dejar bajo el nivel del agua zonas actualmente protegidas bien por situarse por encima de la cota actual de inundación, pero bajo la nueva elevación del nivel hidráulico o bien por disponer de elementos de contención y protección diseñados y dimensionados para la situación actual pero insuficientes para el nivel esperado en los diferentes escenarios.

Por eso, a partir de los datos de partida, el análisis de los efectos que se pueden producir en la Costa Vasca se puede sintetizar en los siguientes impactos:

**1. Pérdida de superficie de playa por incremento del nivel del mar durante una pleamar máxima astronómica.** Este análisis se ha realizado de forma independiente para cada una de las playas de la costa vasca, analizando la superficie de playa seca y la situación en cada uno de los escenarios. El impacto puede significar la pérdida de un tercio de la superficie de playas secas, tal y como se recoge en la Tabla 4 Pérdida de superficie de playa seca por marea astronómica.

**Tabla 4.** Pérdida de superficie de playa seca por mareas astronómicas

	Has (playa seca)	Has (Perdidas)	%
<b>Superf. total de playas actual (142,99 Has)</b>	78,19		
<b>RCP 4,5/8,5 2045</b>	73,35	4,84	6,19%
<b>RCP 4,5 2100</b>	62,44	15,75	20,14%
<b>RCP 8,5 2100</b>	51,58	26,61	34,03%

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del Plan Territorial Sectorial del Litoral (Salaberría et al, 2019)

En el año 2045 se prevé que se produzca una pérdida de 4,84 Ha, lo que significa una pérdida global del 6,2% que no parece importante, salvo en las playas de Kanala y Laidatxu en Urdai-bai, la playa de Isuntza y Karraspio en Lekeitio y Mendexa y en la playa de La Cocha de Donostia, todas ellas con pérdidas superiores al 20%.

Para el escenario RCP4.5 en el año 2100 se prevé una pérdida de 15,75 Ha lo que supone una pérdida del 20,14 % con pérdidas de playa seca superiores al 50 %, produciéndose en las mismas playas del escenario anterior, a las que se le añaden las playas de Barinetxe en Sopelana, Itzurun en Zumaia, Oribazar en Aia y San Antonio en Urdaibai.



**Imagen 1:** Playa de Bakio. En azul claro se representa la inundación en el estado actual y en azul oscuro la inundación en el escenario RCP 8.5 del año 2100

Fuente: Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral ( Salaberria et al., 2019)

Por último, en el escenario RCP 8.5 para el año 2100, se prevé una pérdida de 26,61 Ha, lo que significa una pérdida sería del 34,03 %, destacando por encima del 70 % las pérdidas de playa seca en la playa de La Concha (Donostia), playa de Ea, Isuntza en Lekeitio, Itzurun en Zumaia, Kanala, Laidatxu y San Antonio en Urdaibai y Oribazar en Aia. Esto significa la casi desaparición de estas playas durante las pleamares vivas equinocciales.

**2. Pérdida de superficie de dunas por incremento del nivel del mar durante una pleamar máxima astronómica.** De igual forma se ha estudiado la pérdida de superficie ocupada por dunas, teniendo en cuenta que no se ha considerado el efecto de ero-

sión durante los temporales. Esta pérdida de superficie se ha evaluado a nivel individual y se ha asociado por áreas funcionales (Tabla 5).

En el análisis pormenorizado de los sistemas dunares, destaca la afección de los de Urdaibai, inmersos en el interior del estuario, que resultarán más afectados ante el incremento del nivel del mar, seguidos por las dunas de Iñurritza.



**Imagen 2.** Urdaibai. En verde claro se representa la única superficie dunar que no se ve afectada por el incremento del nivel del mar en el escenario RCP 8.5 del año 2100 .

Fuente: Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral ( Salaberria et al., 2019)

**3. Pérdida de superficie de marisma por incremento del nivel del mar.** Las marismas van a sufrir un impacto elevado por incremento del nivel del mar, pero con independencia de la cota de la pleamar astronómica (Tabla 6).

**Tabla 5.** Pérdida de superficie de dunas por marea astronómica.

	Has inundadas	Pérdida	% Zona inundada
<b>Superf. total de dunas actual (27,65 Has)</b>	2,16		7,81 %
<b>RCP 4,5/8,5 2045</b>	2,16	0,00	7,81 %
<b>RCP 4,5 2100</b>	5,12	2,96	18,52 %
<b>RCP 8,5 2100</b>	8,97	6,81	32,44%

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral (Salaberria et al., 2019)

**Tabla 6.** Pérdida de superficie de marismas por marea astronómica.

	Superficie	Perdida	%
<b>Superf. total marismas</b>	315,44		
<b>RCP 4,5/8,5 2045</b>	257,88	57,57	18,25 %
<b>RCP 4,5 2100</b>	157,37	158,07	50,11 %
<b>RCP 8,5 2100</b>	78,54	236,90	75,10%

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral (Salaberria et al., 2019)



**Imágenes 03 – 04:** Marismas en el río Butroi. En la izquierda se representa la inundabilidad en el estado actual y en la derecha en el escenario RCP 8.5 del año 2100.

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral (Salaberria et al., 2019)

De las 315,44 Ha de marismas existentes en el litoral vasco, en el año 2045 quedarán 257,88 Ha, mientras que en el año 2100 bajo el escenario RCP 4.5 se reducirá aproximadamente al 50 % de la superficie de marisma actual y, en el mismo año bajo el escenario RCP 8.5, quedarán el 25 % de la superficie existente en la actualidad.

**4. Incremento de inundabilidad o vulnerabilidad en zonas urbanas o urbanizables por incremento del nivel del mar durante una pleamar máxima astronómica.** Se han analizado dos tipos de vulnerabilidades:

- a. el de las zonas que en la actualidad están por debajo del nivel de la pleamar máxima, pero protegidas del mar o de la ría y que, en el futuro,

por incremento del nivel del mar, seguirán en esa situación

- b. el de inundación directa por superar la marea la cota de urbanización.

La primera situación presenta problemas de inundación con la precipitación de lluvia ante la imposibilidad de su evacuación por encontrarse bajo el nivel del agua del mar provocado por la marea.

El resultado del análisis de la afección a cada suelo, en función de su calificación global es el que se recoge en la Tabla 7 de la página siguiente.

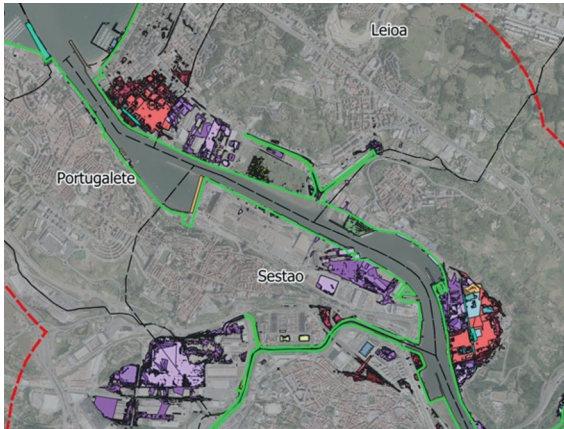
En resumen, la afección en los escenarios RCP 4,5 a 2045 y RCP 8,5 a 2100, es prácticamente igual, incidiendo en el 4,22% y 4,82% respecti-

**Tabla 7.** Suelos urbanos y urbanizables inundados por marea astronómica

USO DEL SUELO	ESCENARIO	Superficie inundada	Incremento	%
Residencial 10.503,90 Has	Estado actual	118,74		1,13%
	RCP 4,5/8,5 2045	149,21	30,47	1,42%
	RCP 4,5 2100	220,52	101,78	2,10%
	RCP 8,5 2100	289,74	171,00	2,76%
Actividades económicas 6.425,50 Has	Estado actual	92,17		1,43%
	RCP 4,5/8,5 2045	112,51	20,35	1,75%
	RCP 4,5 2100	159,22	67,06	2,48%
	RCP 8,5 2100	233,84	141,68	3,64%
Sistema general de equi- pamiento 2.174,72 Has	Estado actual	16,93		0,78%
	RCP 4,5/8,5 2045	19,47	2,54	0,90%
	RCP 4,5 2100	27,00	10,07	1,24%
	RCP 8,5 2100	38,01	21,08	1,75%
Sistema general de in- fraestructuras de trans- porte y comunicaciones 4.892,00 Has	Estado actual	74,21		1,52%
	RCP 4,5/8,5 2045	84,87	10,65	1,73%
	RCP 4,5 2100	106,63	32,42	2,18%
	RCP 8,5 2100	133,41	59,20	2,73%
Sistema general de in- fraestructuras básicas 617,36 Has	Estado actual	2,18		0,35%
	RCP 4,5/8,5 2045	2,67	0,49	0,43%
	RCP 4,5 2100	3,93	1,75	0,64%
	RCP 8,5 2100	6,40	4,22	1,04%
Sistema general de espa- cios libres 4.716,11 Has	Estado actual	50,52		1,07%
	RCP 4,5/8,5 2045	55,55	5,03	1,18%
	RCP 4,5 2100	67,32	16,80	1,43%
	RCP 8,5 2100	79,86	29,35	1,69%
Infraestructura Verde 16.355,52 Has	Estado actual	1.203,94		7,36%
	RCP 4,5/8,5 2045	1.254,27	50,33	7,67%
	RCP 4,5 2100	1.341,62	137,68	8,20%
	RCP 8,5 2100	1.420,24	216,30	8,68%
Sistema general de espa- cios libres 4.716,11 Has	Estado actual	50,52		1,07%
	RCP 4,5/8,5 2045	55,55	5,03	1,18%
	RCP 4,5 2100	67,32	16,80	1,43%
	RCP 8,5 2100	79,86	29,35	1,69%
TOTAL 45.685,11 Has	Estado actual	1.558,69	0,00	3,41%
	RCP 4,5/8,5 2045	1.678,55	119,86	3,67%
	RCP 4,5 2100	1.926,24	367,56	4,22%
	RCP 8,5 2100	2.201,50	642,83	4,82%

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral (Salaberria et al., 2019)





**Imagen 5.** Ría del Nervión. Vulnerabilidad en zonas urbanas o urbanizables según Udalplan (cuanto mayor es la intensidad del color mayor es el incremento del nivel del mar) Fuente: Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral (Salaberria et al., 2019)

vamente de los suelos con destino a los diversos usos globales previstos en el planeamiento vigente, en una superficie aproximada de 1.900 a 2.200 Has. Hay incidencia de inundaciones por el efecto de la elevación del nivel del mar debido a la pleamar máxima astronómica en todos los usos, siendo la Infraestructura Verde la que mayor afección sufrirá con una inundación del 8,68% de la superficie total.

Asumiendo que la afección a los sistemas generales de espacios libres y a la Infraestructura Verde (sufriendo la inundación en 1.500 Has, equivalente al 3,28% del total de suelo calificado) pudiera ser asumible, la que se produ-

ce en el resto de los suelos (700 has. Equivalentes al 1,54% del total del suelo calificado) puede ser significativa por los daños que se pudieran producir en bienes y personas, en especial en los suelos destinados a actividades económicas (233 Has) o en el suelo residencial (290 Has).

**5. Incremento de inundabilidad o vulnerabilidad en la Infraestructura Verde por incremento del nivel del mar durante una pleamar máxima astronómica.** De forma similar a los análisis realizados en los anteriores apartados, se ha analizado la Infraestructura Verde en todo su conjunto, conscientes de que parte de esta Infraestructura Verde ha sido ya cuantificada en el estudio de las marismas, dunas y de algunas playas que configuran parte de esta Red.

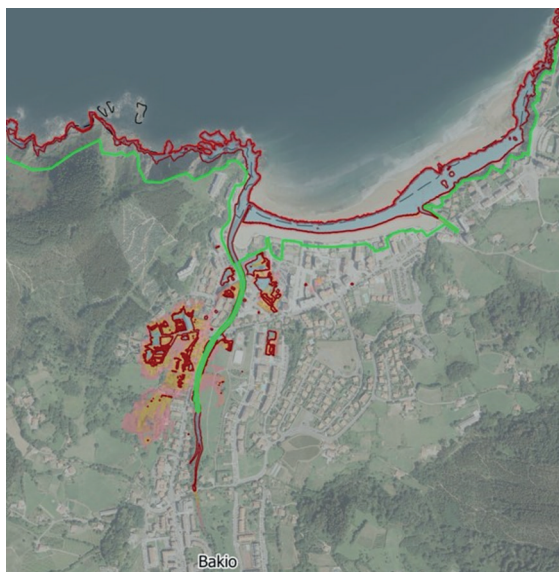
**6. Incremento de inundabilidad o vulnerabilidad en zonas urbanas o urbanizables por incremento del nivel del mar durante una pleamar máxima meteorológica.** La máxima pleamar por marea meteorológica supone un incremento en todos los escenarios analizados de 22 cm respecto a la máxima pleamar viva equinoccial. El análisis de este impacto se ha centrado en el medio urbano, siguiendo una sistemática idéntica a la expuesta por lo que sólo cambian las superficies vulnerables.



**Imágenes 6 – 7.** Inundación en Txingudi y Aeropuerto de San Sebastián. A la izquierda se representa el estado actual y en la derecha el escenario RCP 8.5 del año 2100. (Fuente: Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral, Salaberria et al.)



**Imagen 8.** Infraestructura Verde en Zumaia superpuesta con la inundabilidad por la máxima marea viva equinoccial en los diferentes escenarios (azul estado actual, línea roja año 2045 RCP 4.5 y 8.5, amarillo RCP 4.5 en el 2100 y rosa RCP 8.5 en el 2100).



**Imagen 9.** Bakio. Inundabilidad por marea meteorológica en los diferentes escenarios (azul estado actual, línea roja año 2045 RCP 4.5 y 8.5, amarillo RCP 4.5 en el 2100 y rosa RCP 8.5 en el 2100).

Fuente: Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral, Salaberria et al., 2019

### Con relación al impacto del oleaje

Los datos utilizados para el análisis del impacto de las afecciones por la elevación del nivel del mar, se resumen en la tabla 8.

Por otra parte, hay que destacar que la problemática de la inundabilidad por oleaje es doble, dado que al subir el nivel del mar respecto a la tierra la probabilidad de sufrir daños por un

temporal aumenta de forma importante pero también lo es el incremento de la altura de la ola sobre la costa debido al incremento del nivel del mar.

En el Diagnóstico se han analizado exclusivamente aquellas zonas que pueden tener una afección real con riesgo para los bienes, infraestructuras o personas. Con este criterio, no se han considerado aquellas zonas de acantila-

**Tabla 8.** Datos relativos a la elevación del nivel del mar por el impacto por oleaje.

IMPACTO	ZONA	ESCENARIO			
		Actual	RCP4.5/8.5 a 2045 (+0,29 m)	RCP4.5 a 2100 (+0,49 m)	RCP8.5 a 2100 (+0,80 m)
OLEAJE	Playas al Este de Matxitxako	5,97 m	6,26 m	6,46 m	6,77 m
	Playas al Oeste de Matxitxako	6,24 m	6,53 m	6,73 m	7,04 m
	Impacto de ola en frentes de costa al Este del cabo Matxitxako	17,43 m	17,72 m	17,92 m	18,23 m
	Impacto de ola en frentes de costa al Oeste del cabo Matxitxako	18,60 m	18,89 m	19,09 m	19,40 m

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral (Salaberria et al., 2019)

dos o playas en donde no hay riesgo de afectación para estos elementos.

Con este objetivo, se han empleado dos cotas de ola diferentes, dependiendo de las condiciones de exposición (en playa, acantilado o contra elementos de impacto vertical como diques, muros...). En consecuencia, no se ha estudiado el impacto que crea la ola por erosión tanto en acantilados como en playas y dunas.

En definitiva, el análisis del impacto producido por la ola se ha centrado en la probabilidad de inundación de la costa por la ola durante los temporales, con los resultados de la Tabla 9.

su cuenca sirviente. Este fenómeno es el que se produjo en agosto de 1983 provocando el desbordamiento del Ibaizabal - Nervión y de la ría de Bilbao a lo largo de su recorrido con unas inundaciones que desolaron gran parte del territorio.

En consecuencia, para este cálculo, en el Diagnóstico se ha supuesto la superposición de la máxima marea viva equinoccial y la circulación en los cauces fluviales del caudal de avenida de 10, 100 o 500 años de periodo de retorno (Tabla 10).

Comparando estos resultados con los relativos al efecto aislado de la máxima marea viva equinoccial se constata que el efecto de la marea

**Tabla 9.** Datos relativos a la longitud de costa expuesta al impacto por ola.

	Longitud (Km)	Incremento	%
<b>Estado actual. Longitud de costa expuesta</b>	19,53		6,76 %
<b>RCP 4,5/8,5 2045</b>	20,85	1,32	6,76 %
<b>RCP 4,5 2100</b>	22,63	3,10	15,89 %
<b>RCP 8,5 2100</b>	23,18	3,65	18,68%

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral, (Salaberria et al.,2019)

En el análisis pormenorizado realizado en el Diagnóstico, se identifica que el mayor incremento de la exposición para el escenario 2100 RCP 8.5 lo tiene Donostialdea-Bajo Bidasoa. En cambio, Urola Kosta es el Área Funcional con más kilómetros expuestos al impacto de la ola en zonas urbanas o en infraestructuras en la actualidad y seguirá siendo en los escenarios futuros

#### **Con relación a la confluencia de la elevación del nivel del mar por marea astronómica y la inundación fluvial por avenidas de 10 – 110 y 500 años de período de retorno.**

Uno de los mayores incidentes que se puede producir, es la confluencia de la pleamar con grandes avenidas en los cursos de los ríos por intensas lluvias en la cabecera y/o a lo largo de

se ve más eclipsada (crecimiento lineal y tendido) cuando hay efecto del caudal fluvial. Por esta razón los incrementos son más pequeños (y aún más pequeños cuanto mayor es el caudal fluvial o mayor es el periodo de retorno de la avenida fluvial). En el caso del efecto de la marea, si bien las superficies vulnerables eran menores, el incremento de éstas, comparando los distintos escenarios, era mucho más pronunciado llegando a ser exponencial.

#### **Decálogo de conclusiones**

Las principales conclusiones que se derivan del contenido del Diagnóstico elaborado son:

1. El altísimo grado de impacto que los efectos del cambio climático pueden

**Tabla 10.** Superficie inundada por confluencia de la máxima marea equinoccial e inundación fluvial

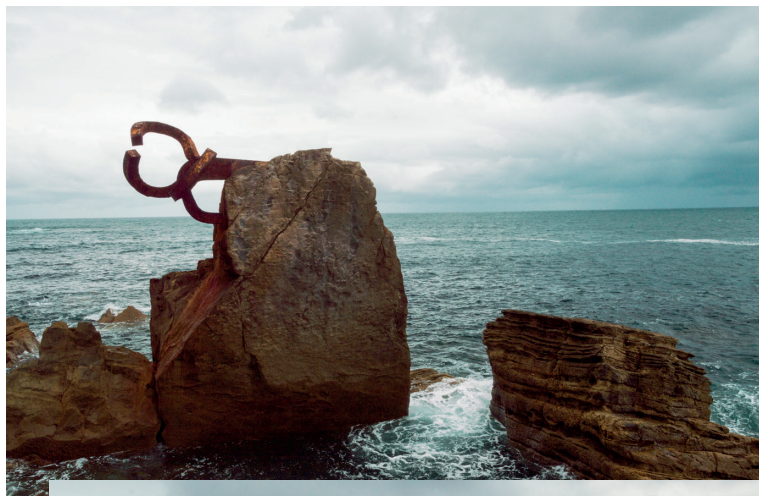
PERIODO DE RETORNO	ESCENARIO	Superficie inundada	Incremento	%
10 AÑOS	Estado actual	3358,88		
	RCP 4,5/8,5 2045	3467,94	109,05	3,25%
	RCP 4,5 2100	3701,60	342,72	10,20%
	RCP 8,5 2100	3914,19	555,31	16,53%
100 AÑO	Estado actual	4125,90		
	RCP 4,5/8,5 2045	4219,80	93,90	2,28%
	RCP 4,5 2100	4401,35	275,45	6,68%
	RCP 8,5 2100	4586,87	460,97	11,17%
500 AÑOS	Estado actual	4862,25		
	RCP 4,5/8,5 2045	4914,61	52,36	1,08%
	RCP 4,5 2100	5062,05	199,80	4,11%
	RCP 8,5 2100	5222,68	360,42	7,41%

Fuente: Elaboración propia a partir del Diagnóstico para la Revisión del PTS del Litoral (Salaberria et al., 2019)

- generar en el Territorio, tanto en el escenario RCP 4,5 como en el RCP 8,5 tanto en el año horizonte del año 2045 como en el 2100.
- La población afectada supera el 55% de la de Euskadi, y se ubica en municipios con una elevada densidad de población urbana en especial en las áreas de Bilbao Metropolitano y Donostialdea, en las que se llega a 2.758 habitantes/Km<sup>2</sup> y 1.165 habitantes/Km<sup>2</sup> respectivamente.
  - En el medio urbano son reseñables los impactos producidos tanto por mareas astronómicas como meteorológicas y los producidos por el impacto de la ola, destacando la vulnerabilidad de las zonas bajas, incluso las existentes por debajo de las actuales pleamares equinociales, la reducción de la protección o la no protección de estructuras actuales como diques y la de las playas urbanas. En los entornos urbanos se va a producir un incremento de la superficie inundada, con frecuencias muy superiores a las actuales, incrementándose de forma significativa la superficie afectada, tanto en los suelos residenciales como en los destinados a actividades económicas o equipamientos.
  - También se van a producir impactos en el medio físico con serias afecciones a la superficie de playa seca y sistemas dunares, pero va a ser especialmente perjudicial en las zonas de marisma, que prácticamente desaparecerán.
  - La confluencia de las mayores mareas meteorológicas (impredecibles) y las mayores mareas astronómicas, con lluvias torrenciales es el peor escenario esperable que, lamentablemente ya se ha vivido en este territorio en fechas no muy lejanas.
  - Las condiciones de las infraestructuras de protección y de evacuación de las aguas de lluvia, van a ser insuficientes para garantizar la seguridad de bienes y personas en los escenarios analizados,

por lo que va a ser preciso desarrollar un plan de intervención a largo plazo y la adopción de las medidas que permitan adoptar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

7. Es preciso incorporar en los entornos urbanos consolidados las soluciones basadas en la naturaleza (infraestructuras verdes y azules) que permitan reducir los efectos del calentamiento y la mejora de la gestión del agua mediante soluciones de drenaje sostenible, permeabilización, retención, almacenamiento...
8. Teniendo en cuenta la incertidumbre sobre la evolución de las condiciones climáticas y su impacto en el territorio, es necesario orientar los nuevos desarrollos hacia ubicaciones que no estén afectados por los impactos identificados.
9. En las intervenciones de renovación urbana, en ámbitos afectados por los impactos identificados, deberán adoptarse las medidas de adaptación que garanticen la seguridad de bienes y personas y la correcta funcionalidad del entorno urbano y sus equipamientos e infraestructuras.
10. Con el fin de garantizar la idoneidad y adecuación de las intervenciones de mitigación y adaptación, es imprescindible establecer los mecanismos de interlocución, coordinación y colaboración multiagente y multinivel que permitan su ejecución.



Cantábrico. Peine del Viento.  
San Sebastián (Guipuzkoa)  
*Fotos: E. Antequera*

## EL PERIPLO JURÍDICO DEL LITORAL ANDALUZ

**Esther Rando Burgos**

Doctora en Derecho

Profesora de Derecho Administrativo (acreditada PCD)

erando@uma.es

Universidad de Málaga

### RESUMEN

El presente trabajo se centra en analizar, en el marco de la legislación estatal de costas y de la legislación sectorial, el largo recorrido que durante décadas ha tenido Andalucía en sus diferentes intentos por dotar a su espacio litoral de un instrumento capaz de preservarlo y protegerlo de manera acorde con los preciados valores presentes en el mismo. De igual forma, se centra en analizar y valorar lo que a todas luces se presenta como el inminente futuro del litoral andaluz, a la luz de las revisiones normativas en que en este momento se vienen tramitando.

**PALABRAS CLAVE:** Litoral, planificación territorial, ordenamiento jurídico, Andalucía.

### 1. Introducción

El devenir que, desde el punto de vista jurídico, ha tenido durante las últimas décadas el litoral andaluz hace muy necesario poner sobre la mesa los antecedentes acaecidos, la situación presente, pero, ante todo, tratar de mirar el futuro y plantear propuestas que sirvan, al menos, para volver a fomentar un debate abierto.

Desde sus inicios, y con las salvedades que se apuntarán, resulta ilustrativo que no se haya prestado la atención que merece un ámbito de tanta importancia para la Comunidad Autónoma. Andalucía, cuenta con 945 km de costa y se sitúa como la cuarta comunidad, tras Galicia, Canarias y las Islas Baleares, con más kilómetros de litoral. Se trata, además, de un ámbito sometido a fuertes presiones. Todo ello contrasta con la atención prestada desde la planificación territorial de ámbito subregional que sí se ha centrado y priorizado en los ámbitos litorales, junto a las aglomeraciones urbanas.

Sin embargo, pese a los diferentes amagos, los intentos por dotarlo de un instrumento de planificación integral desde el punto de vista litoral, han resultado hasta el momento fallidos y, bien podría decirse, que en el momento actual se encuentra en la casilla de salida.

Desde que fueran formuladas en el año 1985 las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía, aprobadas en 1990, la posterior inclusión en la Ley de Ordenación del Territorio de Andalucía, en el año 2012, como instrumento propio de ordenación del espacio litoral el Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía que vería la luz con su aprobación definitiva en 2015, su ulterior declaración de nulidad en 2017 y ahora la que parece, inminente reforma del marco legislativo andaluz en la materia, han transcurrido casi cuatro décadas. El resultado: Andalucía continúa sin un instrumento que dote de la precisa planificación litoral a este ámbito tan preciado de la Comunidad Autónoma.

Todo ello, hace muy necesario conocer el estado de situación, pero, ante todo, plantear

posibles respuestas a una cuestión, como se destacaba, recurrente en el tiempo y que, desafortunadamente, sigue de actualidad pese a la intensificación de factores que inciden negativamente sobre este espacio tan vulnerable y tanpreciado de la comunidad andaluza.

## **2. Costas y litoral: una encrucijada competencial sobre un mismo ámbito. Especial referencia a Andalucía**

La Constitución Española, en su artículo 132.2. declara expresamente como bienes de dominio público estatal los que determine la ley y, en todo caso, la zona marítimo-terrestre, las playas, el mar territorial y los recursos naturales de la zona económica y la plataforma continental. Se está ante un hecho excepcional, puesto que, por un lado, por primera vez una disposición de máximo rango legal en nuestro ordenamiento jurídico declara expresamente determinados bienes como demaniales y, por otro, los únicos bienes que se declaran como tal por el texto constitucional son los integrados en parte del dominio público marítimo-terrestre.

Además, en este ámbito territorial tanpreciado convergen importantes recursos naturales que se han de proteger y preservar, conforme a los principios también contenidos en el texto constitucional, concretamente en su artículo 45.

En virtud de dichos mandatos es aprobada la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, en lo sucesivo LC, cuerpo legal que junto su vigente reglamento de desarrollo, el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, conforman el marco jurídico de referencia.

La LC parte de la suma importancia que representa el ámbito costero a la vez que es consciente del binomio que tiene lugar en el mismo

en tanto se está ante un espacio sumamente vulnerable y de difícil recuperación, en el que, a su vez, se concentra gran parte de la población y se encuentra sometido a importantes presiones. Sin duda, ilustrativa su exposición de motivos cuando señala:

*España tiene una longitud de costa, aproximadamente 7.880 kilómetros, de los que el 24 por 100 corresponden a playas, con un patrimonio público de 13.560 hectáreas, valioso por las grandes posibilidades que ofrece, pero escaso ante las crecientes demandas que soporta, y muy sensible y de difícil recuperación en su equilibrio físico... Nuestra costa está afectada, como ocurre en otros países del mundo, por un fuerte incremento de la población y la consiguiente intensificación de usos turístico, agrícola, industrial, de transporte, pesquero y otros... en la orla litoral de una anchura de unos cinco kilómetros, que significa el 7 por 100 de nuestro territorio, la población española, que era a principios del presente siglo del orden del 12 por 100 de la población total, es actualmente del 35 por 100 de ésta, con una densidad cuatro veces superior a la media nacional. Esta proporción llega a su vez a triplicarse estacionalmente en ciertas zonas por la población turística, ya que el 82 por 100 de ésta se concentra en la costa... En resumen, puede decirse que se está produciendo un acelerado proceso de traslado de población desde las zonas interiores hacia el litoral, de forma que alrededor de un 40 por 100 de la costa española ya está urbanizada....*

Siquiera someramente, es adecuado destacar algunas cuestiones de la LC. En primer lugar, si bien se encarga de definir y detallar los bienes que conforme al mandato constitucional constituyen dominio público marítimo-terrestre, junto a los mismos, añade otro conjunto de bienes que se integran, de igual forma, en



dicho dominio público<sup>1</sup>, en un claro intento de ampliar la protección y preservación del ámbito costero.

En segundo lugar, dedica un título a la protección del dominio público marítimo-terrestre, estableciendo en el mismo un conjunto de limitaciones a la propiedad de los terrenos colindantes a la ribera del mar por razones de protección del dominio público marítimo-terrestre<sup>2</sup>, con el carácter de regulación mínima y complementaria de las que dicten las Comunidades Autónomas en el ámbito de su competencia. Se está, como expresamente reconoce, ante la regulación de las condiciones básicas para el ejercicio de ese derecho a la vez que para asegurar la efectividad del derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado y el consiguiente deber de conservarlo.

En tercer lugar, destacable, por un lado, la regulación de la utilización del dominio público marítimo-terrestre, diferenciando los usos, tanto el uso común natural, libre y gratuito, como el especial (objeto de autorización administrativa) y en el que se atiende a la intensidad,

1. Enumerados en el artículo 4 de la LC que establece: *Pertenece asimismo al dominio público marítimo-terrestre estatal:*

- 1) *Las accesiones a la ribera del mar por depósito de materiales o por retirada del mar, cualesquiera que sean las causas.*
- 2) *Los terrenos ganados al mar como consecuencia directa o indirecta de obras, y los desecados en su ribera.*
- 3) *Los terrenos cuya superficie sea invadida por el mar por causas distintas a las previstas en el último párrafo del artículo 3.1, letra a), y en todo caso tendrán esta consideración los terrenos inundados que sean navegables.*
- 4) *Los terrenos acantilados sensiblemente verticales, que estén en contacto con el mar o con espacios de dominio público marítimo-terrestre, hasta su coronación.*
- 5) *Los terrenos deslindados como dominio público que por cualquier causa han perdido sus características naturales de playa, acantilado, o zona marítimo-terrestre, salvo lo previsto en el artículo 18.*
- 6) *Los islotes en aguas interiores y mar territorial.*

peligrosidad, rentabilidad y las instalaciones desmontables o las ocupaciones con obras fijas (objeto de la correspondiente concesión administrativa). Por otro, el régimen de infracciones y sanciones que presenta mayor concreción en los criterios, respecto a sus antecesoras (Ley de Protección de Costas de 1980), mayor celeridad y eficacia o, una de las novedades del cuerpo legal, el reconocimiento de la acción pública.

Ahora bien, una de las mayores problemáticas se presenta en el ámbito competencial. Si bien, la LC hace un intento de clarificarlo, en la práctica, nuestro propio sistema de distribución competencial unido a la presencia de diferentes niveles administrativos y distintas materias presentes en el ámbito costero, hacen de la misma una cuestión que reviste cierta complejidad.

La determinación, protección, utilización y policía del dominio público marítimo-terrestre es competencia de la Administración estatal, pero ello debe ponerse en adecuada relación con las competencias de las Comunidades Autónomas. La propia LC, de manera un tanto ambi-

7) *Los terrenos incorporados por los concesionarios para completar la superficie de una concesión de dominio público marítimo-terrestre que les haya sido otorgada, cuando así se establezca en las cláusulas de la concesión.*

8) *Los terrenos colindantes con la ribera del mar que se adquieran para su incorporación al dominio público marítimo-terrestre.*

9) *Las obras e instalaciones construidas por el Estado en dicho dominio.*

10) *Las obras e instalaciones de iluminación de costas y señalización marítima, construidas por el Estado cualquiera que sea su localización, así como los terrenos afectados al servicio de las mismas, salvo lo previsto en el artículo 18.*

11) *Los puertos e instalaciones portuarias de titularidad estatal, que se regularán por su legislación específica.*

2. Es el caso de las servidumbres legales (servidumbre de protección; servidumbre de tránsito; servidumbre de acceso al mar), otras limitaciones de la propiedad y de la zona de influencia.

gua, reconoce a las Comunidades Autónomas el ejercicio de las competencias en materia de ordenación territorial y del litoral, puertos, urbanismo, vertidos al mar y demás relacionados con el ámbito de la propia Ley, conforme a sus correspondientes Estatutos de Autonomía. De igual forma, reconoce ciertas competencias a los municipios.

Todo ello, requiere la necesaria articulación, en la medida en que la planificación del ámbito litoral, y precisamente haciendo uso de la competencia exclusiva autonómica en ordenación del territorio, la llevan a cabo las Comunidades Autónomas. Ésta ha sido la solución adoptada por la mayoría de Comunidades Autónomas. Sin obviar tampoco, que también entra en juego la competencia en materia de protección del medio ambiente, competencia por otra parte compartida entre el Estado (legislación básica) y las Comunidades Autónomas<sup>3</sup>.

Concretamente, en el caso que nos ocupa, Andalucía ya optó en su primer Estatuto de Autonomía<sup>4</sup> por incorporar como competencia exclusiva de la Comunidad Autónoma, entre otras, la relativa a “política territorial: ordenación del territorio y del litoral, urbanismo y vivienda” (artículo 13.8.). Lo que sería desarrollado posteriormente, con la reforma del mismo. De esta forma, el vigente Estatuto de Autonomía andaluz<sup>5</sup>, dedica su artículo 56, en el marco de sus competencias, a la “vivienda, urbanismo, ordenación del territorio y obras públicas”. En concreto, el apartado 6 del citado precepto, señala:

*Corresponde a la Comunidad Autónoma la competencia exclusiva en materia de ordenación del litoral, respetando el régimen general del dominio público, la com-*

*petencia exclusiva, que incluye en todo caso: el establecimiento y la regulación de los planes territoriales de ordenación y uso del litoral y de las playas, así como la regulación del procedimiento de tramitación y aprobación de estos instrumentos y planes; la gestión de los títulos de ocupación y uso del dominio público marítimo-terrestre, especialmente el otorgamiento de autorizaciones y concesiones y, en todo caso, las concesiones de obras fijas en el mar, respetando las excepciones que puedan establecerse por motivos medioambientales en las aguas costeras interiores y de transición; la regulación y la gestión del régimen económico-financiero del dominio público marítimo-terrestre en los términos previstos por la legislación general; la ejecución de obras y actuaciones en el litoral andaluz cuando no sean de interés general. Corresponde también a la Comunidad Autónoma la ejecución y la gestión de las obras de interés general situadas en el litoral andaluz, de acuerdo con lo establecido en el apartado 8 del presente artículo.*

En síntesis, y aún a muy grandes rasgos ya que su detenido análisis superaría con creces el objeto del presente artículo, se debe partir del marco estatal de referencia en materia de costas y poner en adecuada relación con las competencias autonómicas que, fundamentalmente, vía planificación del litoral y haciendo uso de su competencia exclusiva en ordenación del territorio, las mismas vienen ejerciendo. Sin obviar, otras con importante incidencia, como el medio ambiente o el urbanismo.

A modo de ejemplo de su articulación en la práctica, nos centraremos en los siguientes

3. Véase Nuñez Lozano, M.C. (2015): *El Litoral de Andalucía: norma y naturaleza*. Universidad de Huelva. De la misma autora, (2016): *Estudios jurídicos sobre el litoral*. Tirant lo Blanch.

4. Aprobado por Ley Orgánica 6/1981, de 30 de di-

ciembre, de Estatuto de Autonomía para Andalucía.

5. Aprobado por Ley Orgánica 2/2007, de 19 de marzo, de reforma del Estatuto de Autonomía para Andalucía.

epígrafes en la Comunidad Autónoma de Andalucía y cómo durante décadas ha tratado de incrementar la protección y preservación otorgada por la legislación estatal a su ámbito litoral, hasta el momento sin demasiado éxito.

### 3. Las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía

En el año 1985, serían formuladas las denominadas Directrices Regionales del Litoral Andaluz<sup>6</sup>, aprobadas definitivamente en 1995<sup>7</sup>. Como indicamos en su momento:

*...ya durante su tramitación se enfrentó a distintas vicisitudes como la aprobación de sucesivos cuerpos normativos con diferente grado de incidencia en la materia que regulaba y que sin duda dificultó que vieran la luz, lo que ya parecía predecir su nula aplicación y eficacia práctica.<sup>8</sup>*

Algunas de las cuestiones a destacar del documento son, sin lugar a dudas, la completa descripción que contiene del litoral andaluz y la diferenciación de ocho unidades territoriales.

Con las Directrices Regionales del Litoral Andaluz se está ante un documento en el que prevalece su carácter analítico y propositivo, frente al normativo. Sin obviar, el momento de su tramitación y aprobación, en que aún no se encontraba vigente el primer, y a día de hoy, único texto legislativo con el que Andalucía vino a desarrollar su competencia en ordena-

ción territorial: la Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía (LOTA)<sup>9</sup>.

#### 3.1. Unidades territoriales del litoral andaluz en las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía

El documento de las Directrices se conforma por una Memoria Informativa, unas Disposiciones y la Cartografía. Es en el apartado dedicado a la Memoria Informativa en el que, además del diagnóstico de situación que presenta el litoral andaluz en el momento de su elaboración, se formulan diferentes unidades territoriales para el mismo.

Consciente de la diversidad y complejidad que presenta el territorio litoral, se incluyen zonas que, aun no participando directamente de los fenómenos litorales, en las mismas tienen lugar actuaciones y actividades que desde el punto de vista económico y territorial le afectan, lo que justifica la necesidad de su tratamiento por su estrecha relación con el sistema litoral. Las Directrices identifican ocho unidades territoriales como características del dominio litoral andaluz: sierras litorales y prelitorales; acantilados; dunas y arenales costeros; ramblas; lagunas litorales; playas, estuarios y marismas; provincia nerítica y plataforma continental. Destaca, en la franja costera andaluza, tal y como las Directrices señalan, los acantilados, casi un 20% del ámbito, y las playas, en torno al 65% (Figura 1). Significativo, de igual forma, que, en el momento de redacción del documento, ya el litoral

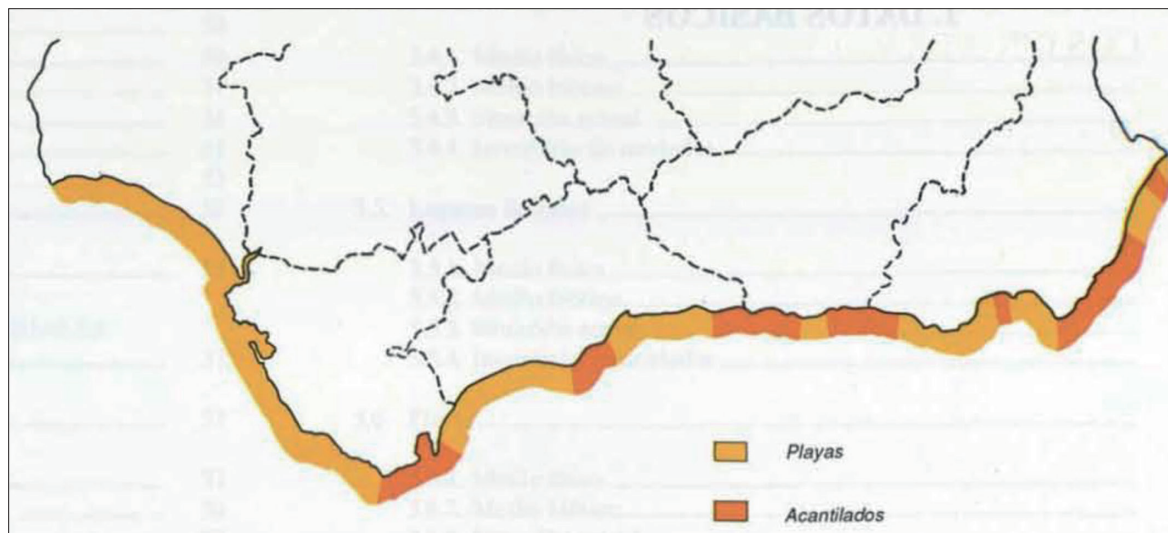
6. Decreto 76/1985, de 3 de abril, por el que se autoriza la formulación de las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía. BOJA núm. 45, de 10/05/1985.

7. Decreto 118/1990, de 17 de abril, por el que se aprueban las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía. BOJA núm. 40, de 18/05/1990.

8. Rando Burgos, E. (2018). La anulación del Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía por el Tribunal Superior de Justicia de Andalucía: ¿nuevas dificultades en la planificación territorial de Andalu-

cia? En *Revista de Estudios de la Administración Local y Autónoma*. Nueva Época, núm. 10, pp. 109-131 (p. 112).

9. Si bien cuando se escriben estas líneas se viene tramitando un nuevo marco legislativo, el Proyecto de Ley para la Sostenibilidad del Territorio de Andalucía, con la iniciativa legislativa del texto publicado en el Boletín Oficial del Parlamento de Andalucía, XI legislatura, núm. 563, de 29 de abril de 2021.



**Figura 1.** Caracterización general de la costa andaluza.  
Fuente: Directrices Regionales del Litoral de Andalucía

andaluz era el soporte territorial del 32% de la población, con una densidad de 262 hab/km<sup>2</sup>.

Siguiendo idéntico esquema para cada una de las unidades territoriales, las Directrices analizan su caracterización atendiendo a cuatro aspectos: el medio físico, el medio biótico; la situación que presentan en el momento de redacción del documento; y el inventario de las unidades que la conforman. De igual forma, atienden a lo que denominan aspectos socioeconómicos del litoral andaluz: población, agricultura litoral, recursos vivos, industria, turismo e infraestructura portuaria.<sup>10</sup>

### 3.2. Disposiciones de las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía

Como se indicaba con anterioridad, las Directrices dedican un apartado a lo que vienen a denominar "disposiciones", diferenciando entre disposiciones generales, disposiciones particulares por unidades territoriales y disposiciones finales.

Con carácter general, el artículo 1.2. señala el carácter vinculante de las mismas para la

10. Sobre sostenibilidad, turismo y litoral, véase el trabajo de la profesora Zamora Roselló, M.R. (2017). La sostenibilidad turística a través de los instrumen-

actuación pública en cuanto a los objetivos y resultados que deben lograrse en el ámbito litoral, dejando los medios y formas concretos para conseguirlos a los distintos organismos administrativos, que deberán asegurar la coordinación de sus actuaciones para la más adecuada gestión del litoral.

No obstante, el propio documento aclara que no sólo incorpora disposiciones en sentido propio, también, y junto a aquellas, contiene "líneas de actuación", "recomendaciones" y "medidas". Desde el punto de vista jurídico, es importante matizar las diferencias entre las mismas por las consecuencias y vinculaciones que generan. De esta forma, mientras las "líneas de actuación" aspiran a ser "la expresión de una orientación genérica que se pretende sea tenida en cuenta por el conjunto de la Administración Autónoma en su actuación sobre el litoral, sin que ello lleve en ningún caso aparejada la asunción de obligaciones específicas", en sentido propio, las directrices "pretenden llevar más allá el contenido de las líneas de actuación para establecer una orientación o unos objetivos más específicos, aunque dejando un gran margen de maniobra en cuanto a la forma

tos andaluces de planificación. *Revista Andaluza de Administración Pública*, núm. 98, pp. 395-426.

en que haya de darse cumplimiento”, en síntesis, tienen un carácter más finalista en cuanto al objetivo a lograr siendo las diferentes Administraciones competentes las que han de fijar el medio para su consecución. Por su parte, en los casos en que se pueda llegar a concretar la forma en que debe desarrollarse la intervención administrativa para alcanzar los objetivos previstos, las Directrices emplea las “medidas” que implican el mayor grado de concreción del documento y que se centran en el planeamiento urbanístico y en la utilización de instrumentos específicos sobre los que se tiene un mayor control desde la Comunidad Autónoma. Por último, las “recomendaciones” se centran en los supuestos en que se proponen actuaciones de órganos de otras Administraciones, fundamentalmente, de la Administración del Estado, motivado, como literalmente señala el documento, al no poder “dirigirse directrices o medidas pero que resultan de especial importancia a la hora de marcar la pauta que se considera debería seguir la intervención pública en su conjunto”.

El diferente carácter que revisten las disposiciones contenidas en las Directrices predeterminan, en buena medida, su propia consecución quedando limitadas a su propio ámbito competencial autonómico, limitación por otra parte, que no es más que la consecuencia de la concurrencia de diferentes competencias sobre un mismo ámbito.

### 3.3. El fallido intento de las Directrices Regionales del Litoral de Andalucía

Como se apuntaba, las Directrices fueron aprobadas por Decreto 118/1990, de 17 de abril. Apenas un mes después, sería publicado, en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, el citado Decreto, pero sin incorporar a la publicación, como señalaba expresamente en su ar-

tículo único, el documento que conformaba las citadas Directrices<sup>11</sup>.

La consecuencia jurídica, un texto ineficaz por falta de publicación. Ilustrativo, como recogiera poco después el propio Defensor del Pueblo Andaluz, que entre los obstáculos del texto no sólo se encontraba la falta de publicación y la consiguiente consecuencia jurídica apuntada, de esta forma en su Informe Anual de 1995 recogía que:

*... Finalmente, tenemos que destacar que ni siquiera se procedió a publicar la propia normativa del Decreto 118/90; pero es que, además, aunque se hubieran publicado sus preceptos, sus contenidos normativos poseen una cierta indefinición, ya sea por el carácter mismo de la técnica predominantemente utilizada, “directrices”, ya sea por el temor a vulnerar la autonomía local, que en la práctica hubiera hecho muy difícil y muy compleja su exigibilidad al caso concreto. Si a ello añadimos la ausencia de medidas de índole sancionador respecto de sus incumplimientos, no era imprevisible que su observancia en la práctica fuera más un deseo, o una aspiración, de los de los redactores de la norma, que una voluntad clara de poner término a tantos desmanes como los que se ha incurrido, por acción y por omisión, en nuestro litoral, y al mismo tiempo de intentar que la configuración hacia el futuro de este espacio sea coherente con su morfología e integrada con una voluntad supramunicipal como, en si misma, por su propia naturaleza es este rico -en todos los sentidos- y maltratado espacio territorial Andaluz. Todo ello nos llevó a una conclusión: con independencia de la necesidad de realizar el Informe de seguimiento que las propias normas pre-*

11. Véase Barragán Muñoz, J.M. (1993). Perspectiva regional de la ordenación, planificación y gestión

del espacio litoral. El caso andaluz. *Revista de Estudios Regionales*, núm. 37, pp. 129-138.

*veían -y no se ha hecho- y realizar las correcciones necesarias de las propias Directrices, así como proceder a la posterior publicación de su articulado, decimos que con independencia de todo ello, tal vez sea conveniente, si no necesario, el que se estudie la posibilidad de elaboración de una Ley de Ordenación y Protección del Litoral Andaluz.<sup>12</sup>*

#### 4. El Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía

En el año 1994, sería finalmente aprobada la Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, para sucesivas menciones LOTA. Como instrumentos de planificación territorial, en sentido propio, apostaba por dos: el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía y los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional.

Si bien es cierto que Andalucía, desde sus comienzos, ha centrado sus esfuerzos en dotar de instrumentos de planificación territorial subregional a los ámbitos litorales, junto a las aglomeraciones urbanas, no será hasta el año 2012 en que, con la modificación de la LOTA por el Decreto-ley 5/2012, de 27 de noviembre, de medidas urgentes en materia urbanística y para la protección del litoral, se incorporara un nuevo instrumento, centrado precisamente, en la planificación territorial del conjunto litoral andaluz, nos referimos al denominado Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía.

Apenas tres años después, en 2015, sería aprobado el citado instrumento, dotando de esta

forma de planificación territorial a uno de los ámbitos más vulnerables y sometidos a mayores presiones de la Comunidad andaluza. Se ha de indicar que, en este momento, Andalucía ya se encontraba dotada del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía, aprobado en 2006, y un total de 17 instrumentos de planificación territorial, entre los que se encontraban todos los ámbitos subregionales del litoral andaluz<sup>13</sup> (Figura 2).

##### 4.1. Objeto, efectos y ámbito del Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía

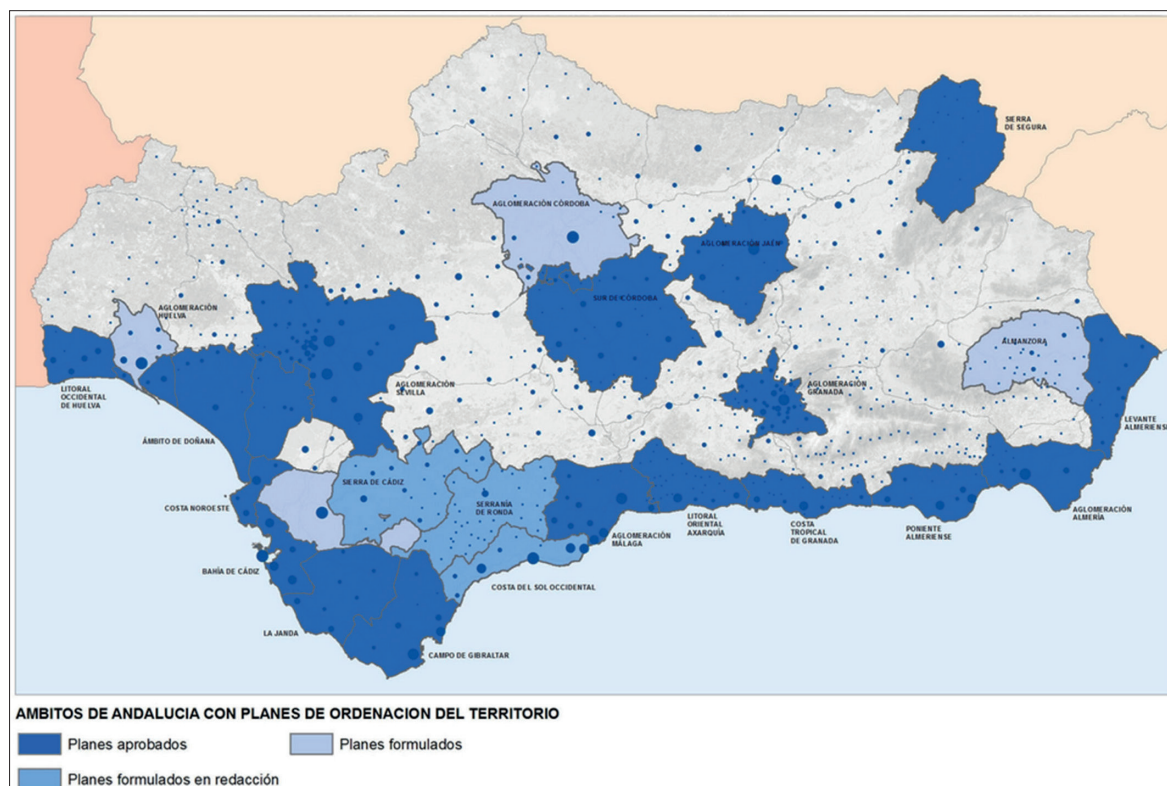
El objeto del Plan de Protección del Corredor de Andalucía, en adelante PPCLA, viene dado, conforme al artículo 42.1 de la LOTA, por establecer los objetivos, criterios y determinaciones para la protección, conservación y puesta en valor de las zonas costeras de Andalucía, en el marco de lo establecido en el propio Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía, en lo sucesivo POTA, para el dominio litoral.

En relación a sus efectos, en su apartado 2, el propio artículo 42 de la LOTA, señala que “El Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía será vinculante para los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional, y contendrá la documentación y producirá los demás efectos establecidos en esta Ley para dichos planes”. Esta previsión ha de ser puesta en relación con el art. 22 del citado cuerpo legal que establece la prevalencia del POTA sobre el resto de instrumentos de planificación territorial, entre los cuales se encuentra el PPCLA, que queda, por tanto, vinculado por las determinaciones del instrumento de planificación territorial de escala regional.

12. Defensor del Pueblo Andaluz (1995). *Informe anual al Parlamento*. Oficina del Defensor del Pueblo Andaluz (p. 28).

13. Sobre los trámites y las vicisitudes de la incorporación a la LOTA de este nuevo instrumento en la planificación territorial andaluza, nos hemos referido con detenimiento en el trabajo: Rando Burgos,

E. (2018). La anulación del Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía por el Tribunal Superior de Justicia de Andalucía: ¿nuevas dificultades en la planificación territorial de Andalucía?”. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica: REALA*, núm. 10, pp. 109-131.



**Figura 2.** Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional en Andalucía  
 Fuente: Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/fomentoinfraestructurasyordenaciondelterritorio/areas/ordenacion/planes-subregionales.html>)

En relación con el ámbito del PPCLA, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 42.3 de la LOTA, éste incluye, al menos, los primeros 500 metros de la zona de influencia del litoral, así como aquellas otras zonas necesarias para alcanzar los objetivos de protección y accesibilidad del sistema costero, de los municipios que la propia LOTA relaciona en su Anexo I. Este Anexo, recoge, distinguiendo por provincias, el conjunto de municipios incluidos en el ámbito del PPCLA, coincidente con los municipios litorales andaluces.

A partir del objetivo general del PPCLA, establecido en el art. 42.1 de la LOTA, “El Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía tiene por objeto establecer objetivos, criterios y determinaciones para la protección, conservación y puesta en valor de las zonas costeras de Andalucía, en el marco de lo establecido en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía para el dominio litoral”, el instrumento por-

menoriza sus concretos objetivos (art. 1.2 de la Normativa del PPCLA):

- Proteger los valores ambientales, naturales, paisajísticos, culturales, agrícolas y forestales de los terrenos próximos a la costa que no han sido objeto de actuaciones urbanizadoras.
- Favorecer la conectividad entre los espacios interiores y el litoral e impedir la consolidación de barreras urbanas.
- Preservar de los procesos de transformación urbanística los espacios litorales afectados por riesgos naturales, especialmente de erosión e inundación.
- Garantizar la efectividad de la protección de las servidumbres del dominio público marítimo terrestre.
- Mejorar la funcionalidad y la calidad de vida de los espacios urbanizados existentes en los ámbitos del litoral.

#### 4.2. La protección del litoral andaluz en el Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía

El PPCLA contemplaba tres categorías de protección, atendiendo a su mayor o menor valor ambiental y su papel de transición entre espacios de valor del litoral y del interior. De esta forma, distinguía entre:

- Zonas Litorales de Protección Ambiental
- Zonas Litorales de Protección Territorial 1
- Zonas Litorales de Protección Territorial 2

Su finalidad venía dada por proteger zonas que no fueron protegidas por los diferentes Planes de Ordenación del Territorio de ámbitos subregional, aprobados, como se indicaba, con anterioridad al PPCLA en los ámbitos litorales, o bien suelos que aún estando clasificados como suelo urbanizable no se habían desarrollado. Como cuestiones generales, la Normativa del PPCLA establecía un conjunto de disposiciones generales para los ámbitos incluidos en alguna de las categorías de protección. Así el artículo 6, fijaba:

- No son objeto de protección los suelos clasificados como urbanos, consolidados o no consolidados, los terrenos clasificados como sistemas generales portuarios y aeroportuarios. Para el caso de municipios sin planeamiento general, el PPCLA remite a lo dispuesto en la disposición transitoria séptima de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, LOUA.
- Los terrenos, edificaciones e instalaciones de titularidad estatal afectados a la defensa nacional quedan excluidos de la aplicación de las determinaciones del PPCLA mientras persista la afección.
- Las determinaciones de protección del PPCLA no serán de aplicación a las Actuacio-

nes de Interés Público en suelo no urbanizable que a la fecha de aprobación del PPCLA se encuentre en tramitación y hayan superado la fase de información pública.

- El planeamiento urbanístico ajustará los límites de las zonas de protección de acuerdo con sus escalas cartográficas, justificando en todo caso el cumplimiento de los objetivos establecidos en el PPCLA.
- En las zonas de protección los instrumentos de planeamiento general deberán justificar la idoneidad de sus determinaciones para la preservación de los valores puestos de manifiesto en la Memoria de Ordenación del PPCLA.

De manera más precisa, para cada una de las categorías de protección, el PPCLA establecía las siguientes previsiones:

##### 4.2.1. Zonas Litorales de Protección Ambiental

Se incluyen en estas zonas los suelos pertenecientes a los Espacios Naturales Protegidos, los montes de dominio público, los espacios de la Red Natura 2000, las vías pecuarias y el dominio público hidráulico, delimitados conforme a la legislación e instrumentos de planificación correspondiente.

En particular, el PPCLA adscribía a esta categoría determinados sectores de suelo urbanizable, ubicados en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar y protegidos por el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales vigentes.

Para estas zonas, el PPCLA establecía un régimen de uso que regula en el artículo 10 de su Normativa. Entre las previsiones contenidas, destacar:

- El planeamiento urbanístico general establecerá la clasificación del suelo y el



régimen de usos de las Zonas litorales de protección ambiental de acuerdo con la normativa e instrumentos de planificación que les sean de aplicación y la normativa del plan. [D]

- Las zonas que los Planes de Ordenación de Recursos Naturales incluyan en una categoría cuyo régimen permita su incorporación al proceso urbanístico, deberá cumplir además de lo dispuesto en dichos planes los requerimientos establecidos en el artículo 14.1. [N]
- En los espacios protegidos Red Natura 2000 que carecen de instrumentos de planificación ambiental sólo se autorizarán aquellos planes o proyectos que tras la evaluación de las repercusiones sobre dicha red se determine su no afección a los hábitats naturales y las especies que motivaron su designación. [N]
- En los montes de dominio público sólo estarán permitidas las actuaciones destinadas a la vigilancia, gestión y conservación de las formaciones forestales existentes, de la flora y fauna existentes y, en su caso, las instalaciones que tengan por objeto fomentar el uso público de estos espacios. [N]
- En los montes de dominio público y en los espacios protegidos Red Natura 2000 carentes de instrumentos de planificación ambiental, les será de aplicación, además de su normativa específica, el régimen de usos correspondiente a las Zonas Litorales de Protección Territorial que en cada caso se establecen en el Plano de Ordenación. [N]
- En caso de producirse una redelimitación de los límites de la Red de Espacios Naturales Protegidos que conlleve una reducción de la superficie protegida, los

terrenos excluidos pertenecientes al ámbito del plan se incorporarán por el planeamiento general con la misma categoría de protección que los terrenos colindantes. Si fueran colindantes a suelos urbanos o urbanizables se incorporarán como sistema de espacios libres. [D]

#### **4.2.2. Zonas Litorales de Protección Territorial 1**

Se incorporaban como Zonas Litorales de Protección Territorial 1, los suelos que presentaban algunas de las siguientes características:

- Suelos con valores naturales o paisajísticos de interés colindantes con el dominio público marítimo terrestre o con Zonas Litorales de Protección Ambiental.
- Suelos que permiten la conexión de la costa con los espacios naturales protegidos del interior.

En particular, el PPCLA incluía en esta zona de protección territorial determinados ámbitos de suelo urbanizable delimitados por el planeamiento vigente, en diferentes municipios de las provincias de Cádiz (Conil, Barbate, Tarifa y San Roque), Granada (Almuñécar y Salobreña) y Almería (Carboneras y Mojácar). Además de otros dos sectores urbanizables que son delimitados como tal en el Plano de Ordenación en Moguer (Huelva) y Cuevas de Almanzora (Almería).

El artículo 11 de la Normativa del PPCLA, fijaba el régimen de usos para estas zonas. Con carácter general, se preveía que los instrumentos de planeamiento general debían preservar estos espacios de la urbanización mediante su clasificación como suelo no urbanizable de especial protección y establecer las medidas necesarias para el mantenimiento de los recursos naturales existentes, de acuerdo con las determinaciones contempladas en el propio PPCLA. Por su parte, quedaban expresamente

prohibidas determinadas actividad, sin carácter exhaustivo, es el caso de la construcción de viviendas, industrias o cualquier otro tipo de construcciones e instalaciones, excepto las vinculadas directamente a la conservación y al mantenimiento de los valores naturales, o a las actividades recreativas o educativas asociadas a los mismos; cualquier actuación que pudiese alterar las condiciones paisajísticas del ámbito, en relación con su magnitud, visibilidad y dificultad de integración en el entorno, o que pudiera inducir riesgos graves de erosión, salvo las infraestructuras e instalaciones sujetas a instrumentos de control y prevención ambiental que integrasen las correspondientes medidas de restauración e integración paisajísticas.

Con carácter excepcional se preveía que los instrumentos de planeamiento general podrían incorporar al proceso urbanístico los suelos incluidos en Zonas de Protección Territorial 1 que, justificadamente, se consideren imprescindibles para satisfacer la demanda de crecimiento de los núcleos ubicados íntegramente en el ámbito del PPCLA o los precisos para completar la estructura urbana de los núcleos existentes o resolver la ordenación de las zonas de contacto entre el suelo urbano y los suelos protegidos por el propio PPCLA.

#### **4.2.3. Zonas Litorales de Protección Territorial 2**

Con carácter general, se adscribía a esta categoría de protección, aquellos suelos que presentaban alguna de las siguientes características:

- Suelos con valores naturales o paisajísticos dignos de protección en los que existen edificaciones, construcciones o instalaciones construidas al margen de la legalidad o que se encuentran en situación de fuera de ordenación.
- Suelos que facilitan la conectividad de la costa con el interior.

- Suelos libres de edificación que cumplen funciones territoriales específicas, de impedir la conurbación entre núcleos urbanos o contribuir a mejorar la calidad ambiental y urbana en espacios costeros muy urbanizados.
- Suelos de transición entre los suelos urbanizados, la costa y las zonas con valores naturales.
- Suelos sometidos a riesgos de erosión, desprendimientos, corrimientos, inundaciones u otros riesgos naturales.

Además, de manera particular, el PPCLA incluía en esta categoría un buen número de ámbitos de suelo urbanizable delimitados por el planeamiento vigente que afectan a diferentes municipios de todas las provincias litorales andaluzas: Huelva (Lepe y Cartaya), Cádiz (Sanlúcar de Barrameda, Chipiona, La Línea, San Roque), Málaga (Manilva, Estepona, Vélez-Málaga), Granada (Almuñecar, Motril, Albuñol) y Almería (Adra, Roquetas de Mar, Almería, Cuevas de Almanzora). Así, como determinados terrenos delimitados en el Plano de Ordenación pertenecientes a diferentes ámbitos de planeamiento de Cádiz (Sanlúcar de Barrameda, Rota, Puerto Real, San Fernando, Vejer de la Frontera y Barbate), Málaga (Vélez-Málaga), Granada (Almuñecar) y Almería (Roquetas).

De igual manera a lo establecido para las Zonas Litorales de Protección Ambiental y las Zonas Litorales de Protección Territorial 1, el artículo 12 de la Normativa del PPCLA regulaba el régimen de protección de manera concreta para las Zonas Litorales de Protección Territorial 2.

Con carácter general, se establecía que los instrumentos de planeamiento general han de preservar estos espacios de la urbanización mediante su clasificación como suelo no urbanizable de especial protección, o su destino a sistema de espacios libres y establecer las medidas

necesarias para el mantenimiento de las condiciones paisajísticas y de los usos forestales o agrícolas de acuerdo con las determinaciones establecidas en el PPCLA. De manera expresa, quedaban prohibidas determinadas actividad o usos que también se concretaban. Nuevamente sin carácter exhaustivo es el caso de la construcción de viviendas, industrias o cualquier otro tipo de construcciones e instalaciones, excepto las vinculadas directamente a la conservación y al mantenimiento de los valores naturales, o a las actividades recreativas o educativas asociadas a los mismos, así como las infraestructuras destinadas a la prestación de servicios públicos que, ineludiblemente, debieran localizarse en esta zona; o cualquier instalación que pudiese alterar las condiciones paisajísticas del ámbito, en relación con su magnitud, visibilidad y dificultad de integración en el entorno, o que pudiera inducir riesgos graves de erosión, salvo las infraestructuras sujetas a instrumentos de prevención y control ambiental que hubiesen integrado las correspondientes medidas de restauración e integración paisajísticas.

De manera excepcional, los instrumentos de planeamiento general podían incorporar al proceso urbanístico los suelos incluidos en Zonas de Protección Territorial 2 que, justificadamente se considerasen imprescindibles para satisfacer la demanda de crecimiento de los núcleos ubicados en este ámbito, cuando no fuese posible satisfacer dicha demanda en contigüidad con los mismos fuera de los 500 metros del corredor litoral o bien cuando fueran precisos

para completar la estructura urbana de los núcleos existentes o para resolver la ordenación de las zonas de contacto entre el suelo urbano o urbanizable y el suelo no urbanizable protegido por el PPCLA. En todo caso, los suelos no urbanizables que atendiendo a dichos criterios se incorporasen al proceso urbanístico, debían cumplir un conjunto de condiciones. En particular, no se podían clasificar nuevos suelos hasta que se hubiesen consolidado por la edificación el 70% de los suelos urbanos y urbanizables existentes en el núcleo que se ampliaba, excepto cuando dichos suelos se destinaban a la ampliación en contigüidad de instalaciones productivas existentes y para los núcleos existentes incluidos íntegramente en el ámbito del PPCLA, que podrían ocupar la zona colindante al dominio público marítimo terrestre siempre que se justificase expresamente la imposibilidad de crecimiento hacia el interior<sup>14</sup>.

Por último, se establecía que para estas zonas el planeamiento general integrara las nuevas infraestructuras que se autorizasen en desarrollo de los instrumentos de planificación portuaria que afectasen al ámbito del PPCLA, incluyendo los suelos precisos para las instalaciones, dotaciones y demás actividades complementarias.

#### 4.3. Nuevo varapalo al litoral andaluz

Apenas dos años después de su aprobación, en septiembre de 2017, el PPCLA sería declarado nulo de pleno derecho por el Tribunal Superior de Justicia de Andalucía, mediante sendas sen-

14. Junto a estos criterios, también se señala la obligación de cumplir determinadas condiciones establecidas en los apartados. a), b), e) y f) del artículo 14.1 de la Normativa del PPCLA, precepto que regulaba la ordenación de la franja costera y en concreto, la incorporación de suelos al proceso urbanístico.

- Deberán ser colindantes al menos en un 30% de su perímetro con suelos urbanos o urbanizables con ordenación pormenorizada (art. 14.1.a))
- No se podrán delimitar sectores de suelo urbanizable en terrenos cuya pendiente media sea superior al 50% ni podrán edificarse los suelos

con pendientes superiores al 35%, debiendo quedar justificadas estas circunstancias en el correspondiente instrumento de planeamiento (art. 14.1.b))

- Los sistemas generales de espacios libres se ubicarán, siempre que sea posible, colindantes con el dominio público marítimo terrestre o hidráulico, y facilitarán el acceso a la costa (art. 14.1.e))
- Se respetarán las zonas arboladas, y las zonas de interés natural ubicadas en el interior de los sectores las cuales se calificarán como sistema general o local de espacios libres (art. 14.1.f))

tencias. Presentado recurso de casación ante el Tribunal Supremo, el mismo fue inadmitido a trámite, deviniendo en firme las citadas resoluciones judiciales<sup>15</sup>.

Si bien, es importante destacar que los motivos del fallo se deben a cuestiones formales en su tramitación, el resultado es que nuevamente el litoral andaluz queda sin un instrumento de carácter integral que, desde la planificación territorial se encargue del mismo.

### **5. De las Directrices al Plan, del Plan a las Directrices: las nuevas previsiones para el litoral andaluz**

Desde la declaración de nulidad del PPCLA, pese a continuar siendo la figura vigente en la LOTA, ninguna información se ha publicado sobre el devenir de las mismas o la elaboración de un nuevo instrumento, solución por ejemplo por la que se optó al declararse la nulidad del Plan de Ordenación del Territorio de ámbito subregional de la Costa del Sol Occidental de Málaga<sup>16</sup>.

La tramitación de un nuevo marco legal en Andalucía, en el que se aúna la legislación en materia de urbanismo y en ordenación del territorio, y aún con la cautela que requiere un documento que por el momento<sup>17</sup> se encuentra, como se indicaba, en tramitación<sup>18</sup>, puede ser la razón de esta aparente inactividad. El proyecto de Ley de Impulso para la Sostenibilidad del Territorio de Andalucía, en adelante LISTA, ofrece algunas de las claves del futuro que la

planificación territorial del litoral andaluz podría tener en los próximos años.

Por un lado, el PPCLA ya no se incorpora como instrumento de planificación territorial. La LISTA, en su artículo 34, señala como instrumentos: el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía; los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional; y los Proyectos de Actuación Autonómicos.

Por otro, la opción del legislador andaluz, como se adelantaba en el título del presente apartado, es optar por la figura de las Directrices para la Protección del Litoral.

En su redacción actual, la LISTA dedica dos preceptos a regular las citadas Directrices para la Protección del Litoral: artículo 35, dedicado a los principios básicos para la ordenación del litoral; y artículo 36, que regula el conjunto de medidas específicas para la protección del espacio litoral.

Como principios básicos, la LISTA se encarga de cuatro aspectos. En primer lugar, de conceptuar qué ha de entenderse por “espacio litoral”, fijando como tal:

*la zona de influencia del dominio público marítimo terrestre definida por la legislación específica en materia de costas, excluyendo de la mismas las zonas contiguas a los márgenes de los ríos. Los instrumentos de ordenación territorial y urbanística podrán incorporar al espacio litoral aquellas otras zonas que se consideren necesarias*

15. Sobre el particular, véase Rando Burgos, E. (2018) La anulación del Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía por el Tribunal Superior de Justicia de Andalucía... op. cit.

16. Tras su declaración de nulidad por el Tribunal Supremo en octubre de 2015, en septiembre de 2017, sería publicado el decreto por el que se formulaba la elaboración de un nuevo instrumento para este ámbito del territorio andaluz.

17. Al cierre del presente trabajo, septiembre de 2021.

18. En fecha 29 de abril de 2021, sería publicado por el Boletín Oficial del Parlamento de Andalucía, núm. 563, el Proyecto de Ley de Impulso para la Sostenibilidad del Territorio de Andalucía. Sometido a debate parlamentario, en mayo de 2021, se presentó una enmienda a la totalidad que prosperaría, paralizando su tramitación.

*para alcanzar los objetivos de protección y accesibilidad del litoral.*

En segundo lugar, aboga por la preservación de actuaciones que puedan menoscabar su conservación y puesta en valor como recurso territorial de la Comunidad Autónoma, en coherencia con una ordenación compatible con la legislación básica estatal en materia de costas, la legislación estatal que pudiese afectar a la misma y con un desarrollo sostenible adecuado a la capacidad de acogida del territorio.

En tercer lugar, dentro de dichos principios básicos, la LISTA conceptúa como actuaciones con incidencia en la ordenación del territorio aquellos actos y usos del suelo sometidos a actos de intervención municipal y actuaciones de transformación urbanística que se implanten en suelo rústico incluidos en el espacio litoral, cuando los mismos se realicen en ausencia de instrumento de ordenación territorial o sin estar expresamente previstos en el mismo.

En cuarto y último lugar, también se posibilita, según se infiere de la lectura del apartado 4 del artículo 35, junto a las señaladas actuaciones con incidencia en la ordenación del territorio, actuaciones de nueva urbanización en los terrenos incluidos en la zona de servidumbre de protección del dominio público marítimo terrestre, si bien cuando carezcan de ordenación urbanística detallada deben destinarse a sistema general o local de espacios libres. El citado precepto, señala, asimismo, que en la zona de influencia del dominio público marítimo terrestre se evitará la urbanización continua y las pantallas de edificación, procurando la localización de las zonas de uso público en los terrenos adyacentes a la zona de servidumbre de protección. Llamativa, sin duda, la dicción del precepto que, en su redacción literal, no prohíbe dichas actuaciones sino únicamente señala que se “evitarán”.

En relación con las medidas específicas para la protección del espacio litoral, cuestión que

regula la LISTA en su artículo 36, el eje central gira en torno a las determinaciones que los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional han de incorporar en aras a la protección del espacio litoral. De antemano, se intuye una vuelta a la regulación anterior a la modificación de la LOTA para incorporar como instrumento de planificación territorial, el PP-CLA, en la medida en que, como se señalaba, ya los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional, en adelante POTS, se habían centrado en Andalucía en regular los ámbitos litorales, contemplando medidas concretas para el mismo. En este contexto, la LISTA propugna que sean dichos POTS que comprendan terrenos incluidos en el espacio litoral los que deban incluir un conjunto de determinaciones destinadas a la protección del litoral, en concreto las siguientes:

- La delimitación del espacio litoral conforme a lo establecido en el artículo 35 de la LISTA.
- La indicación de las zonas del espacio litoral que por sus funciones territoriales o por sus valores naturales o paisajísticos deben ser preservadas del desarrollo urbanístico o deban formar parte de infraestructuras verdes.
- Directrices para la ordenación de las áreas de crecimiento de los núcleos urbanos situados en el espacio litoral de forma que se garantice, además del acceso y uso público del frente litoral previendo aparcamientos y accesos al mar suficientes, la reserva de suelo para espacios libres y usos dotacionales y estratégicos vinculados a la puesta en valor del espacio frente litoral como recurso turístico.
- Directrices para minimizar los daños sobre las personas, bienes y el medio ambiente en las zonas con riesgos naturales.
- El establecimiento de corredores o ámbitos de conexión del sistema costero con los espacios libres interiores, a fin de proporcionar conec-

tividad al territorio, preservando la funcionalidad de los ecosistemas y evitando su fragmentación.

- Las determinaciones de los Planes con Incidencia en la Ordenación del Territorio y del instrumento de ordenación urbanística que deban ser objeto de adaptación, justificando las alteraciones propuestas.

De igual forma, se contempla que, en ausencia de POTS o cuando los mismos no contengan dichas determinaciones específicas, los instrumentos de ordenación urbanística general justificarán su adecuación a los criterios que establezca el POTA en relación con la ordenación y protección del litoral. Se faculta de esta forma, a los municipios, cuando carezca de POTS en su ámbito o, siquiera, no contenga las citadas determinaciones, a justificar su adecuación al POTA.

## 6. Reflexiones finales

Pese a los diferentes intentos de instrumentos centrados en la protección y preservación del litoral andaluz, que se remontan décadas atrás, diferentes cuestiones han llevado a que los mismos no hayan tenido el éxito que hubiese sido deseable y necesario, con una evidente consecuencia: en la actualidad, Andalucía no cuenta con un instrumento específico que desde la planificación territorial se encargue del mismo.

Si lo anterior reviste particular importancia en cualquier espacio costero, en Andalucía, pre-

cisamente por las fuertes presiones que viene sufriendo desde hace décadas unido a una masiva (en alza) presencia poblacional y a diferentes usos que inciden negativamente en el mismo (no debe obviarse, la importancia, a modo de ejemplo, del turismo en esta Comunidad Autónoma), se hace particularmente preocupante.

No obstante, no parece, a la luz de la situación actual y de las revisiones legislativas en marcha que la cuestión pueda tener una solución, al contrario, se flexibiliza (con las continuas remisiones a la legislación estatal en materia de costas) la protección del espacio litoral andaluz con respecto a la regulación todavía vigente.

Parece a la luz de los datos que Andalucía debería tomar de una vez por todas, y de manera definitiva, apostar desde su marco normativo por instrumentos y mecanismos dirigidos a, de manera efectiva y coherente, preservar y proteger uno de sus ámbitos más preciados y, a la vez, con mayores problemáticas: el litoral. Sin duda, el PPCLA, a la luz de la nueva regulación parece que fue una, de otras tantas, oportunidades que se dejaron pasar para solventar la cuestión. De igual forma, parece se continúa obviando que, por lo general, el empleo por las Comunidades Autónomas de sus competencias sobre el ámbito litoral, que desarrollan a través de la planificación territorial, tiene como objetivo incrementar la protección y preservación que desde el marco estatal viene dado a un bien tanpreciado como lo es nuestro litoral.

## GESTIÓN DE RIESGOS COSTEROS: SOLUCIONES ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES EN LANZAROTE TRAS EL HUNDIMIENTO DE LA CARRETERA LZ-703

**Mathilde Wagnier\***

**Ariadna Torrens\***

**Aquilino Miguélez**

Oficina de la Reserva de la Biosfera, Cabildo de Lanzarote.

**Ana Carrasco**

Oficina de la Reserva de la Biosfera, Cabildo de Lanzarote.

**Orlando Hernández**

Casa de los Volcanes, Cabildo de Lanzarote

**Jaime Arranz**

Casa de los Volcanes, Cabildo de Lanzarote

**Elena Mateo**

Geoparque de Lanzarote, Cabildo de Lanzarote.

**Jesús Martínez Frías**

Instituto de Geociencias IGEO, CSIC-UCM

**Juan Baztan**

Universidad de Versalles SQY, CEARC, Marine Sciences For Society

### Resumen

Las disciplinas que trabajan en la ordenación del territorio han observado en las últimas décadas cómo el cambio climático transforma los paisajes y condiciona las herramientas de análisis, estudio e intervención. Los riesgos costeros son testigos del cambio de paradigma requerido y nos ofrecen una buena ocasión para mejorar nuestra capacidad de adaptación integrando medidas no estructurales en la gestión de riesgos. El hundimiento de un tramo de la carretera principal en Lanzarote LZ-703 a su paso por el parque natural de Los Volcanes en febrero de este año 2021, nos recuerda la fragilidad de nuestras infraestructuras costeras y lo necesario, quizás urgente, que es mejorar el diálogo con el conjunto de la sociedad y las medidas no estructurales asociadas, como complemento fundamental a las medidas estructurales en la gestión de riesgos costeros.

En el presente artículo presentamos los primeros resultados de la adición de dos campos metodológicos implicados en la gestión de riesgos costeros en Lanzarote: cuantitativos y cualitativos. Y cómo nos ha aportado una nueva perspectiva, desde la que establecer el perímetro de la representación de los riesgos costeros en Lanzarote para definir las prioridades comunes y que la gestión de los riesgos costeros y el conjunto del territorio tengan en cuenta: la complejidad de los fenómenos asociados, los límites del planeta y los valores de las comunidades afectadas.

**Palabras clave:** Riesgos costeros, cambio climático, medidas estructurales, medidas no estructurales, complejidad

\* Las dos autoras principales del artículo han realizado sus prácticas de fin de estudios en la Oficina de la Reserva de la Biosfera del Cabildo de

Lanzarote con la colaboración activa del conjunto de autores y sus respectivas instituciones. Baztan y Miguélez ejercieron de tutores de ellas dos

## 1. Introducción

*Nuestra visión es la de un mundo en el que las personas sean conscientes de su futuro común y de sus interacciones con nuestro planeta, y trabajen juntas, de manera responsable, para construir sociedades prósperas en armonía con la biosfera.*  
(UNESCO MaB)

Con esta introducción de su programa Man & Biosphere (MaB, <https://en.unesco.org/mab>), cuyo 50 aniversario se celebra este año 2021, la UNESCO hacía hincapié en la necesidad, para la humanidad, de tomar conciencia de su impacto sobre el entorno natural, y de actuar en consecuencia para lograr desarrollarse de forma más sostenible y respetuosa con el medioambiente. La erupción en La Palma está ocurriendo mien-

tras escribimos este artículo. Nos recuerda lo frágil de nuestras infraestructuras y lo necesario de mejorar el equilibrio entre las actividades humanas y el conjunto del planeta. A otra escala -y de otra naturaleza que la inesperada erupción volcánica en La Palma- se produjo en febrero de este mismo año 2021 el hundimiento del tramo de la Lz-703 en Lanzarote, Reserva de la Biosfera desde hace más de 25 años: riesgo, incertidumbre y complejidad configuran nuestros paisajes (Figura 1).

En la última edición del informe Ocean State Report (2020) del Copernicus Marine Service podemos leer que el nivel del mar ha subido un promedio de 3,3 milímetros anuales desde 1993, con una aceleración de la subida en este mismo periodo. En el puerto de Santa Cruz en la isla de Tenerife vecina de Lanzarote se ha registrado un



**Figura 1.** Foto del tramo hundido en la carretera Lz-703 el mes de febrero 2021  
Foto: (Wargnier,2021).



incremento del nivel del mar de un promedio de 2.09 milímetros por año entre 1927 y 2013 (Marcos et al, 2013), unos 20 centímetros de aumento en un siglo. A la elevación de nivel del mar, se suma la creciente frecuencia de episodios de oleajes extremos; la combinación de ambos resulta en un incremento, generalizado a todas las zonas litorales del planeta, de los peligros costeros, materializados en inundaciones y en una aceleración de la erosión costera, mientras que la exposición y la vulnerabilidad de la sociedad y de los hábitats naturales ante estos peligros se ven agravadas por la creciente concentración de la población, de las actividades socioeconómicas, de las redes de servicios, y de las construcciones e infraestructuras asociadas en las zonas litorales (IPCC, 2019; Rangel-Buitrago, Bonetti y Martínez, 2019). La combinación de estos procesos resulta en un aumento de los riesgos costeros (Zanuttig et al., 2015; IPCC, 2019).

A la luz del consenso científico que afirma el origen antrópico del cambio climático, identificando un aumento claro de los riesgos asociados al cambio climático (IPCC, 2018, IPCC, 2019) y frente a la necesidad de proponer alternativas de gestión territorial que respeten los límites del planeta, parece una hipótesis razonable crear marcos de intervención que integren la complejidad del planeta; alejarnos de las representaciones mecanicistas que representan los métodos estructurales como son los diques y los muros y construir una gestión de riesgos que integre la diversidad de representaciones de las sociedades afectadas y la fragilidad de los sistemas más vulnerables.

## 2. Metodología

El presente estudio tiene como objetivo establecer el perímetro de los riesgos costeros en Lanzarote, a partir de una perspectiva común definida entre los datos instrumentales y la representación social de los riesgos costeros, combinando dos campos metodológicos:

### 2.1. Datos cuantitativos y las medidas instrumentales asociadas.

De todos los datos relacionados con el cambio climático, quizás el aumento del nivel del mar es el mejor conocido. El [mareógrafo del puerto de Arrecife](#) adquiere los datos del nivel del mar con licencia abierta activa y declarada (cc-by-nc-sa) y está en funcionamiento desde el año 1949 hasta nuestros días con datos desde 1955 (Fraile et al., 2014). El mareógrafo y los datos asociados son gestionados por Puertos del Estado y el Instituto Español de Oceanografía (Pérez, Payo et al., 2014; Pérez et al., 2013). Al mareógrafo del puerto de Arrecife hay que añadir los tres módulos de observación permanente del Laboratorio de Geodinámica de Lanzarote desde su creación en el año 1986: Cueva de los Verdes, Jameos del Agua y Parque Nacional de Timanfaya (Vieira, 1994). Para el estudio del nivel del mar la estación mareográfica de Jameos del Agua se instaló a finales de los años ochenta y está en funcionamiento desde entonces (Sevilla y García, 2002) a los que se suman un mareógrafo acualogger modelo 101, instalado en 2010 gracias a la colaboración con el CSIC y la UCM a unos 100m de la costa y una profundidad de 7m, un mareógrafo modelo paros en 2007 en el lago chico, un mareógrafo modelo druck en 2007 en el lago grande y otro en 2005 en el lago chico y un modelo saic en 2006 en lago grande (Tabla 1).

### 2.2. Datos cualitativos.

Los datos cualitativos se han adquirido basándonos en la Teoría Fundamentada de Glaser y Strauss (1967) necesaria para captar la complejidad de los fenómenos sociales (Cuñat, 2007) e involucrar a los participantes, desde una fase temprana del estudio, en la co-construcción de una solución colectiva a la problemática estudiada (Baztan, P. et al., 2016).

Diez entrevistas se han realizado hasta la saturación del discurso entre el 11 de mayo y el

**Tabla 1.** Mareógrafos instalados en Lanzarote

Lugar de instalación	Año de instalación
Puerto de Arrecife	1949
Jameos del Agua, lago chico	2005
Jameos del Agua, lago grande	2006
Jameos del Agua, lago chico	2007
Jameos del Agua, lago grande	2007
Jameos del Agua, 100 m de costa	2010

8 de julio de 2021. La selección de personas se ha hecho sobre criterios de representatividad y complementariedad, desde el punto de vista de la categoría socio profesional, de la edad, del lugar de residencia en la isla, del nivel de conocimiento previo sobre las cuestiones relacionadas con el cambio climático y los riesgos costeros, de la disponibilidad de las personas y de la voluntad de ser entrevistados (Tabla 2).

El guion de las entrevistas se basa en 3 preguntas abiertas: (i) ¿Puede identificar las zonas de la costa de Lanzarote que, en los últimos 50 años, han sido impactadas o han sufrido algún tipo de riesgos costeros?; (ii) ¿Y los riesgos en el presente? ¿Puede identificar las zonas de la costa que están siendo impactadas o sufren algún tipo de riesgo hoy en día?; y (iii) de cara a los próximos 25-30 años, ¿cómo cree que evolucionarán las situaciones que ha descrito?

**Tabla 2.** Entrevistas realizadas en Lanzarote los meses de mayo, junio y julio de 2021

Categoría de persona	Duración (minutos)
Administración pública	60
Administración pública	39
Sector empresarial / Turismo	42
Medios privados de comunicación	47
Administración pública	73
Centros culturales	76
Administración pública	22
Sector empresarial / Arquitectura	37
Residente de zona costera	33
Administración pública	30

Las entrevistas son grabadas con el consentimiento previo de los entrevistados, transcritas y anonimizadas para su análisis posterior. Las más de 100 hojas son analizadas de acuerdo a las siguientes categorías: Conflictos de usos, Medidas no estructurales, Medidas estructurales, Legislación (aplicada o no aplicada), Valores (recuerdos, presentes o deseados) individuales/colectivos; lo anecdótico/lo universal; lo local/lo global; Causalidad (por experiencia o esperada).

Los apartados de resultados y discusión presentan la suma de los dos campos metodológicos que nos han permitido establecer el perímetro de la representación de los riesgos costeros en Lanzarote y definir la perspectiva común presentada en las conclusiones.

### 3. Resultados

Nuestra base teórica parte del postulado que los riesgos costeros son híbridos: tienen una componente de causalidad y otra de construcción social. La forma emergente que llamamos "riesgo" resulta de la articulación de los principios "causales": cómo funcionan el binomio causa-efecto en el lugar del estudio; "normativos": la norma, los valores, lo aceptable e inaceptable y; de "prioridades": qué fenómeno merece nuestra atención. La causalidad, la norma y las prioridades las definimos a título individual y colectivo, ya sea para cada comunidad o para el conjunto de la sociedad. Estos 3 principios: causales, normativos y de prioridades constituyen en su conjunto lo que llamamos "riesgo" que, de forma muy sintética, sería un "peligro" con recorrido en la sociedad y ese "recorrido social" se lo dan los valores de la sociedad en la que se podría manifestar y en el caso que forme parte de las prioridades de esa sociedad; entraremos en más detalles en el apartado de discusión. Aclaremos estos 3 principios, causales, normativos y de prioridades, para describir los resultados en dos apartados, uno de instrumentación en el que presentamos el estado

de los diferentes instrumentos que han existido y/o existen en Lanzarote junto a las medidas a las que hemos podido acceder y, un segundo apartado en el que presentamos los elementos de representación social para definir el perímetro de los riesgos costeros en Lanzarote.

### 3.1. Datos cuantitativos, instrumentos y sensores.

En 1988 se publica un remarcable trabajo en el que se presentan los detalles de la estación geodinámica de Jameos del Agua y Cueva de los Verdes junto a los objetivos científicos de las instalaciones (Vieira et al., 1994). Desde esa fecha se han instalado más de 100 sensores, gracias al esfuerzo del Laboratorio de Geodinámica de Lanzarote (LGL) y numerosas colaboraciones (Estación Volcanológica de Canarias y el I.G.N.; UCM y el CSIC). De este conjunto de sensores tenemos datos puntuales, o series temporales de menos de 30 años, que no son significativas para los fenómenos vinculados con el cambio climático, pero el inventario de los sensores e instrumentos del LGL resulta de gran valor para establecer un diagnóstico e identificar las necesidades futuras que claramente se presentan bajo el ángulo de datos abiertos y continuidad en la adquisición.

La serie temporal que existe de más de 30 años, válida para fenómenos relacionados con el cambio climático, es la que se elabora a partir de los datos del mareógrafo de Arrecife, instalación permanente propiedad de Puertos del Estado, que ha variado ligeramente su ubicación desde la instalación en 1944 (PSMSL ID: 593), hoy en día tiene el cero hidrográfico a 4,046 metros por debajo de la señal "SS MFO" del Instituto Geográfico Nacional, situada en el interior de la caseta del mareógrafo del puerto de los Mármoles de Arrecife. El nivel medio del mar (NMM) local observado es el nivel medio horario calculado para el período de datos em-

pleados para el cálculo del cero hidrográfico. La nivelación de alta precisión del nuevo mareógrafo de Puertos del Estado y el enlace con el mareógrafo del I.E.O. en el puerto de Arrecife se realizó en el año 2009, todas las medidas se refieren a la Red Nacional de Nivelación de Alta Precisión REDNAP (Ministerio de Fomento, 2009). Los datos del mareógrafo de Arrecife están disponibles en abierto en la plataforma de puertos del estado y compilados en el Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar establecido en 1933 (<https://www.psmsl.org>) que recoge datos desde 1949 con la serie de 70 años de 1949 a 2018 que presentamos en la Figura 2.

### 3.2. Datos cualitativos, representación social de riesgos costeros.

Las más de 100 hojas de transcripción de las entrevistas y haber accedido a la saturación del discurso, nos permite elaborar un primer borrador de la representación de los riesgos costeros en Lanzarote, partiendo de la representación de cada entrevistado. 450 citas agrupadas en las siguientes categorías conceptuales:

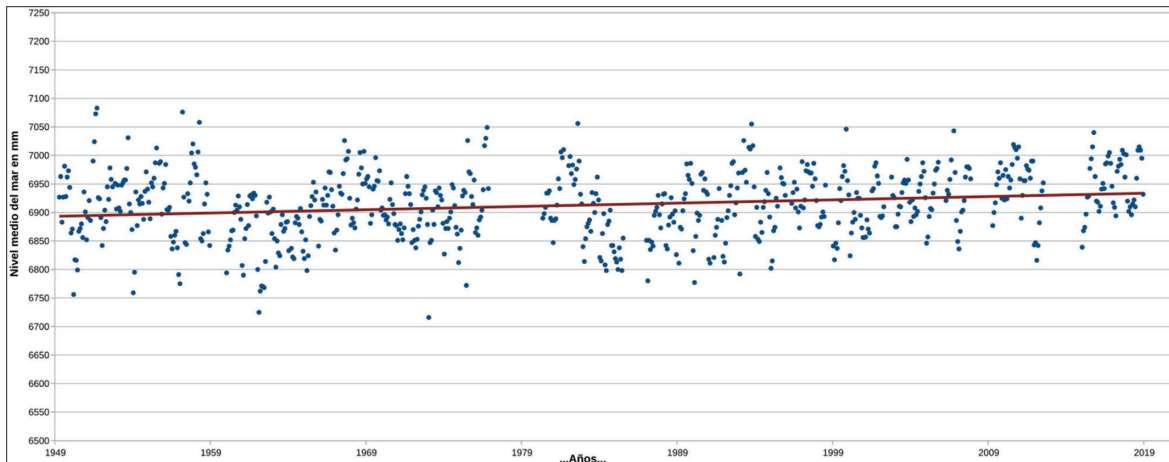
#### 3.2.1. Carácter volcánico de la isla(\*)

*La sociedad lanzaroteña no se acuerda de que hay un volcán!*  
(ENT\_2021\_Lz\_7)

*La sociedad necesita darse cuenta de los límites (...) Que es lo que estamos obligados como seres humanos, inteligentes, para lo que venga, para el futuro. No hay mejor herencia que no romper los volcanes, no romper la lava, no romper el mar...*  
(ENT\_2021\_Lz\_5)

Particularmente presente en la representación expresada por los entrevistados está el carácter volcánico de la isla, representación que surge como consecuencia, por una parte, de la memoria colectiva de las erupciones recientes del vol-

\* Las reseñas ENT\_2010\_Lz se refieren a códigos de entrevistas disponibles en (Wargnier, 2021)



**Figura 2.** Nivel medio del mar en el puerto de Arrecife. Datos de puertos del Estado compilados en Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar (<https://www.psmsl.org>)

cán de Timanfaya en los siglos XVIII y XIX, y, por otra parte, de la gran visibilidad del volcanismo de la isla hoy en día, a través del paisaje y del material geológico. Según se representan los entrevistados, el volcanismo de la isla ha permitido, por ejemplo, que se construyeran infraestructuras en acantilados rocosos volcánicos muy cercanos al mar, a la vez que la fragilidad del material volcánico contribuye hoy en día a amplificar y acelerar la erosión de la costa, aumentando de esta manera los riesgos costeros.

Es interesante notar que, sin embargo, y paradójicamente, prácticamente ninguno de los entrevistados mencionó el riesgo asociado con las potenciales erupciones volcánicas en la isla o en el resto del archipiélago canario. Parece que existe poca cultura del riesgo en la isla de Lanzarote, a pesar de su marcado carácter volcánico, mencionado de forma recurrente en las entrevistas. De ello, intuimos que quizás se pueda apelar a la memoria colectiva de las erupciones volcánicas para construir una nueva cultura del riesgo en la isla.

### 3.2.2. Convivencia con el mar

*"Es una gozada tener una casa allí y escuchar las olas del mar y salir y bañarte (...). No somos muy conscientes de eso, de que se nos vaya a inundar el pueblo"* (ENT\_2021\_Lz\_3)

*"Es decir que todo esto estaba en el agua, y la gente mayor cuenta que llegaba el agua hasta la plazuela...todo esto es terreno ganado al mar"* (ENT\_2021\_Lz\_7)

*"Hacían pues eso, casas muy pequeñitas, muy estrechitas, lo más pegado al mar posible"* (ENT\_2021\_Lz\_4)

También muy destacable es la conexión de los lanzaroteños con el mar, resultante por una parte de la tradición pesquera en la isla y, por otra parte, del disfrute contemporáneo del litoral, lugar de actividades de ocio y de relajación. Esta proximidad con el mar se materializa físicamente bajo la forma de infraestructuras y núcleos urbanos construidos en la proximidad inmediata de la línea de costa, o incluso en el dominio público marítimo-terrestre. Varios entrevistados expresan el vínculo que se representan entre esta convivencia con el mar y los riesgos costeros en la isla, mientras otros evocan la proximidad al mar al ser preguntados sobre riesgos costeros, pero sin expresar explícitamente la relación de causalidad entre ambos. Muchos de ellos manifiestan un fuerte apego, e incluso vínculo emocional, con la zona costera y con el medio marino de Lanzarote; y subrayan la fuerza de los elementos, con repetidas referencias a la amplitud de las llamadas "mareas del Pino" y a la potencia del mar y de los elementos naturales en general. Entende-

mos, por tanto, que, a pesar de tener conciencia de la peligrosidad del medio marino y de los riesgos que existen en las zonas costeras urbanizadas, la relación de los entrevistados con su espacio de vida les impide en muchos casos tener lucidez a la hora de interiorizar estos riesgos, de aceptar la evidencia, y de actuar consecuentemente.

### 3.2.3. Cambio Climático y conciencia ambiental

*"Llevamos cargándonos el planeta desde muchos años, y tiene consecuencias, evidentemente"* (ENT\_2021\_Lz\_1)

*"Y luego el tema de la subida de nivel del mar, yo supongo que en un futuro se verán afectados los establecimientos ubicados cerca del mar y las casas que están en esas zonas"* (ENT\_2021\_Lz\_8)

*"Creo que desgraciadamente los últimos años, no sé de qué número de años hablar, pero sí es verdad que los fenómenos meteorológicos que han sucedido, creo que han dejado patente que algo está pasando"*

(ENT\_2021\_Lz\_10)

Del fuerte vínculo de los entrevistados con su entorno natural en la isla, surge cierta conciencia ecologista -evidentemente mucho más marcada en los entrevistados expertos de esta cuestión- que les permite establecer una relación de causalidad entre las acciones de los seres humanos y las consecuencias sobre el medioambiente, aunque no siempre se exprese espontáneamente. Esta conciencia subyacente será una ventaja en las acciones de comunicación ambiental y de riesgos que se lleven a cabo.

Entre los resultados más destacables, está el grado contrastado de conciencia del cambio climático y de sus efectos, desde muy alto en los especialistas de cuestiones medioambientales, hasta casi ausente en otros entrevistados. Se expresan opiniones diversas, si no opuestas,

sobre la realidad de la subida de nivel del mar, tanto en la isla como a nivel del planeta, reflejando la inmensa brecha que existe hoy entre el conocimiento científico, la realidad aprehensible del cambio climático, y su percepción por una parte de la sociedad. Notamos en el transcurso de las entrevistas una causalidad entre la distancia mental o temporal expresada por varios entrevistados con los riesgos resultantes del cambio climático, y el hecho de que no los perciben como inmediatos ni perceptibles en el curso de su vida cotidiana.

Sin embargo, podemos observar cómo, durante las entrevistas, varias personas convierten una primera mirada al problema planteado, riesgos costeros, en una puesta en orden de su memoria y conciencia, y un cambio de actitud, hacia mayor preocupación sobre el futuro. En la misma línea de pensamiento, es muy interesante notar cómo todos los entrevistados, incluso los que prima facie expresan o demuestran una conciencia muy limitada de los riesgos costeros en Lanzarote, finalmente mencionan uno o varios puntos de la isla donde se notan señales visibles de estos riesgos, demostrando que cierto conocimiento de los efectos del cambio climático ya yacía en su subconsciente, aunque no fuesen conscientes de ello. La mayoría de estos puntos coinciden con las 29 Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación Costera (ARPSI costeras) identificadas por la Dirección General de la Costa y el Mar del Ministerio de la Transición Ecológica, Energía y Reto Demográfico (MITERD) e integradas en el Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica de Lanzarote, lo que indica que los entrevistados, muchos de ellos sin ni siquiera darse cuenta, sí perciben los riesgos costeros en las zonas más afectadas de la isla, aunque que no lleguen a representárselos como tal.

Partiendo de estas indicaciones, elaboramos un mapa de sensores naturales de los efectos del cambio climático en las zonas costeras de Lanzarote (erosión e inundaciones costeras),

con sus citas asociadas. Vemos cómo la isla de Lanzarote, debido a la proximidad con los elementos naturales de su territorio, y, por tanto, a la visibilidad de los procesos que los afectan, se perfila como un sistema idóneo de monitorización y alerta de riesgos ambientales, entre ellos, los riesgos costeros; característica que se podrá aprovechar en el marco de la comunicación de riesgos y de la concienciación del público.

La mayoría de los entrevistados, incluso aquellos que cuestionan la realidad de la subida de nivel del mar, subrayan el hecho de que el acceso a datos científicos relacionados con el cambio climático y sus efectos, a nivel de la isla de Lanzarote, si existen, serían esenciales para valorar estos efectos, despertar conciencias, y abrir el debate en la sociedad; y varios lamentan la ausencia, o falta de acceso, a estos datos, mientras mencionan que esta información sí está disponible a nivel global.

Algunos entrevistados tienen conocimiento de que existen mareógrafos colocados en la costa de Lanzarote y deploran que el público no tenga acceso a los datos recopilados por estos dispositivos; mientras que otros afirman que estos datos contradicen las realidades ya perceptibles a simple vista en muchas zonas de la isla; hecho que ilustra la dificultad en interpretar y divulgar los datos científicos, y los límites de la metodología cuantitativa. Entendemos, por tanto, que, en el caso que nos interesa, los datos cuantitativos en sí mismos no son suficientes para explicar los procesos biosféricos complejos que desembocan en los riesgos costeros. Por lo tanto, es necesario abordar el tema desde varias vertientes para comprenderlo y tratarlo lo más completamente posible.

#### 3.2.4. Métodos de gestión de los riesgos costeros

*Para que el mar no invada las zonas construidas, creo que solo hay una solución, que es retrasar aquello que se ha construido.*

*Porque seguramente el nivel del mar siga subiendo, y no le veo muchas más soluciones*  
(ENT\_2021\_Lz\_9).

*Lo más racional sería dejar libre la zona de costa lo más posible* (ENT\_2021\_Lz\_9).

*Depende de la exigencia de nosotros mismos, y de que de verdad se avance en una ley que sea consciente de que la costa... de que tiene que retroceder* (ENT\_2021\_Lz\_9).

También muy notable es el hecho de que las opiniones expresadas en cuanto a la eficacia de los modos estructurales de gestión de los riesgos costeros están a veces opuestas, con una visión "clásica" por parte de los legos en esta materia, quienes siguen viendo las barreras físicas como pueden ser diques, rompeolas, muros etc. como protecciones válidas, sin expresar conocimiento del enfoque no-estructural: planeamiento territorial, programas de continuidad del negocio y de los servicios básicos, planes de seguro, prevención etc.; mientras que los especialistas miran con cada vez más circunspección los modos tradicionales de gestión, sin que tampoco se exhiba un conocimiento muy avanzado de las otras opciones de gestión.

Por otra parte, cabe destacar que muchos entrevistados, entre ellos aquellos que demostraron un conocimiento muy limitado de la problemática de los riesgos costeros al inicio de la entrevista, y cuya conciencia fue despertando en el transcurso de la conversación, acaban evocando el retroceso y la relocalización de los intereses costeros como única solución a largo plazo. De ello deducimos que esta medida de gestión se vuelve más aceptable conforme aumenta la conciencia de los riesgos costeros.

#### 3.2.5. César Manrique

La enorme influencia de César Manrique en la isla transpira en casi todas las entrevistas, sobre todo desde el ángulo de la voluntad que expresó, en su obra arquitectural, de poner al

turista, y al hombre más generalmente, al borde de los elementos, creando así un vínculo especial e íntimo entre el ser humano y el entorno natural de Lanzarote; pero a la vez exponiéndole en mayor medida a estos elementos, que hoy en día superan los límites que alcanzaban hace medio siglo, y convirtiendo así la isla de Lanzarote en sensor temprano, como fue mencionado anteriormente.

En particular, el caso de Jameos del Agua, inicialmente un desplome del techo del tubo volcánico creado por la erupción del Volcán de la Corona, y acondicionado por César Manrique con el objetivo de desvelar su belleza natural y convertirlo en un lugar insignia para el desarrollo del turismo en la isla, está citado por casi todos los entrevistados para ilustrar la noción de riesgos costeros en Lanzarote; principalmente, por el hecho de que una pasarela y una pista de baile ubicadas en el interior del Jameos y bordeando con el lago interior de agua de mar, se inundan con frecuencia, ilustrando así la movilidad del límite entre medio terrestre y marino, o entre el ser humano y su entorno natural; y, posiblemente, reflejando los efectos del cambio climático y de la consiguiente subida del nivel del mar; a pesar de que no existen, en la actualidad, datos cuantitativos accesibles que demuestren científicamente que el nivel del mar esté subiendo en los lagos de Jameos del Agua. Ello nos da una pista de reflexión sobre la posibilidad de comunicar con el público, mediante el arte, aprovechando la cultura artística lanzaroteña, y apelando a los sentimientos insulares, para conseguir despertar conciencias sobre el tema del cambio climático y de los riesgos costeros.

### 3.2.6. Conflictos de uso

*El Suite Farión, que todavía Costas está intentando derrumbar y tantos otros hoteles ilegales que están en el medio de la playa, construido o bien en dominio público, o bien en la franja de servidumbre (ENT\_2021\_Lz\_3).*

*Empresarios que, al estar más cerca de la administración, pues va a ser más fácil hacer aquellas cosas que quieren hacer*

(ENT\_2021\_Lz\_2).

*Independientemente de la legislación, sigue habiendo interés para explotar la costa, para sacarle rendimiento económico*

(ENT\_2021\_Lz\_7).

Transpiran en casi todas las entrevistas los conflictos de uso y abuso, lamentando que el modelo turístico actual se haya alejado mucho de la visión inicial que tuvo Manrique para la isla. La cantidad de opiniones expresadas sobre esta cuestión deja patente la importancia que reviste el asunto para ellos.

Si bien subrayan el hecho de que, en varias zonas de la isla, se ha mantenido el carácter pesquero histórico de los pueblos, casi todos expresan una profunda desaprobación de la masificación del turismo de playa, y de las correspondientes edificaciones e infraestructuras (urbanizaciones, hoteles, marinas, paseos marítimos, ampliación de aeropuerto, etc.) en las zonas costeras más concurridas de la isla, que han ido alterando a lo largo de los años el paisaje de la isla, y ocupando el litoral de manera creciente, en muchos casos en detrimento de gran parte de la sociedad lanzaroteña.

Manifiestan que esta creciente urbanización, artificialización, masificación y privatización del litoral no solo choca con el derecho básico de libre acceso y disfrute de las zonas de costas y con preocupaciones como la protección de la calidad y de la estética del entorno natural, sino también con la protección de la población frente a los riesgos costeros, pues aumenta su exposición a ellos.

A pesar de la existencia de normas insulares de planeamiento y de ordenación territorial y turística muy voluntaristas desde el punto de vista de la protección ambiental y social, y de las determinaciones estrictas de la Ley de Costas,

los entrevistados subrayan que esta evolución indeseable del modelo turístico ha sido facilitada por fallos legales y administrativos así como una mala articulación entre las competencias estatales, autonómicas, insulares y municipales, que permiten que se siga ocupando la zona costera en incumplimiento de las leyes y normas territoriales y sectoriales, dejando la impresión de que la justicia “no da la talla” en la isla, como en muchas otras zonas litorales del territorio español. Ello nos indica que estos fallos deben ser solucionados si se quiere conseguir la adhesión de la sociedad a cualquier estrategia de gestión y de adaptación a los riesgos costeros.

Por otra parte, algunos entrevistados evocan el conflicto que existe entre la protección del medioambiente y el uso del litoral por los residentes de las zonas costeras, lo que ilustra nuevamente la importancia de la mediación y el diálogo para incorporar los valores de las comunidades afectadas en la toma de decisiones, si queremos que las decisiones sean respetadas.

#### **4. Discusión y conclusiones sobre los efectos esperados en la costa.**

Este apartado de discusión y conclusiones nos permite trazar las primeras líneas para un nuevo perímetro de gestión de los riesgos costeros en Lanzarote y definir el borrador para la perspectiva común presentada en las conclusiones.

Los datos y el conjunto de la información de los numerosos instrumentos desplegados en la isla desde hace décadas necesitan articularse con la serie temporal del mareógrafo de Arrecife por ser la que tiene mejor continuidad en el pasado. Si observamos con más detalle la figura 2 de los resultados podemos ver cómo la tendencia lineal, si consideremos el conjunto de los datos desde principios de 1949 a finales del año 2018 (periodo al que hemos añadido

dos años para compensar la falta puntual de algunos datos y así tener una serie consistente de 30 años), nos indica un aumento del nivel del mar con una pendiente para ese periodo de 0.58; y observamos que la pendiente de la regresión aumenta a 1.96. Es decir, el nivel del mar de las últimas 3 décadas es 3 veces superior al conjunto de la serie temporal 1949-2018 con un aumento aproximado de 5cm en el puerto de Arrecife (Figura 3).

Este aumento del nivel medio en Lanzarote ya había sido observado y publicado en estudios anteriores (por ejemplo en el artículo de Fraile et al. de 2014), si bien los datos de los últimos años permiten una actualización, confirman la tendencia y apuntan a una posible aceleración de la subida del mar en las últimas décadas, permitiendo ajustar las observaciones locales con los escenarios globales del IPCC, que apuntan un aumento de aproximadamente 15 centímetros a nivel global a lo largo del siglo XX, y que el ritmo de subida es actualmente dos veces más rápido (3.6 milímetros/año), y que sigue con una tendencia al alza.

Según sus proyecciones, este aumento podría alcanzar entre 30 centímetros y más de 1 metro en 2100. Como comentábamos en la introducción, el Copernicus Marine Service, servicio de investigación y de supervisión del entorno marino de la Comisión Europea, constata en la última edición de su informe Ocean State Report (2020) que el nivel del mar ha subido un promedio de 3,3 milímetros anuales desde 1993, con una aceleración de la subida en este mismo periodo. En el puerto de Santa Cruz, de la vecina isla de Tenerife, se ha registrado un incremento del nivel del mar de un promedio de 2.09 milímetros por año entre 1927 y 2013 (Marcos et al, 2013). Sí, está claro que el nivel del mar sube y sube también en Lanzarote.

A la elevación del nivel del mar, se suma la creciente frecuencia de episodios de oleajes extremos; la combinación de ambos resul-



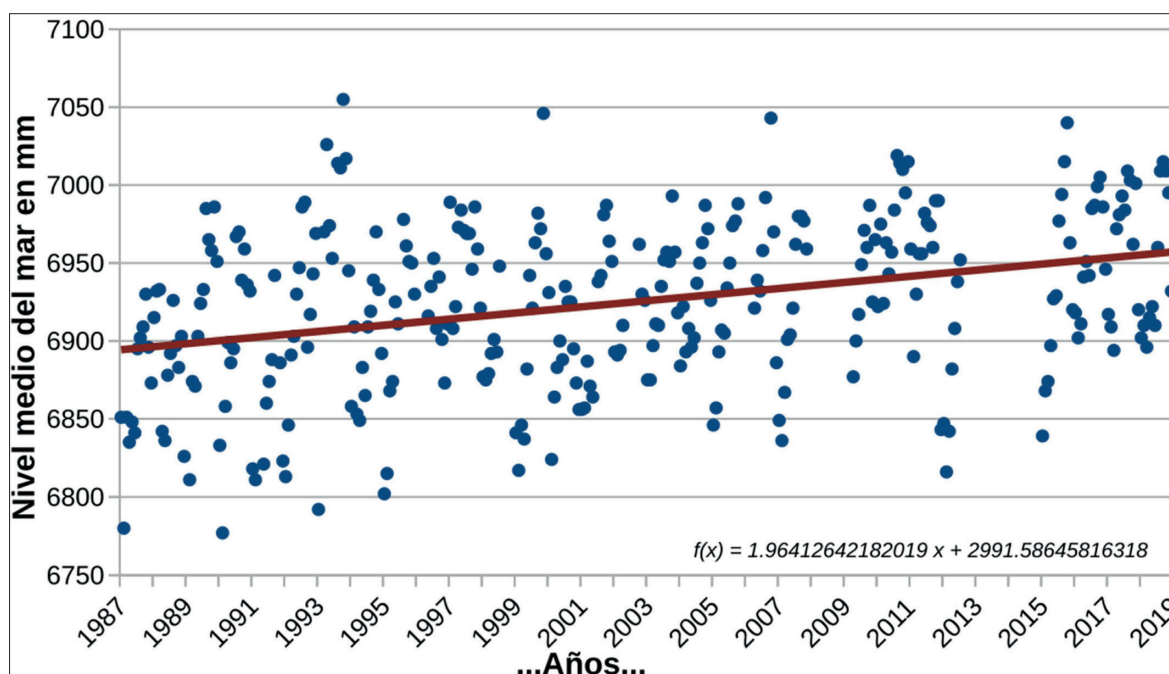


Figura 3. Detalle de la evolución de los últimos 30 años del nivel del mar en Lanzarote, datos del mareógrafo de Arrecife (<https://www.psmsl.org/data/obtaining/stations/593.php>).

ta en un incremento, generalizado a todas las zonas litorales del planeta, de los peligros costeros, materializados en inundaciones y en una aceleración de la erosión costeras, mientras que la exposición y la vulnerabilidad de la sociedad y de los hábitats naturales ante estos peligros se ven agravadas por la creciente concentración de la población, de las actividades socioeconómicas, de las redes de servicios, y de las construcciones e infraestructuras asociadas en las zonas litorales (IPCC, 2019; Rangel-Buitrago et al., 2019).

La combinación de estos procesos resulta en un aumento de los riesgos costeros (Zanuttig et al., 2015; IPCC, 2019). Reflejando esta tendencia a escala local, en la isla de Lanzarote tuvo lugar en febrero de este año un desmoronamiento de roca significativo que abrió un socavón en el borde de la carretera LZ-703 entre Los Hervideros y Playa Janubio, mostrando que la inestabilidad natural de los acantilados se debe a una combinación de los factores señalados (Mallet et al., 2014). El análisis de las entrevistas presentado en el apartado de resultados nos indica también la complejidad perceptual

del caso. A los elementos causales se les suman las prioridades individuales y colectivas y el conjunto de normas y valores que configuran la sociedad de Lanzarote y sus dinámicas.

El desmoronamiento del tramo de la LZ-703 pone en peligro la estabilidad y la existencia misma del tramo de carretera donde ocurrió, y consecuentemente, la seguridad de sus usuarios; por tanto, el Cabildo de Lanzarote procedió a cerrar el tramo afectado de inmediato, con la intención de arreglarlo cuanto antes para poder volver a abrir la carretera, muy transitada, con la mayor brevedad posible. Sin embargo, la búsqueda de una solución adecuada que se pudiera implementar en un plazo reducido chocó muy rápidamente con varias limitaciones y representa un reto en la ordenación del territorio.

#### 4.1. Métodos de intervención

El amplio rango de métodos para la gestión de los riesgos de inundación y de erosión costera, desarrollados desde hace varios siglos (Debout, P., 1999, Meur-Férec, 2004), sigue evolucionando.

nando en la actualidad como reflejo, por una parte, de la creciente exposición de la sociedad a estos riesgos (Hénaff et al, 2018), y, por otra parte, de la acumulación de conocimientos y de las enseñanzas extraídas de las experiencias adquiridas en relación con estas técnicas (Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017).

De hecho, podemos clasificar estos métodos en cuatro grandes categorías (Correa y Gonzalez, 2000; Zanuttig et al., 2015; Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017; Madelenat, 2019):

#### **4.1.1. Métodos tradicionales**

Los métodos tradicionales de gestión implican técnicas basadas en la ingeniería estructural, que protegen las zonas costeras frente a las inundaciones marinas, o conservan la línea de costa frente a la erosión, de manera artificial. Consisten en construcciones, o reforzamiento de las mismas, que se disponen en el medio marino o en la costa:

- los primeros actúan sobre la hidrodinámica; permiten atenuar el oleaje y controlar las inundaciones y el transporte sedimentario. A esta categoría pertenecen, por ejemplo, los diques rompeolas, diques exentos y espigones,

- los segundos consisten en adaptaciones de la zona costera para establecer barreras físicas ante el oleaje y el nivel del mar: muros de protección o de contención, escolleras, diques costeros, barreras de inundación; y, en el caso particular de la erosión de acantilados, consolidación de éstos mediante anclaje de pernos, inyección de cemento, colocación de geomalla reforzada, contrafuerte, modificación del perfilado, drenaje para limitar la escorrentía, etc. (Mallet et al, 2014; Reguero et al, 2017).

En el caso de las inundaciones costeras, estos métodos han podido demostrar su eficacia en ciertas circunstancias, como en el caso del Plan Delta holandés (Meur-Férec, 2011), pero también sus fallos, como pusieron de manifiesto de manera trágicamente espectacular los acontecimientos de la tormenta Xynthia de 2010 en Francia (Mercier y Acerra, 2011, Chauveau et al, 2011).

En lo que se refiere a la erosión del litoral, se está construyendo en la actualidad un consenso científico en base a la constatación retrospectiva de que los modos de gestión estructurales, en muchos casos, no logran aportar soluciones perennes a esta problemática, pues numerosas zonas donde se llevaron a cabo obras de protección se ven nuevamente afectadas por el fenómeno erosivo después de una o varias décadas, como consecuencia de la progresión ineluctable del proceso erosivo (Mallet et al., 2014). Más aún, en muchas ocasiones estas obras no hacen más que desplazar el problema, agravar la erosión en zonas adyacentes hasta incluso modificar la geomorfología costera, y afectar los ecosistemas como consecuencia de la perturbación de los procesos naturales (Meur-Férec et al., 2011; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017; Reguero et al, 2017).

Además, las proyecciones climáticas apuntando variaciones significativas, pero difíciles de prever, en el nivel del mar, y el aumento de la frecuencia e intensidad de los episodios de oleaje extremo, convierten estas medidas de gestión en soluciones cada vez menos fiables, pues requieren cálculos complejos muy sensibles a estas variables, y corren el riesgo, cada vez mayor, de quedarse obsoletas frente a la evolución rápida del entorno natural. Por último, suelen ser soluciones costosas. (Ibarra y Belmonte, 2017, Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017, Zanuttig et al, 2015).

Técnicas de gestión estructural novedosas han emergido en respuesta a estos nuevos retos cli-

máticos y ambientales: dispositivos flotantes convertidores o disipadores de oleaje, estructuras sumergidas o de baja cuota de coronación, estructuras edificadas a partir de materiales ecológicos (contenedores geotextiles rellenos de arena, rocas naturales), y/o colocadas de manera que afecten menos los ecosistemas o incluso que favorezcan la biodiversidad, y medidas de aumento de la resistencia de las estructuras de defensas existentes al sobrepaso del agua y a la mayor intensidad y frecuencia de los episodios de temporal. (Zanuttigh et al, 2015; Reguero et al, 2017).

Estas técnicas pueden ser soluciones alternativas o complementarias a los métodos tradicionales, interesantes desde el punto de vista de la eficacia, del coste, de la rapidez y facilidad de ejecución, de la reversibilidad, del menor impacto ambiental y/o de la resistencia ante el cambio climático; pero, en todo caso, resalta el hecho de que las obras marítimas son estructuras que modifican las dinámicas marinas y litorales, y que conllevan, por tanto, un fuerte impacto paisajístico y ambiental. Por estas razones, la atención de los responsables en la gestión de riesgos costeros se gira cada vez más hacia otros métodos.

#### **4.1.2. Métodos basados en los ecosistemas**

Una alternativa y/o complemento a los métodos tradicionales de ingeniería estructural reside en las técnicas que utilizan el entorno natural y los ecosistemas como infraestructura. También son conocidos bajo la denominación "ecológicos", "blandos", o "verdes".

Los hábitats naturales costeros tales como los arrecifes, sumergidos o no, las praderas marinas, las islas barreras, las playas y dunas, los bosques, los humedales, las marismas y los manglares constituyen defensas eficaces frente a la erosión y a las inundaciones: atenúan el oleaje, absorben las mareas de tormenta, retie-

nen los sedimentos y ofrecen zonas de resguardo durante los temporales. Su conservación, restauración y mejora suele tener un coste económico y ambiental significativamente menor que las medidas tradicionales de gestión de los riesgos costeros. Su comportamiento dinámico y no lineal, propio de los elementos biosféricos, las hace más adaptables a condiciones climáticas y bioquímicas cambiantes. Por último, proporcionan múltiples beneficios adicionales a través de los servicios ecosistémicos que ofrecen los hábitats (Zanuttigh et al, 2015; Reguero et al, 2017; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017).

Dentro de esta categoría, además de la simple protección de los hábitats naturales para evitar su deterioro por la acción antrópica, o para fomentar su regeneración natural, las técnicas más conocidas de restauración y de mejora de los hábitats costeros suelen ser la estabilización del medio (mediante revegetación, reforestación, colocación de cubiertas de restos vegetales o de geotextil en el suelo por ejemplo), la reintroducción de ganado o de fauna salvaje, la instalación de cortavientos o de pilotes hidráulicos de madera para mitigar los efectos del viento, del oleaje y de las corrientes marinas, o el drenaje, y la recarga en sedimentos, que puede revestir varias formas: recargas mecánicas, puente sedimentario (bypass) mecánico, hidráulico o marítimo. Estas técnicas deben en muchos casos acompañarse de medidas de gestión que limiten o prohíban el uso recreativo del medio, su frecuentación o su urbanización para no comprometer los esfuerzos de regeneración (Mallet et al., 2014; Zanuttigh et al, 2015).

La eficacia de estos métodos es muy variable, pues depende de una multitud de factores y procesos biosféricos dinámicos entrelazados cuya evolución es muy difícil, si no imposible, de prever a corto, medio y largo plazo. Existe, además, un debate sobre el impacto ambiental de estas técnicas supuestamente más ecológi-

cas que los métodos tradicionales: en primer lugar, toda acción externa sobre los ecosistemas conlleva una perturbación de estos, cuya consecuencia puede ser su deterioro o el de ecosistemas cercanos. Pensemos, por ejemplo, en la mayor turbidez del agua o en el desequilibrio sedimentario provocados por recargas de arena, en la contaminación del medio traída por ganado reintroducido, en la pérdida del equilibrio vegetal causada por plantaciones hechas por el hombre, etc. En segundo lugar, estas técnicas casi siempre implican la movilización de maquinaria, y/o la recogida de elementos naturales (vegetales, sedimentos...) de un lugar para transportar y descargarlos en otro lugar, con los impactos que conllevan estas actuaciones sobre el entorno natural. Vemos, por tanto, que el límite entre técnicas "duras" y "ecológicas" es, de hecho, muy tenue; y que muchas técnicas se sitúan en realidad en el espacio entre ingeniería y ecología (Zanuttigh et al, 2015; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017, Ibarra y Belmonte, 2017).

#### 4.1.3. Métodos no estructurales

Además de los métodos de gestión arriba mencionados, existe una amplia gama de medidas de gobernanza de la acción colectiva y que, utilizadas de forma combinada, pueden demostrar una gran eficacia en la mitigación de los riesgos costeros. Permiten no solo limitar la exposición y la vulnerabilidad de la sociedad a los riesgos costeros, sino también aumentar su resiliencia frente a estos riesgos. Tal como se describe detalladamente en el apartado 5. "Non-Structural Approaches to Coastal Risk Mitigations" del libro "Coastal Risk Management in a Changing Climate" (Zanuttigh et al, 2015), incluyen:

- La elaboración de planes de seguros privados y públicos que, por su diseño, inciten a la sociedad (individuos, organizaciones, administraciones, empresas) a reducir su exposición y su vulnerabilidad a los riesgos;

y al mismo tiempo aumenten su capacidad de recuperación post desastre, permitiendo indemnizaciones adecuadas y reparaciones/reconstrucciones rápidas. Estas políticas de seguros pueden, así mismo, contribuir a intensificar la cultura del riesgo en la sociedad, tanto por su mera existencia, como a través de su obligatoriedad en las zonas más expuestas.

- La planificación territorial, que puede reducir significativamente la exposición y la vulnerabilidad de las propiedades privadas, de los negocios, de las infraestructuras y de los equipamientos y servicios vitales a los riesgos costeros, adaptando los usos permitidos y/o las exigencias arquitectónicas, y limitando o prohibiendo futuros desarrollos en determinadas zonas. La localización de equipamientos y servicios esenciales en zonas no expuestas al riesgo aumenta, además, la resiliencia post desastre.

- La planificación de la continuidad del negocio, que también permite, mediante un plan logístico de contingencia, reducir la vulnerabilidad de los negocios a los riesgos costeros y aumentar su capacidad y rapidez de recuperación post desastre. La planificación de continuidad del negocio abarca consideraciones también sobre la elaboración y la contratación de planes de seguros adaptados, y la elección de ubicación y adecuación arquitectónica de los elementos inmobiliarios claves de las empresas frente a estos riesgos, con medidas estructurales, en su caso.

- La gestión de la recuperación pre y post desastre, cuyos elementos claves son: la información, educación y formación de todas las partes interesadas (ciudadanos, empresarios, agentes y administradores públicos, científicos), aumentando su capacidad de acción y reacción en situaciones de emergencia; la implementación de sistemas de

monitorización y alerta temprana que ofrezcan a la población la posibilidad de reaccionar antes de ser impactada; la elaboración de estrategias que permitan la continuidad de instalaciones y servicios críticos en situaciones de emergencia, reduciendo así la vulnerabilidad de la sociedad ante los riesgos; la elaboración de planes de evacuación que limiten las pérdidas humanas y favorezcan de esta manera la recuperación post crisis.

Una de las conclusiones del informe "Vivir con la erosión costera en Europa: sedimentos y espacio para la sostenibilidad: resultados del estudio" (EUROSIO, 2005), que sigue pareciendo válida hoy en día, es que el coste de las medidas de mitigación de los riesgos costeros está soportado principalmente por fondos públicos nacionales y regionales, no por las personas afectadas, y aún menos, por los responsables de estos riesgos. Por tanto, otra medida potencial de gestión no estructural consistiría en reequilibrar la carga económica de la mitigación de los riesgos y de la recuperación post desastre, a fin de incitar a las personas afectadas a limitar su exposición y su vulnerabilidad, y a las personas responsables, a adaptar su comportamiento. Esto se puede conseguir, en parte, mediante las políticas de seguro mencionadas previamente.

#### **4.1.4. No intervención, retroceso, relocalización.**

Con creciente frecuencia, entre las opciones de gestión de los riesgos costeros, se está contemplando e integrando en las estrategias públicas la posibilidad de no intervenir, de retroceder, y de relocalizar infraestructuras, bienes, actividades y personas (Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017; Madalenat, 2019). Este modo de gestión consiste en la deconstrucción de las infraestructuras y de los bienes expuestos al riesgo, y en el reacondicionamiento de las zonas afectadas para que estas mismas

constituyan una infraestructura natural de protección. Los equipamientos y bienes destruidos pueden ser relocalizados, o no (Rey-Valette et al, 2018). La estrategia a adoptar depende de las circunstancias particulares de la zona afectada, de los intereses en riesgo y de los objetivos que se busque conseguir:

- Si los intereses en riesgo no justifican una actuación, o si el balance coste-beneficio de una intervención no está probado, se puede elegir dejar seguir la tendencia natural, o incluso actuar para devolver el medio a su estado natural, como en el caso de proyectos de "despolderización" de sectores no urbanizados, como se ha visto en varios países de la UE, con el objetivo de restaurar hábitats naturales y de reducir la vulnerabilidad de las zonas en retroceso a los riesgos costeros. En este caso, no existen intereses en riesgo en la zona afectada, o no son suficientes para justificar relocalizaciones (Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017),
- Si existen intereses significativos en riesgo, pero la actuación no permite garantizar la seguridad de las personas y de los bienes, o el balance coste/beneficio no la justifica, se puede contemplar la opción de una relocalización estratégica de equipamiento, infraestructura, e incluso de la población, de las actividades y de los bienes inmobiliarios asociados (Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017).

La opción de la relocalización se ha implementado en varios países en las últimas décadas, pero a menudo de forma puntual: por ejemplo, con la expropiación y derribo preventivo de un número limitado de viviendas amenazadas por la erosión costera (Criel-sur-Mer, Francia), o con el desplazamiento de infraestructuras de transporte (Sète, Francia), cuando ya no quedaba otro remedio, y sin que formase parte de

una estrategia planificada a nivel nacional o regional. Quizás el caso más impactante sea la reciente decisión del Gobierno de Indonesia de relocalizar la capital desde la isla de Jakarta a la de Borneo (Van de Vuurst y Escobar, 2020).

En años recientes, la opción del retroceso y de la relocalización estratégica se ha estudiado en el marco de estrategias nacionales que pretenden aportar soluciones más perennes y respetuosas del medioambiente a la cuestión de los riesgos costeros, con resultados contrastados (Correa y Gonzalez, 2000; Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Guéguen y Renard, 2017). Aunque existe un consenso científico sobre la pertinencia de este modo de gestión desde el punto de vista de la preservación del medioambiente, del nivel de protección de la sociedad y de la perennidad de la solución que ofrece, las experimentaciones han puesto de manifiesto frenos significativos. El mayor de ellos es la muy baja aceptabilidad social de estas medidas, relacionada con la baja percepción de los riesgos costeros por las poblaciones afectadas y con su apego por su espacio de vida, con el riesgo electoral que conlleva para los actores políticos locales y nacionales responsables de su implementación; pero también han surgido otros desafíos en la aplicación de este modo de gestión: retos legales relacionados con la carencia de herramientas jurídicas que permitan llevar a cabo las actuaciones; y retos financieros debido al coste de las indemnizaciones y/o de la relocalización (Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Guéguen y Renard, 2017; Rey-Valette et al, 2018).

#### **4.2. Percepción y representación de los riesgos costeros**

A pesar de que exista un conocimiento y consenso científico inapelable sobre riesgos costeros a nivel global desde hace varias décadas (Quélenec, 1987; Deboudt, 1999) seguimos asistiendo hoy al creciente interés de la sociedad por vivir e implantar sus negocios en las

frangas litorales, proceso que resulta en una “rigidización” cada vez más marcada de estas zonas con la intensificación de la urbanización, y en un alza descontrolada de los precios inmobiliarios en primera línea de costa. Este contraste traduce la inmensa brecha que existe entre la realidad de los riesgos costeros, su percepción y representación por la sociedad, y las actitudes que derivan de ello; y, también, entre las políticas públicas y su puesta en práctica (Kane et al., 2014, Touili et al., 2014; Michel-Guillou y Meur-Férec, 2017).

Por tanto, transversalmente a las medidas de gestión y de gobernanza de los riesgos costeros, parece fundamental, para garantizar su eficacia, que se integren las dimensiones psicológicas, sociales, culturales y políticas de la sociedad y de los individuos que la componen, así como su relación con los riesgos (proximidad, experiencia) y con su espacio de vida (apego), pues todos estos aspectos influyen en su percepción y representación de los riesgos, y en su actitud ante estos riesgos. Condicionan por tanto su exposición y su vulnerabilidad a ellos, así como la aceptabilidad de las medidas de gestión que se implementen (Michel-Guillou, y Meur-Férec, 2015; Kane, 2016; Julien et al, 2020).

La consideración de la percepción y de la representación del riesgo por la sociedad, y su integración en el proceso de gestión de los riesgos costeros, puede, entre otras muchas formas, materializarse en:

- La concertación y participación ciudadana, fomentando la implicación de todas las partes interesadas en la elaboración y la aplicación de las medidas de gestión de los riesgos, con el objetivo de aumentar la pertinencia de estas, incrementar el reparto de conocimiento y de entendimiento del riesgo en la sociedad (cultura del riesgo) para provocar un cambio progresivo de percepción, de representación y de actitud, garantizar

una mejor aceptabilidad de las medidas, y potenciar su eficacia (Lahaye, 2007; Zanuttigh et al, 2015; De Longueville et al, 2020).

- La comunicación de riesgo, enfocada tanto a la prevención de los riesgos como a la recuperación post crisis, realizada en la forma y por los canales más adaptados a cada franja de población (Gomez, 2014; Rosas y Barrios, 2017): comunicación verbal presencial, talleres participativos, redes sociales físicas y virtuales, medios de comunicación públicos y privados, simulacros de situaciones de emergencia, etc. Y ello, usando una estrategia de comunicación y una semántica adecuadas para que el mensaje sea accesible, comprensible, asimilable y aceptable por las personas receptoras, teniendo en cuenta elementos centrales como el perfil socio-económico, la identidad, la cultura y la historia local, y los valores, memorias y representaciones, individuales y colectivos (Lahaye, 2007; Michel-Guillou y Kirien, 2014; Michel-Guillou y Meur-Férec, 2017; De Longueville et al, 2020; Reghezza et al, 2020). En la sociedad contemporánea, las redes sociales virtuales, en particular, son una herramienta de comunicación de riesgos muy potente (Gómez, 2014).

- La comunicación de riesgo pasa también por la educación desde la primera edad, y por la formación en todas las capas de la sociedad, que permiten potenciar la percepción de los riesgos, ajustar la comprensión de estos, y, en definitiva, mejorar la cultura del riesgo (Julien et al, 2020).

Existe una interconexión fuerte entre todos los elementos que constituyen la gestión y la gobernanza de los riesgos. Por tanto, no deben contemplarse de manera individual, sino en su conjunto, teniendo en cuenta su complementariedad, tal como lo resume perfectamente esta frase extraída del informe de evaluación del IPCC (2014):

*Muchas opciones de adaptación y de mitigación pueden ayudar a hacer frente al cambio climático, pero ninguna opción es suficiente por sí sola. Su implementación efectiva depende de políticas y de una cooperación a todos los niveles, y puede ser realizada a través de respuestas integradas que vinculen adaptación y mitigación con otros objetivos sociales*

#### 4.3. Apuntes del marco legal

La problemática de la gestión de los riesgos costeros en Lanzarote se inscribe en un marco legal complejo en que interaccionan legislaciones y competencias de la Unión Europea, Estado español, administraciones Autonómicas y locales. En esta complejidad, las Directivas Europeas se han de cumplir y las Leyes estatales no las pueden contradecir, igual sucede con las normas municipales con las autonómicas y estas respecto a las estatales, independientemente de las competencias que se hayan transferido.

Esta confluencia de normativas y de competencias se refleja en los 13 Espacios Naturales Protegidos competencia del Cabildo Insular y, a modo de ejemplo, en la promulgación de la Ley 4/2017 del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias, en la formulación y aprobación de sus normativas reguladoras de Uso y Gestión, y en los instrumentos de planeamiento aplicables, según su clasificación en Parque Nacional, Parque Natural, Reserva Natural, Monumento Natural, Paisaje Protegido, o Sitio de Interés Científico.

Instrumentos elaborados por el Gobierno de Canarias y aprobados definitivamente de 2003 a 2009, a excepción del Parque Natural de los Volcanes, cuyo Plan Rector de Uso y Gestión se aprobó inicialmente en 2004 pero nunca alcanzó la aprobación definitiva, y del Parque Natural del Archipiélago Chinijo, cuyo

Plan Rector quedó anulado en el 2018, como consecuencia de la inexistencia de Plan de Ordenación de Recursos Naturales cuando se realizó la declaración de dicho Espacio Natural, perdiendo dicha declaración su eficacia jurídica (BOC Nº 141, Miércoles 24 de julio de 2019 – 3715).

Muchos de los espacios naturales terrestres lanzaroteños que gozan de un estatuto de protección específico tienen fachada al litoral; por tanto, los criterios y limitaciones particulares que implica su estatuto deben condicionar la toma de decisiones y las autorizaciones de gestión en áreas costeras pertenecientes a estas zonas, cuya gestión se refuerza con las regulaciones de la Directiva Europea por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (2000), que se pasó al derecho español por medio del Texto refundido de la Ley de Aguas (2001), que regula el dominio público hidráulico, el uso del agua, y el ejercicio de las competencias en las materias relacionadas con dicho dominio, habiendo sido modificado, en 2005, con aspectos fundamentales como pasar al dominio público el agua desalada e incluir la protegiendo particularizada de manantiales y de caudales ecológicos.

La Directiva Europea, de 2007, de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación, que viene a complementar la Directiva Marco de Aguas, del 2000, elabora nuevos instrumentos a nivel comunitario para gestionar los riesgos de inundación, apoyándose en una cartografía de peligrosidad y de riesgo. Se ha traspuesto al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, de 09 de julio, de Evaluación y Gestión de Riesgos de Inundación, reforzado por el Plan Hidrológico Especial para coordinar la actuación de todas las administraciones públicas para mitigar las consecuencias de las inundaciones y los procesos de erosión costera, como sería el caso del tramo hundido de la LZ-703 en Lanzarote.

#### **4.4. El tramo hundido de la LZ-703 y conclusiones**

En el tramo de la carretera LZ-703 se materializaron parte de estos riesgos en la forma del desmoronamiento de acantilado que provocó el hundimiento de parte de la infraestructura viaria. La carretera LZ-703 es una ruta escénica preparada para la visita turística de la isla, construida a principios de los años 80, y cuyo trazado fue diseñado por el artista nativo de la isla, César Manrique, con el objetivo de poner al visitante al borde de los elementos.

Es una de las vías más transitadas por los visitantes motorizados y ciclistas de la isla, muy apreciada por su excepcional valor estético debido a su situación dentro del Parque Natural de los Volcanes (Red Canaria de Espacios Naturales) y de la ZEC los Volcanes (Red Natura 2000), lindando con el Parque Nacional de Timanfaya, y precisamente al límite entre un acantilado de basalto volcánico negro, y el mar que viene a chocar contra él, en una zona de la costa lanzaroteña muy expuesta a potentes temporales y fuertes oleajes del noroeste. Las ZEC, una vez aprobadas y comunicadas a la UE, tienen un marco jurídico legalmente no afectable por el urbanismo o la ordenación del territorio.

La carretera LZ-703 se asienta sobre una colada volcánica resultante de las erupciones recientes de Timanfaya, del 1730 al 1736, que constituyen gran parte del Parque Nacional de Timanfaya. Intervenida en varias ocasiones en las dos últimas décadas -en el 2002 y 2004 se trasladaron hacia el interior otros tramos de la carretera amenazados por hundimientos-, este tramo, en particular, fue reforzado con un muro de contención de hormigón en el año 2008, llevado por el mar pocos años después, en el 2012.

En aquel momento se tomó la decisión de no seguir proponiendo medidas estructurales



contra la erosión y de desplazar este tramo de la carretera también hacia el interior. El nuevo tramo de carretera ha vuelto a sufrir deterioros en el pie del acantilado, aunque esté más alejado de la línea de costa que en su anterior trazado. Otros cinco tramos de la carretera han sido destacados por los servicios técnicos del Cabildo Insular como “puntos críticos”, que amenazan con hundirse.

El creciente consenso de los técnicos y de los científicos sobre los límites de los métodos de gestión estructurales de los riesgos costeros, tanto desde el ángulo de la eficacia y de la perennidad, como del coste y del impacto sobre los ecosistemas presentes en la zona, y teniendo en cuenta, además, la evolución rápida del entorno natural resultante de la aceleración del cambio climático y de la naturaleza muy friable de la roca en esta zona de la isla, nos lleva a imaginar soluciones no estructurales para este tipo de situaciones de riesgo.

Las soluciones de gestión basadas en los ecosistemas son de difícil aplicación debido a las características de la zona: el acantilado volcánico, con escasa vegetación y clima árido, limita el abanico de las opciones disponibles y aplicables. El impacto que conllevarían tanto los modos de gestión estructurales como los basados en los ecosistemas – aunque estos últimos en menor medida – sería poco aceptable desde el punto de vista ambiental, en un entorno tan frágil y de tal valor ecológico, protegido por gran cantidad de normativas.

El enfoque, por tanto, podría centrarse en opciones de gestión no estructurales que destaquen:

- El valor turístico y cultural de la carretera, por su estética y por la contribución de César Manrique a la realización de su trazado.
- El valor ecológico del entorno de la carretera, por los ecosistemas que concentra, tal como

se describe, detalladamente, en el Plan de Gestión de la ZEC Los Volcanes (2015); y, en particular, las comunidades biológicas que albergan los acantilados, y que podrían verse afectadas por su deterioro.

Teniendo estas características en cuenta, las opciones de gestión no estructural podrían integrar la adaptación mediante planes de suscripción de seguros y de ordenación territorial:

- La adaptación de las políticas de seguros de vehículos motorizados, para que éstas inciten a las empresas de alquiler de coches, y a los particulares, a reducir su exposición a los riesgos costeros existentes en este tramo de la carretera.
- O, la opción, más rotunda, de adaptar la movilidad en la ordenación territorial para convertir este tramo de carretera, hasta ahora destinado a recibir un importante tráfico motorizado, en una vía de tránsito ligero, principalmente peatonal y ciclista, que se podría al mismo tiempo aprovechar para fines pedagógicos.

Estas dos opciones contribuirían a intensificar la percepción del riesgo en esta zona, y de forma más general, la cultura del riesgo en la isla.

La opción del retroceso también sería aceptable desde el punto de vista medioambiental. Si tenemos en consideración el alto valor ecológico del entorno natural de la carretera LZ-703 hasta varios kilómetros tierra adentro, debido a su situación dentro del Parque Natural y ZEC de los Volcanes, la falta de perennidad de las actuaciones que consistieron en desplazar tramos de esta carretera en el pasado, y el hecho de que el mayor interés en juego es precisamente el valor turístico, estético cultural y ecológico del entorno de la vía, entendemos que el balance intereses/coste/beneficios no

justificaría una relocalización. Y cabe destacar que un retroceso no ofrecería las mismas oportunidades de concienciación de la sociedad.

El área que nos interesa se encuentra, además, en la franja litoral del término municipal de Yaiza, territorio regido por el Plan General de Ordenación, Plan Supletorio, y Normas Urbanísticas Generales de Yaiza, 2014 (en adelante, "PGO de Yaiza") y por la Ley de Costas en lo que se refiere al dominio público costero y su área de influencia. La aprobación definitiva del PGO de Yaiza se llevó a cabo prescindiendo del informe exigido por los artículos 112 y 117 de la Ley de Costas en la tramitación de todo planeamiento territorial y urbanístico que ordene el litoral, pues este informe fue solicitado en su momento a la Administración del Estado, pero no fue emitido en el plazo previsto. Como consecuencia, la Dirección General de Costas pidió la anulación del PGO de Yaiza, impugnando la línea de dominio público marítimo-terrestre y la zona de servidumbre de la costa determinadas en el Plan. El Tribunal Superior de Justicia de Canarias y el Tribunal Supremo, en sus decisiones respectivas de 2018 y 2020, declararon la nulidad parcial del Plan, pero únicamente en la parte que incide sobre el dominio público marítimo terrestre y sus zonas de servidumbre, para que se vuelva a solicitar, se emita y se tenga en cuenta en el Plan el informe de la Dirección General de Costas.

Este informe fue finalmente emitido en junio de este año, e insta el PGO de Yaiza a fijar 100 metros de servidumbre de protección en el litoral, en lugar de los 20 metros inicialmente previstos, en varias zonas ([www.Lancelotdigital.com](http://www.Lancelotdigital.com), julio 2021; [Yaiza.es](http://Yaiza.es), julio 2021).

El tramo afectado de la carretera LZ-703 se encuentra:

- a) Lindando con la línea de dominio público marítimo-terrestre, y, por tanto, dentro de la zona de servidumbre de

tránsito (6 metros tierra adentro), de protección (100 metros tierra adentro, de acuerdo con el informe de Costas arriba mencionado), y de influencia (500 metros tierra adentro) de Costas.

- b) En una zona clasificada por el PGO de Yaiza como suelo rústico de protección ambiental del tipo "EN", correspondiente a los espacios naturales protegidos (ENP) declarados legalmente: ZEC de los Volcanes, ZEPA de La Geria, y Parque Natural de los Volcanes, donde, de acuerdo con el PGO de Yaiza, los usos, actividades, edificaciones e instalaciones permitidos se limitan a los que estén previstos en el instrumento que desarrolle su ordenación y regulación, quedando prohibidos los usos y actividades señalados expresamente en la legislación urbanística y ambiental, y los que señale el instrumento de ordenación correspondiente. En este caso, los instrumentos que ordenan estos ENP son:

- El Plan de Gestión de la ZEC Los Volcanes de la Red Natura 2000, aprobado en 2015, que clasifica al área del tramo afectado de la carretera LZ-703 como zona de conservación prioritaria,
- El Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del Parque Natural de los Volcanes, de la Red Canaria de Espacios Protegidos, aprobado inicialmente en 2009, pero todavía no aprobado definitivamente hasta hoy.

- c) No se ha redactado normativa para la ZEPA la Geria, pero se superpone a la ZEC y al Parque Natural de los Volcanes en la zona que nos interesa.

Como conclusión, las actuaciones que se contemplen en esta zona deberá someterse a las disposiciones de la Ley de Costas, o a

disposiciones más restrictivas que hayan podido ser establecidas por instrumentos de ordenación y regulación insulares o municipales (PIOT, PGO de Yaiza); y a las normas de gestión de la ZEC de los Volcanes. Es, además, de especial relevancia destacar que el Plan de Gestión de la ZEC de Los Volcanes la considera compatible con la zona de conservación prioritaria; y que, en ausencia de normas reguladoras de la ZEPA de la Geria, y de aprobación definitiva del PRUG del Parque Natural de los Volcanes, se aplican por defecto las disposiciones del PIOT en cuanto al suelo rústico de protección en las zonas de valor natural ecológico, que establece "como criterio básico la estricta conservación de los elementos y procesos a los que deben su valor". No obstante, se pueden solicitar autorizaciones para actuaciones de gestión con fines de concienciación, educativas y científicas: entre otras muchas posibilidades, la implementación de un sistema de monitorización y alerta temprana sobre los riesgos de inundación de origen costero y/o de desmoronamiento de acantilado en esta zona de la LZ-703, con información in situ; el acondicionamiento de la carretera para un uso exclusivamente no-motorizado, colocando en ella carteles informativos para fomentar la toma de conciencia, por parte de los usuarios, de los efectos del cambio climático; la organización de visitas escolares; etc.

Por último, teniendo en cuenta la transferencia de competencias de Costas al Gobierno de Canarias, entendemos que:

- La autorización de cualquier actuación o actividad que se contemple dentro de la franja de servidumbre de protección del DPMT, de 100 metros, corresponderá al Gobierno de Canarias, excepto la realización de proyectos y obras de protección y conservación de los elementos que integran el DPMT, que permanecen competencias exclusivas del Gobierno central, y sin

perjuicio de la vinculación del informe de la Administración central cuando esté afectada la zona de servidumbre de tránsito;

- La autorización de actuaciones o actividades más allá de esta franja corresponderá al Cabildo Insular de Lanzarote, quien tiene competencia en la gestión y la conservación de los Espacios Naturales Protegidos de la isla.

A modo de conclusión para este punto, resaltamos que, al igual que en el análisis del contexto histórico, técnico y ambiental que rodea el hundimiento del tramo de la carretera LZ-703, el examen del marco legal y decisorial pone de manifiesto que las únicas soluciones pertinentes y susceptibles de conseguir autorización por las autoridades competentes son de naturaleza no estructural. En particular, estamos pensando en una intervención simbólica, pedagógica y preventiva que contribuya a despertar conciencia y aumentar cultura del riesgo en Lanzarote, de tal manera que futuras actuaciones, inevitables en otros puntos de la isla con más intereses en riesgo, sean aceptables para la población; y que la sociedad Lanzaroteña pueda aumentar su adaptabilidad y resiliencia frente a los efectos del cambio climático. Ello sería coherente con la pertenencia de Lanzarote a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera.

Para una intervención desde el respeto se necesitaría:

- (i) Entender mejor el nivel de percepción y la representación de los riesgos costeros y de las medidas de gestión asociadas por la sociedad lanzaroteña, así como su relación con su espacio de vida;
- (ii) Determinar las formas más efectivas de fomentar e integrar la educación, la prevención, la comunicación y la participación ciudadana al proceso de

elaboración de las medidas de gestión, tanto del tramo hundido de la carretera LZ-703 como de otras zonas de la isla que, tarde o temprano, se verán afectadas por riesgos costeros, para aumentar la pertinencia y la aceptabilidad de las actuaciones que se implementen desde un proceso reflexivo y participativo para proponer una gestión no estructural, de alto valor simbólico en la que encuentren eco los valores de la sociedad de Lanzarote.

La carretera LZ-703 podría ser un testigo de la huella humana en el planeta, donde el público pueda visualizar, comprender e interiorizar los efectos del cambio climático. En una isla de sensores naturales como se perfila Lanzarote, Reserva de Biosfera MaB, podemos imaginar que esta solución de gestión podrá ser replicada en otras zonas de la isla, convirtiendo el territorio insular en sí en un sistema de monitorización y alerta temprana sobre los efectos del cambio climático, acompañado por acciones de comunicación, prevención, educación y formación sobre el caso de la LZ-703 en particular y los riesgos costeros y del cambio global, en general.

La adaptación de la ordenación territorial y del planeamiento urbanístico, de las políticas de seguros públicas y privadas, de los protocolos de actuación y de los planes de protección civil permitirían fomentar, acompañar y reforzar la toma de conciencia y el cambio de actitud de la sociedad frente a los riesgos costeros.

Al igual que lo harían el mejorar la articulación con las distintas disciplinas científicas para reforzar los conocimientos y permitir la implementación de sistemas de medición, de predicción y de alerta temprana fiables y eficaces, así como la accesibilidad y publicidad de datos científicos legítimos que pueden contribuir a incrementar la percepción y la comprensión de los efectos del cambio

climático en la sociedad. Todo ello, con la transdisciplinariedad y transversalidad de las distintas formas de conocimiento que permitan abordar la gestión de los riesgos costeros desde el análisis y consideración de acciones transversales que integren métodos cualitativos y cuantitativos, con la implicación activa del conjunto de la sociedad.

## 5. Bibliografía

Baztan, P., Jorgensen, B., Tejada Fernández, J., & Baztan, J. (2016). Structural analysis and stakeholder-developed scenarios for the continuous training of secondary school teachers in Barcelona. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 7(1). pp. 137-161.  
<http://hdl.handle.net/10481/42994>

Chauveau E. et al. (2011). Xynthia: leçons d'une catastrophe. *Cybergeo: European Journal of Geography. Environnement, Nature, Paysage*. Doc. 538.  
<https://doi.org/10.4000/cybergeo.23763>

Correa I. D. & Gonzalez J. L. (2000). Coastal erosion and village relocation: a Colombian case study. *Ocean-Coastal Management*. Vol. 43(1). pág. 51-64  
[https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(99\)00066-6](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00066-6)

Cuñat Giménez, R. J. (2007). *Aplicación de la teoría fundamentada (grounded theory) al estudio del proceso de creación de empresas*. En Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM). XX Congreso anual de la Vol. 2. Comunicaciones. Palma de Mallorca.  
[https://redaadem.org/?seccion=congresos\\_nacionales](https://redaadem.org/?seccion=congresos_nacionales)

De Longueville, F. et al. (2020). Perceptions of and responses to coastal erosion risks: The case of Cotonou in Benin. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Vol. 51.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101882>

- Deboudt, P., (1999). Les hommes et la lutte contre l'érosion côtière sur le littoral de Sangatte (Pas-de-Calais, France) / Man and the fight against coastal erosion on the Sangatte coast in northern France. *Geocarrefour. Revue de géographie de Lyon*. Vol. 74(1). pp. 65-74  
<https://journals.openedition.org/geocarrefour/persee-166642>
- EUROSIO (2005). *Vivir con la erosión costera en Europa. Sedimentos y espacio para la sostenibilidad*. Doody P. et al. (ed.). Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Fraile Jurado et al., (2014). Estimación del comportamiento futuro del nivel del mar en las Islas Canarias a partir del análisis de registros recientes. *Geographicalia*, 66. pp. 79-98  
[https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.2014661066](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2014661066)
- Glaser B., Strauss A, (1967) *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Weidenfield and Nicholson
- Alberto Gómez J. (2014). *Las redes sociales en la comunicación de riesgos y crisis: oportunidades y retos*. I Congreso Nacional Cambio Climático, Riesgo y Vulnerabilidad Social. Tamaulipas. México.
- Guéguen A., Renard M. (2017). La faisabilité d'une relocalisation des biens et activités face aux risques littoraux à Lacanau. *Sciences Eaux & Territoires* 23. pp. 26-31.  
<https://doi.org/10.3917/set.023.0026>
- Hénaff A. et al. (2018). Caractérisation des aléas littoraux d'érosion et de submersion en Bretagne par l'approche historique. *Cybergeo: European Journal of Geography Environnement, Nature, Paysage*. Doc. 847.  
<https://doi.org/10.4000/cybergeo.29000>
- Ibarra Marinas D. & Belmonte Serrato, F. (2017). *Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos*. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- <https://www.age-geografia.es/site/wp-content/uploads/2017/12/lbarraBelmonte.pdf>
- Instituto Español de Oceanografía. Tide gauge at Arrecife (PSMSL ID: 593). Sea level data.  
<http://datos.ieo.es/geonetwork/srv/api/records/951667fd-e8cf-4d9e-89f1-60719dae8705>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC).  
- (2014). *Fifth Assessment Report (AR5)*.  
<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>  
- (2018). *Special Report on Global Warming of 1.5°C*. <https://www.ipcc.ch/sr15/>  
- (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.  
<https://www.ipcc.ch/srocc/>
- Julien M.P. et al. (2020). Éduquer aux risques dès l'école primaire: de la représentation à la conscientisation. *Vertigo. La revue électronique en sciences de l'environnement*. Vol. 20(3)  
<https://doi.org/10.4000/vertigo.28806>
- Kane O., Vanderlinden J., Baztan, J., Touili N & Claus S. (2014). Communicating risk through a DSS: A coastal risk centred empirical analysis. *Coastal Engineering*, 87, pp. 240-248.  
<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2014.01.007>
- Kane, O. (2016). *La communication environnementale: enjeux, acteurs et stratégies*. Éditions L'Harmattan, 132 pages
- Lahaye N. (2007). La dimension conflictuelle de la valorisation touristique d'un espace naturel protégé : le cas du Mont Orford. *Tèoros. Revue de Reserche en Tourisme*. Vol 26 (2)  
<https://journals.openedition.org/teoros/834>
- Madelenat, J. (2019). *L'adaptation au changement climatique sur le littoral français*. Les etudes de La Fabrique Ecologique. Fondation Pluraliste de L'Ecologia.

- <https://www.lafabriqueecologique.fr/app/uploads/2020/03/Rapport-final-adaptation-changement-climatique-3.pdf>
- Mallet C., Garnier C. & Marçot N. (2014). Gestion de l'érosion des côtes à falaises rocheuses. *Géosciences, BRGM*. pp. 18-25
- Marcos, M. et al. (2013). Sea level changes at Tenerife Island (NE Tropical Atlantic) since 1927. *Journal of Geophysical Research (JGR) Oceans*. Vol. 118(10). pp. 4899-4910  
<https://doi.org/10.1002/jgrc.20377>
- Mercier D. & Acerra M. (2011). Xynthia, une tragédie prévisible. *Place Publique*.
- Meur-Férec C. & Morel V. (2004). L'érosion sur la frange côtière : un exemple de gestion des risques". *Natures Sciences Sociétés* Vol. 12. pp. 263-273.  
<https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2004-3-page-263.htm>
- Meur-Férec C. et al. (2011). La gestión des risques côtiers en France métropolitaine: évolution des doctrines, inertie des pratiques?. *Georisques*. pp. 57-67.
- Michel-Guillou E. & Kirien, N. (2014). Place des risques côtiers dans les représentations sociales du cadre de vie d'habitants des communes littorales. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*. n° 101. pp. 101-122.  
<https://doi.org/10.3917/cips.101.0101>
- Michel-Guillou E. & Meur-Férec C. (2017). Representations of coastal risk (erosion and marine flooding) among inhabitants of at-risk municipalities. *Journal of Risk Research*. Vol. 20(6). pp. 776-799.  
<https://doi.org/10.1080/13669877.2015.1119181>
- Mineo-Kleiner L. & Meur-Férec C. (2016). Relocaliser les enjeux exposés aux risques côtiers en France : points de vue des acteurs institutionnels. *Vertigo. La revue électronique en sciences de l'environnement* Vol. 16(2).  
<https://doi.org/10.4000/vertigo.17656>
- Ministerio de Fomento (2009). *Puerto de Arrecife (Lanzarote). Nivelación de alta precisión*.  
<https://portus.puertos.es/Portus/pdf/nivelacion/3470.pdf>
- Pérez B., Payo A., López D., Woodworth P. L. & Alvarez Fanjul, E. (2014). Overlapping sea level time series measured using different technologies: an example from the REDMAR Spanish network. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 14(3). pp. 589-610,  
<https://doi.org/10.5194/nhess-14-589-2014>.
- Pérez B., Álvarez Fanjul E., Pérez S, de Alfonso M & Vela, J (2013). Use of tide gauge data in operational oceanography and sea level hazard warning systems. *Journal of Operational Oceanography* Vol. 6(2). pp. 1-18.  
<https://doi.org/10.1080/1755876X.2013.11020147>
- Quélenec, R. (1987). *Inventaire des problèmes d'érosion côtière dans les pays de la communauté européenne, Guide méthodologique*. Commission des Communautés Européennes.
- Rangel-Buitrago N., Bonetti J. & Martínez, C., (2019). Caracterización del riesgo costero por eventos extremos de oleaje. En Martínez et al. (ed.) *La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia*. pp. 14-50. Universidad Católica de Chile.  
<http://geografia.uc.cl/Destacados/se-publica-nuevo-geolibro-la-zona-costera-en-chile-adaptacion-y-planificacion-para-la-resiliencia.html>
- Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros (2017). *Soluciones alternativas para la protección de las costas*.  
[https://corimat.net/wp-content/uploads/2017/03/2\\_Outil2\\_56P\\_ES.pdf](https://corimat.net/wp-content/uploads/2017/03/2_Outil2_56P_ES.pdf)

- Reghezza, M. et al. (2020). Vivre avec la mémoire de la catastrophe: L'éruption de La Soufrière de Guadeloupe en 1976. *Vertigo. La revue électronique en sciences de l'environnement*. Vol. 20(3) <https://doi.org/10.4000/vertigo.28911>
- Reguero, B. et al, (2017). Uniendo ingeniería y ecología: la protección costera basada en ecosistemas. *Ribagua. Revista Iberoamericana del Agua*. Vio. 4(1) <https://doi.org/10.1080/23863781.2017.1332824>
- Rey-Valette, H. et al. (2018). Acceptabilité des relocalisations des biens face à l'élévation du niveau de la mer: perceptions de nouveaux dispositifs de gouvernance du foncier. *Géographie, Économie, Société*. Vol.20. pp. 359-379 <https://doi.org/10.3166/ges.2018.0005>
- Rosas Rodríguez, M. & Barrios Puga, A. (2017). Comunicación de riesgo, cambio climático y crisis ambientales. *Chasqui Revista Latinoamericana de Comunicación*. nº 136. pp. 179-194 <https://doi.org/10.16921/chasqui.voi136.3294>
- Sevilla M., Ortiz E. & García Cañada E. (2002). Enlace altimétrico GPS-Mareógrafos en la estación GPS permanente de Lanzarote. En 3ª *Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. pp.339-343. Universidad Politécnica de Valencia.
- Touili N., Baztan J., Vanderlinden J.-P., Kane I. O., Diaz-Simal P., & Pietrantonio, L. (2014). Public perception of engineering-based coastal flooding and erosion risk mitigation options: Lessons from three European coastal settings. *Coastal Engineering*, Vol.87. pp. 205-209. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2014.01.004>
- VandeVuurst, V. & Escobar, L. (2020). Perspective: Climate change and the relocation of Indonesia's capital to Borneo. *Frontiers in Earth Science*. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00005>
- Vieira R. (1994): La estación geodinámica de Lanzarote. Serie Casa de los Volcanes. Monografía nº. 3, pp. 31-40. <http://hdl.handle.net/10261/28898>
- Von Schuckmann et al. (2020). Copernicus Marine Service. Ocean State Report. *Journal of Operational Oceanography* Vol. 13(4). Supplement 1. pp.S1-S172 <https://doi.org/10.1080/1755876X.2020.1785097>
- Wargnier M., (2021). *Gestión de los riesgos costeros en la Reserva de Biosfera de Lanzarote, Soluciones estructurales y no estructurales; El caso de la LZ-703*. Tesis de Master. Université de Rennes 1. 70 pp.
- Zanuttig B. et al. (2015). *Coastal risk management in a changing Climate*. Elsevier <https://doi.org/10.1016/C2011-0-05667-3>



Atlántico. Paisaje de Fuerteventura  
*Foto: E. Antequera*



## COSTA VS CAMBIO CLIMÁTICO

**José Cristobal Serra Peris.**

Catedrático de Universidad  
Instituto del Transporte y Territorio, Universidad Politécnica de Valencia  
jserra@tra.upv.es

### RESUMEN

El estudio de litoral, la definición de la dinámica litoral y los procesos litorales adolece de falta de datos que definen las oscilaciones naturales de las playas, que pretenden establecerse con datos obtenidos de fuentes poco fiables, pero el establecimiento de un sistema de seguimiento, o monitorización de la playa, resolverían esa falta de información que nos definiría de forma más exacta los procesos naturales del litoral. En el presente artículo pretendemos exponer un sistema de monitorización sencillo, económico y preciso para definir los parámetros de oscilación y variaciones naturales de la playa, como, también, poder conocer mejor la tendencia evolutiva de la misma a corto plazo.

**Temática clave:** Cambio climático, litoral, monitorización playas.

---

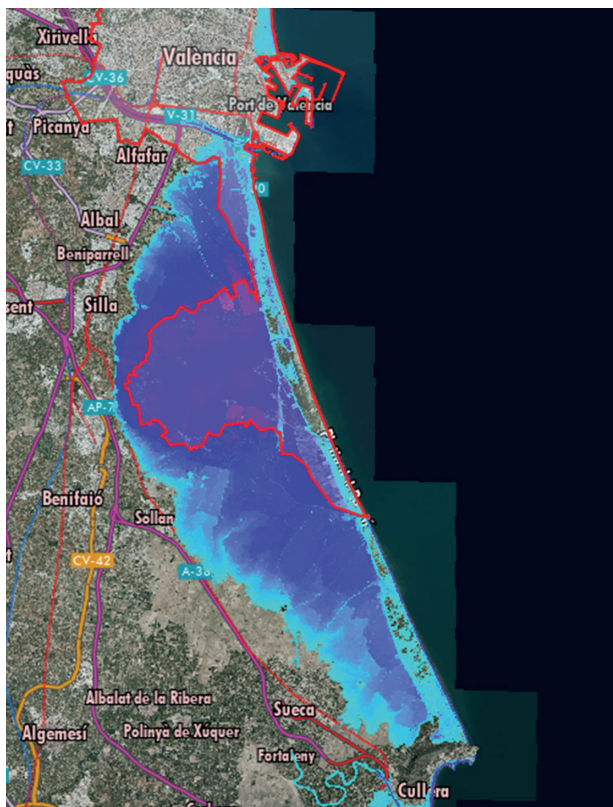
### INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas el tema del cambio climático y el riesgo de la elevación del nivel del mar ya se planteaba, tímidamente, centrándose en aspectos como: salinización del acuífero litoral, impacto sobre los ecosistemas litorales, efecto sobre las obras litorales, como puertos y sistemas de defensa, y sus efectos en la evolución de las costas y el retroceso de la línea de costa y, en consecuencia, sobre el territorio litoral.

Recientemente, tras las evidencias que parecen apuntar que fenómenos extraordinarios puedan estar ligados al cambio climático, como es la mayor frecuencia de temporales que inciden en nuestras costas con resultados de pérdidas de superficies de playa, daños en infraestructuras litorales, y aumento de la energía de los oleajes que alcanzan la costa, parece que la sociedad y las administraciones deciden tomarse muy en serio el problema.

A nivel de la Comunidad Valenciana, en el mes de septiembre del presente año, ésta ha presentado un Visor Cartográfico de la Costa Valenciana Frente a la Emergencia Climática, que se une a otros visores con el objetivo de dar a conocer cual es el futuro de nuestros litorales, con dos acciones que serán muy consultadas, inundación y recesión de la costa en los años horizontes de 2050 y 2100; sin olvidar los efectos sobre el sistema socioeconómico y natural.

En la Figura 1 recogemos la previsión para el año horizonte de 2050 del área inundada en el frente costero entre el Puerto de Valencia y el Cabo de Cullera, y podemos ver que la superficie de territorio inundado significa la vuelta a la bahía de Valencia por la desaparición de la barra que separa, en la actualidad, el lago de L'Albufera y el mar Mediterráneo. Pensemos que el límite inundado es el nivel que alcanzaría el mar sumando al efecto de las mareas y el oleaje la sobreelevación del NMM por el cambio



**Figura 1.** Inundación del frente costero.

Fuente: Generalitat Valenciana

climático. Será un efecto puntual, pero nada garantiza que la barra de protección haya sido barrida con anterioridad.

## EL MEDIO COSTERO LITORAL

El medio costero-litoral se representa por una franja litoral que comprende tanto la parte sumergida de la costa, limitándola hasta la denominada profundidad offshore, como la emergida cuyo límite interior podríamos definirlo por el límite del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) y que ampliaríamos con la Servidumbre de protección. La forma en planta y perfil de este medio es función del oleaje que alcanza la costa y del Nivel Medio del Mar (NMM), y en este caso de las oscilaciones del mismo, en las que incluiríamos la marea astronómica, la marea meteorológica, el setup del oleaje, y la elevación del NMM por efecto del cambio climático.

Históricamente, la propuesta de defensa, protección y regeneración de la costa siempre se ha emparejado con la especulación del territorio costero, pero señalemos que, en cualquier caso, esa especulación escapa de las actuaciones que se propongan. La responsabilidad recae sobre las políticas que permitan dicha especulación.

La recuperación del espacio costero es recuperar territorio, tengamos presente que la existencia de una playa, con sus formas naturales, es la defensa de la costa, es la defensa del territorio litoral, y, en consecuencia, la recuperación de los espacios costeros es recuperar territorio y un sistema natural de defensa del mismo.

En la Figura 1 recogimos la previsión para el año horizonte de 2050 del área inundada en el frente costero entre el Puerto de Valencia y el Cabo de Cullera. Los impactos sobre el medio natural y el sistema socioeconómico son evidentes; en la Figura 2 recogemos la previsión, para el año horizonte de 2050, de los hábitats susceptibles de inundación, destacando los sistemas dunares, defensa natural del parque natural de L'Albufera, y los hábitats de interés comunitario según la directiva europea 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres, igualmente recogemos la previsión del porcentaje de población afectada.

La primera conclusión que se alcanza es la necesidad de empezar a plantearse actuaciones para la conservación del espacio, hemos elegido precisamente este tramo de costa por la importancia del parque de L'Albufera, así se expuso en la presentación del visor, pero igualmente se puso de manifiesto la necesidad de un seguimiento de los litorales, que nos permita ir por delante del efecto del cambio climático y poder definir mejor las actuaciones para la defensa del medio costero-litoral, tanto para la conservación y defensa del territorio, como la protección del sistema natural y socioeconómico.

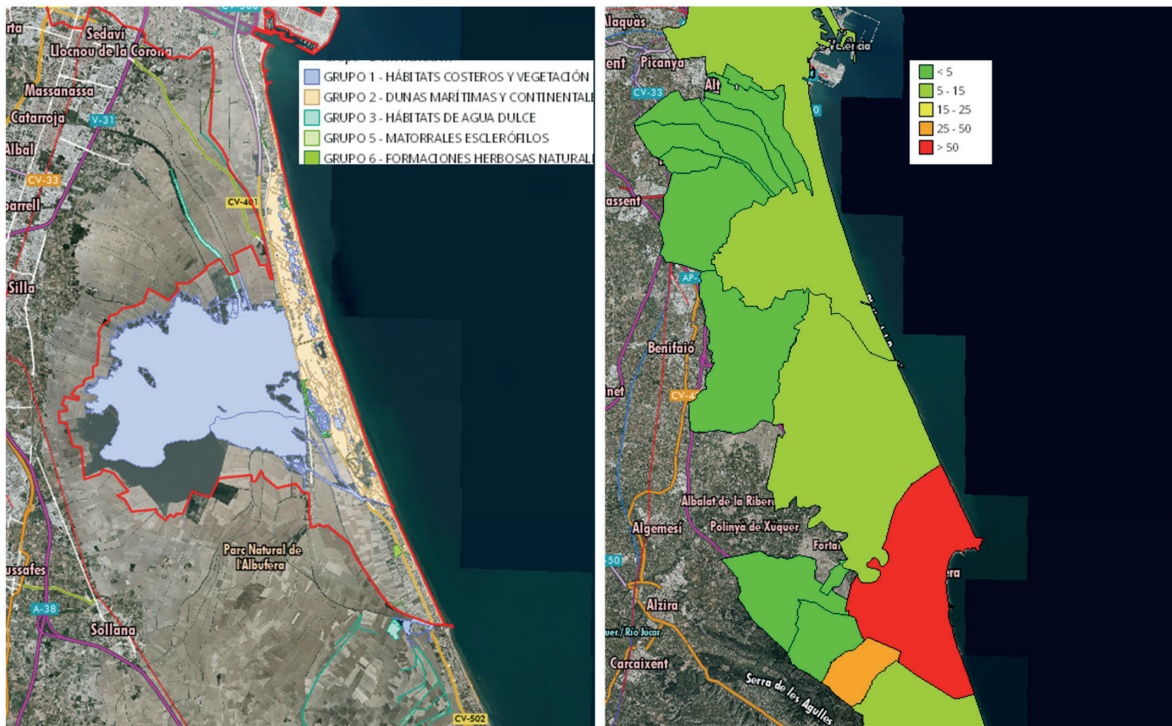


Figura 2. Hábitats susceptibles de inundación y porcentaje de población afectada (2050)  
Fuente: Generalitat Valenciana

Es evidente el efecto de la elevación del NMM por causa del cambio climático, y es muy sencillo pensar que una subida del mismo significa una entrada del mar en el continente. Podemos hacer un análisis muy sencillo de la entrada del mar en el continente, partiendo de la pendiente media de las playas en el entorno de la ciudad de Valencia, y considerando una subida de un simple centímetro, con lo que nos encontramos con los siguientes valores, tabla I y tabla II.

En la Tabla I recogemos los datos al norte del Puerto de Valencia, la pendiente corresponde a la playa seca bajo condiciones de acreción (Cabanyal), aparentemente estable (Patacona) y en recesión (Saplaya), valores obtenidos de los

Tabla I. Playas al norte del Puerto de València

Playas	Cabanyal	Patacona	Saplaya
Pendiente (%)	1,75	2,77	6,35
Retroceso línea de orilla (cm)	57,14	36,10	17,75

seguimientos ejecutados entre 1992 y 2015 por el Laboratorio de Puertos y Costas de la Universidad Politécnica de Valencia (LPC-UPV). Como es evidente, a menor pendiente mayor intrusión del mar en la playa seca.

En la Tabla II recogemos los datos al sur del Puerto de Valencia, en este caso todos los frentes se encuentran en recesión, las pendientes son superiores al tres por cien y vemos que la intrusión es inferior a los treinta metros, siempre en base a las pendientes medias determinadas en el mismo periodo que el anterior.

Las tablas anteriores nos están señalando cual debería ser la anchura mínima de la playa seca en función de su pendiente, y de su situación desde el punto de vista de su estabilidad. Pero nos falta una segunda dimensión a establecer para definir las dimensiones, en anchura y cota, de la playa que nos debe defender de la elevación del NMM.

Las gráficas del visor aquí comentado nos dan la cota máxima del NMM en los años horizon-

**Tabla II.** Playas al sur del Puerto de València

Playas	L'Abre del Gos	La Creu	El Saler	Garrofera	Devesa
Pendiente (%)	3,61	5,88	4,25	7,79	8,53
Retroceso línea de orilla (cm)	27,70	17,01	23,53	12,84	11,72

tes de 2050 y 2010, pero consideramos que la determinación de la cota de inundación, cota máxima que alcanza el NMM considerando las variables expuestas con anterioridad, pleamar viva equinoccial, marea meteorológica máxima, setup del oleaje máximo y sobreelevación por efecto del cambio climático, definiría la cota del sistema de defensa del territorio litoral, que se recomienda sea un cordón dunar en el mejor de los casos. En la actualidad, por ejemplo, y para las playas al norte del Puerto de Valencia la cota de inundación se cifra en algo más dos metros, y ya supone que con temporales de carácter extraordinario los paseos marítimos de Valencia (playas de Cabanyal y Malva-rosa) y Alboraya (playa de Patacona) son inundados por el mar; esta situación, que igualmente se da en las playas al sur del puerto, suponen un efecto de recesión en el cordón dunar y la inundación del medio litoral en aquellos tramos donde no se encuentra la defensa natural del escarpe, duna transversal.

Todo esto parece llevarnos a la necesidad de conocer en tiempo real tanto la pendiente de la playa seca, su anchura y la cota interior de la playa seca, del cordón dunar o del muro del paseo marítimo.

## MONITORIZACIÓN DE LA COSTA

Dos acciones se plantean ante el reto frente a la emergencia del cambio climático, como hemos señalado: actuaciones en defensa del territorio y monitorización de la costa. Por establecer orden de prioridad, señalaríamos como prioritaria la adopción de un sistema de monitorización con la finalidad de conocer los procesos

litorales del frente costero que nos señalicen la evolución esperada, y que permitan adoptar actuaciones compatibles con la evolución y que puedan garantizar la sostenibilidad del litoral, así como conocer las variables que nos deben definir el diseño de las actuaciones.

En el epígrafe anterior concluíamos que conocer la pendiente de la playa seca, su anchura y la cota superior en tiempo real es la mejor forma de adelantarse a los impactos del efecto del cambio climático y la elevación del nivel del mar, y la mejor forma es la adopción de un plan de monitorización de la costa.

La monitorización, también conocida como seguimiento, puede realizarse de diversas formas, pero con efectividad muy distinta entre ellas. Uno de los métodos aplicados es apoyarse en ortofotos, e incluso con imágenes satelitales. En este punto realizaremos una discusión de los seguimientos que vienen realizándose y propondremos una alternativa de precisión, económica y fácil de aplicar.

En primer lugar, consideramos importante la monitorización de la evolución del NMM que puede apoyarse en los mareógrafos ya instalados en los puertos comerciales, fundamentalmente, en nuestro entorno, puertos de Sagunto, Valencia y Gandía; pero se propone ampliar la red en puertos menores, como los deportivos entre otros, y que no precisamente tienen por qué ser instalaciones sofisticadas, pueden instalarse sistemas que permitan seguir la evolución del NMM de forma sencilla, y que nos puedan permitir seguir la evolución, sin olvidar, evidentemente, el apoyo de los diversos paneles existentes y los informes que periódicamente

te se emiten y que nos permiten conocer en cuanto se cifra la elevación del NMM por efecto del cambio climático, en diversos escenarios.

Una monitorización, que está realizándose, es la de apoyarse en imágenes, ortofotos, vuelos e imágenes satelitales, como señalábamos. En estos casos, la monitorización se centra en los avances y retrocesos de la línea de orilla; línea de orilla que habría que definir como aparente, en algunos casos con errores por la propia imagen, como son las satelitales, y en todas ellas la imagen no se sabe, a ciencia cierta, si se ha tomado en bajamar o pleamar, o con perfil de calmas o de temporales. En la Figura 3 representamos el perfil de equilibrio de la playa en periodos de calmas (perfil negro), y el perfil de equilibrio de la playa en periodos de temporales (línea roja), estos perfiles muestran que en épocas de calmas la línea de orilla avanza (falsa acreción), mientras que en periodos de temporales retrocede (falsa recesión), y entre las dos posiciones señalamos la denominada "oscilación natural de la playa", y que en el litoral del ovalo valenciano se estima con un valor medio de diez metros (10 m); esto obliga a conocer el clima marítimo de la costa con anterioridad a la toma de la imagen y poder establecer si la playa presenta un perfil de calmas o de temporales, ya que en el caso de no tomar esta precaución estaríamos determinando una falsa posición de la orilla. Tomando precauciones podríamos establecer el avance o retroceso de la orilla, incluso la tasa de evolución, pero falta la evolución

del perfil, sobre todo de la parte sumergida de la playa, que es la parte que más información puede darnos sobre la evolución y prognosis de evolución.

Algunos autores fijan la línea de orilla en el límite de la playa seca mojada, en realidad están determinando el límite del "runup", pero no la orilla real ni la aparente, y como en el caso anterior se desconoce la situación del NMM por oscilación natural, ni se conoce el perfil de la playa; como en el caso anterior, los resultados no son muy validables y pueden equivocarnos en las conclusiones que puedan alcanzarse.

El LPC-UPV desarrollo en los años 90 del siglo pasado el método BP, sistema que permite obtener datos con un error de un centímetro, y tras su aplicación en numerosos seguimientos ha demostrado su eficacia y permite conocer en tiempo real la situación del litoral. El método permite realizar el seguimiento de la evolución de los perfiles transversales de la playa, la determinación del punto cero del perfil y la evolución de la línea de costa.

En primer lugar, quiero exponer la determinación del punto cero del perfil transversal. En principio el método permite determinar el cero, punto de cota cero, en nuestro caso referido al cero de Alicante, y consiste en determinar la cota del "runup" y la del "rundown", e interpolando, determinamos el punto de cota cero del perfil, y de la orilla real del mar, en caso de no

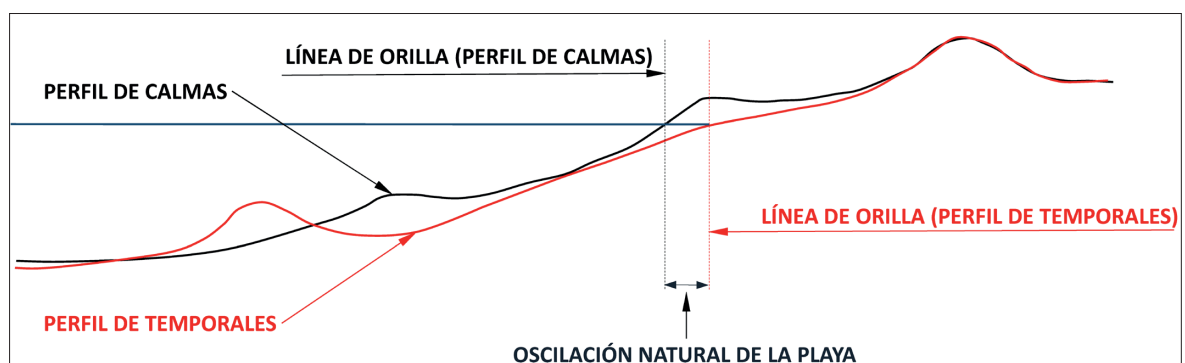


Figura 3. Oscilación natural de la playa.  
 Fuente: Elaboración propia

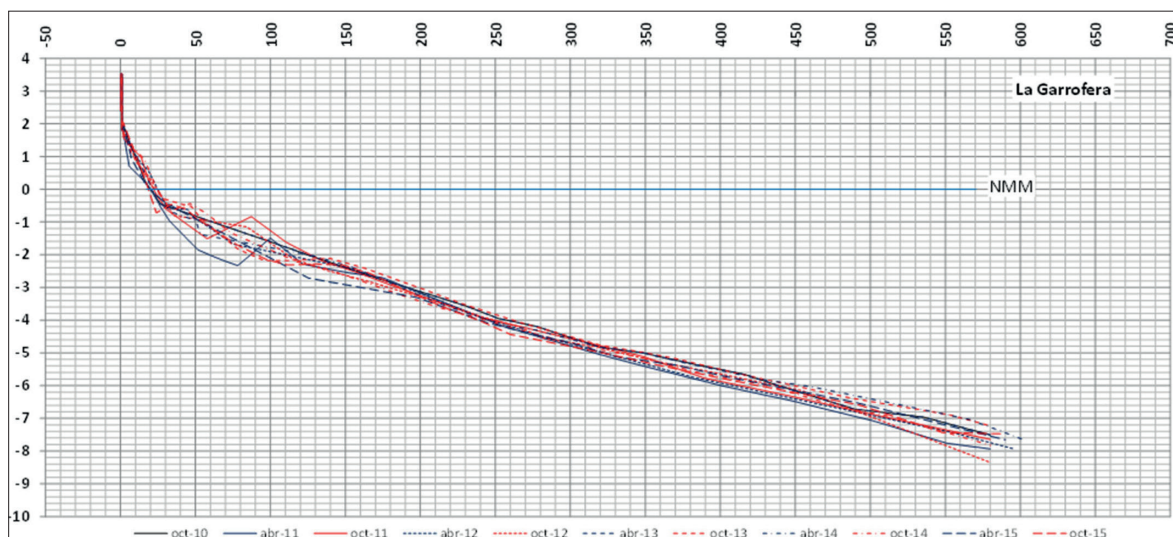
contar con la posición real del NMM por el cambio climático; pero al mismo tiempo podemos definir la orilla aparente, es decir la posición del NMM por apreciación visual de la oscilación de la orilla. Con las tres determinaciones, "runup"- "rundown"-orilla aparente y la determinación del cero podemos definir la posición del NMM con relación al cero; es decir, podemos, al mismo tiempo, estar siguiendo la elevación por cambio climático.

En la Figura 4 recogemos los perfiles transversales de la playa de la Garrofera (Valencia), entre octubre de 2010 y octubre de 2015, con perfiles levantados cada seis meses, y podemos ver los cambios que va sufriendo entre campañas. Previamente hay que definir el clima marítimo con la finalidad de conocer si ha habido calmas o temporales antes de la toma de datos, señalar que los datos tomados, debido al método, son distancia a la denominada Cabeza de perfil, o definir en coordenadas (UTM) y la cota (Z), de forma que se comprenden que no hay interferencias en los datos tomados por oscilación del NMM (marea astronómica) o por oscilación del oleaje; por ello se definen como perfiles de precisión. El perfil nos define la playa seca, el estrán y la playa sumergida, y el escarpe, natural o artificial de la playa.

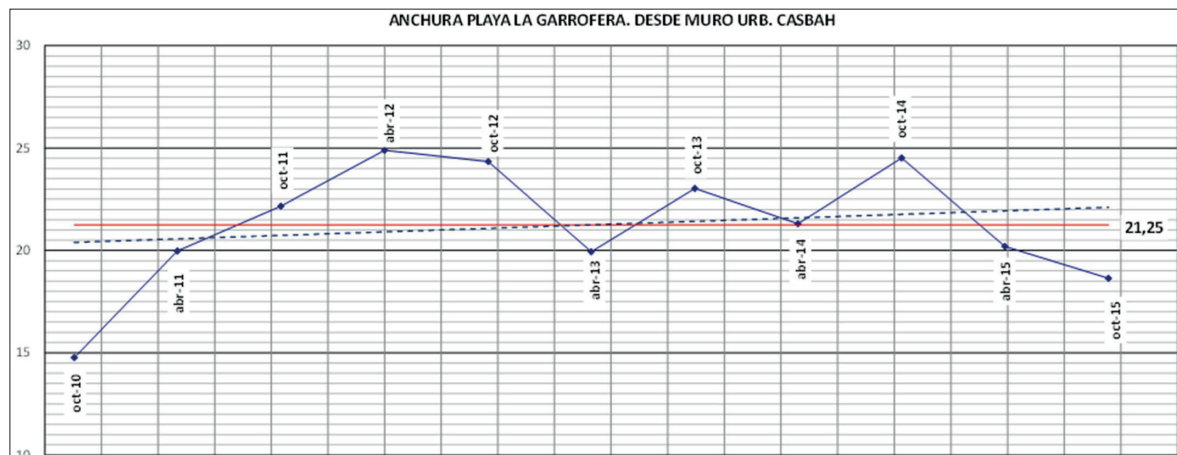
El análisis de los perfiles nos permite conocer que ocurre bajo el agua, conocer las pendientes de cada una de las partes del perfil, y lo más importante, la recesión de la playa empieza por la parte sumergida, un aumento de la anchura del estrán y la migración a mayor profundidad del límite inferior del mismo no da la señal de que la playa se encuentra en recesión. Otra de las conclusiones que podemos extraer de este análisis es la definición más concreta de la oscilación natural de la playa, que se expuso con anterioridad; en su momento señalábamos que ese valor se estimó en diez metros, pero cada playa tiene oscilaciones distintas pudiendo oscilar entre seis y quince metros.

La Figura 5, por su parte nos define la anchura de la playa seca y su evolución, en el caso representado la anchura es desde el muro del paseo marítimo y el cero del perfil. En esta ocasión podemos analizar la evolución de la playa, si esta en acreción o recesión, o es aparentemente estable.

La figura nos señala una anchura media de un poco más de veinte metros, y nos está diciendo que la anchura mínima, en su caso, debería ser de cincuenta y cinco metros y no es así; por tanto, a pesar de que la anchura aumenta, pero con una tasa muy baja, la playa es recesiva por



**Figura 4.** Evolución perfil transversal.  
Fuente: Elaboración propia

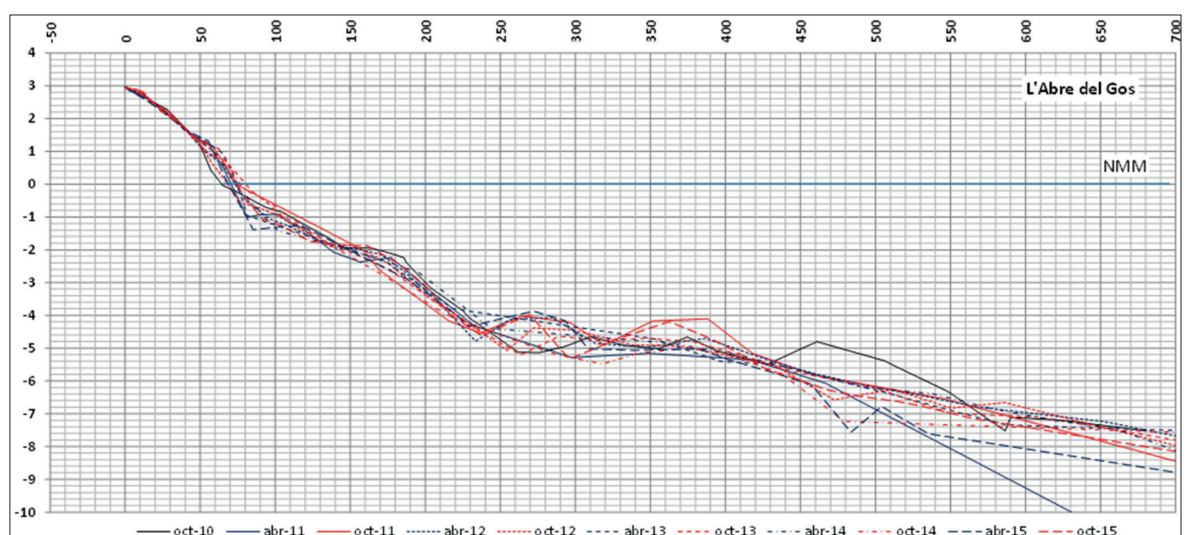


**Figura 5.** Evolución anchura de la playa seca.  
Fuente: Elaboración propia

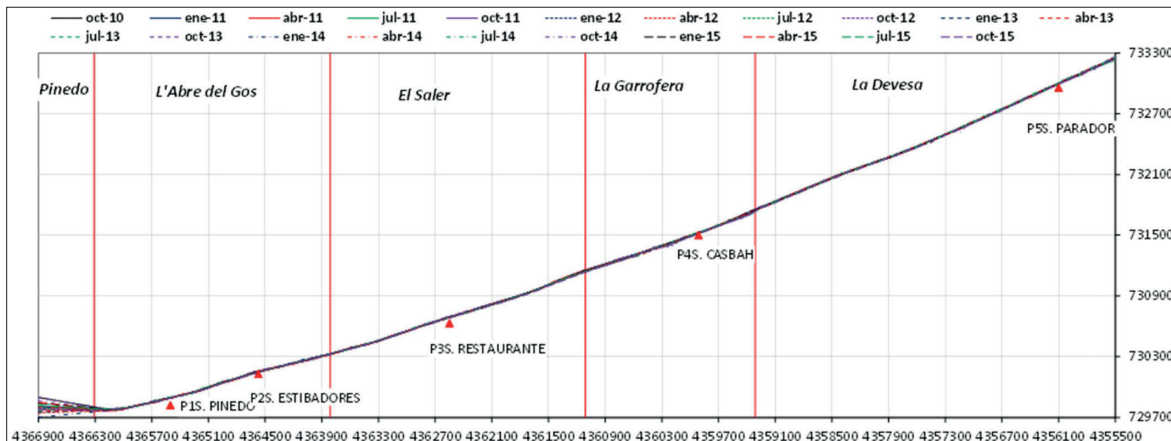
la anchura tan pequeña. En este caso, el seguimiento del perfil nos permite conocer, como es evidente, la anchura de la playa seca, y podremos conocer el margen que existe entre la playa ocupada por el mar en cota de inundación y el límite interior de la misma; y, por otro lado, en el caso del perfil, Figura 4, conocemos la cota interior de la playa, considerando el escarpe natural y poder establecer si el NMM en su cota máxima pueda inundar el territorio litoral. En el caso del perfil representado en la Figura 6 una cota de inundación superior a los tres metros, que sería probable, supondría la inundación de litoral por desbordamiento del mar.

Por último, recogemos, en la Figura 7, el levantamiento de la línea cero, en este caso de las playas al sur del Puerto de Valencia, entre los años 2010 y 2015, en campañas de levantamiento cada tres meses. En este caso podemos analizar la evolución de la línea de costa del frente litoral, a lo largo del seguimiento realizado, y poder establecer la situación de la costa, fundamentalmente la determinación de tasas de evolución.

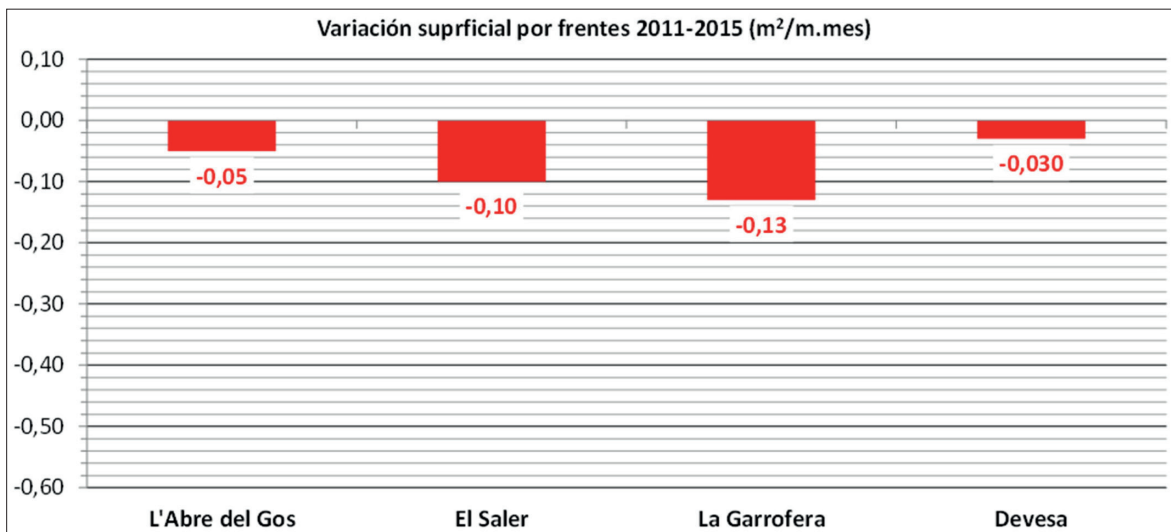
En la Figura 8 vemos precisamente la variación superficial de la playa en los tramos denominados.



**Figura 6.** Evolución perfil transversal.  
Fuente: Evolución propia



**Figura 7.** Evolución línea cero  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 8.** Variación superficial  
Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

En la actualidad, y desde diversos sectores, ya se habla de emergencia climática y que en el medio costero-litoral supone la pérdida del territorio, y partimos de que la mejor defensa del territorio costero es una playa, pero una playa con sus formas naturales, su parte sumergida, estrán y playa sumergida, la playa seca, y un escarpe, que en el caso de playas de arena debe ser un cordón dunar que impediría la inundación del trasdós costero.

En este escenario todos coinciden en la necesidad de actuar ya para defenderse del riesgo

que supone la elevación del NMM, tanto sobre el territorio como sobre el medio ambiente litoral, emergido y sumergido, y añaden la necesidad, también ya, de implantar sistemas de monitorización de la costa que nos permita poder responder, en tiempo real, a los eventuales fenómenos extraordinarios, que cada vez son más y más energéticos. Tenemos la experiencia de la Dana Gloria, que puso en evidencia la fragilidad de nuestros litorales, y la ausencia de actuaciones para prevenir los efectos catastróficos.

La adopción de un plan de monitorización de la costa es una acción que puede adoptarse



de forma inmediata, pero en condiciones que nos permitan poder conocer en tiempo real el estado del litoral. La monitorización no debe quedarse en analizar la evolución de la línea de costa, la información es parcial y adolece de varias fuentes de error que podrían llevarnos a conclusiones erróneas. La monitorización debe contemplar tanto la parte de la costa emergida como de la sumergida, y debe buscar tanto la evolución del NMM, la oscilación natural de la playa, la anchura de la playa seca y la cota interior tanto de la playa seca como del escarpe natural, sin olvidarnos de la monitorización del clima marítimo que interviene en la determinación de la cota de inundación.

Apoyándonos en lo expuesto en epígrafes anteriores, todo parece llevarnos a la adopción del método BP, por dos motivos fundamentales: permite conocer la evolución de las formas litorales y la determinación de parámetros que serán la base para definir las actuaciones. Actuaciones que deben tener como objetivo la creación de una playa, defensa natural del territorio litoral y que sea sostenible, bien de forma, desde el inicio de la actuación, o con actuaciones que con posterioridad aseguren la sostenibilidad. Una forma probable de actuar es apoyarse en el banco de arenas sumergido de Cullera y trasvases inversos, creando circuitos de transporte que permitan mantener la defensa que constituye la playa.



Mar del Norte. Puerto de Den Helder (Holanda)  
*Foto: E. Antequera*

## MONITORIZACIÓN DE LAS PLAYAS MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE: EL CASO DEL SEGMENTO COSTERO CULLERA – GANDIA

**Dr. Josep E. Pardo-Pascual,**

Dr en. Geografía, Catedrático de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Tedetección, Universitat Politècnica de València, jepardo@cgf.upv.es

**Dr. Carlos Cabezas-Rabadán,**

Dr. en Ingeniería Geomática, Graduado en Ciencias Ambientales, Investigador del Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Tedetección, Universitat Politècnica de València, carcara4@upv.es

**Dr. Jesús M. Palomar-Vázquez,**

Dr Ingeniero en Cartografía y Geodesia, Profesor Titular de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Tedetección, Universitat Politècnica de València, jpalomav@upvnet.upv.es

### RESUMEN

Las playas son espacios naturales de gran importancia socioambiental amenazados por procesos erosivos. Los satélites Landsat 8 y Sentinel 2 ofrecen gran potencial para la monitorización costera. Sus imágenes, gratuitas, permiten extraer de forma automática información cuantitativa de la morfología de las playas como es la posición de la línea de costa con una gran frecuencia temporal (cada 2-5 días) y cubriendo grandes territorios. La recopilación de grandes paquetes de líneas permite cuantificar la anchura de playa y sus cambios a lo largo del espacio y del tiempo.

La aplicación de esta metodología sobre el sector Cullera – Gandia ha permitido analizar el estado actual y la tendencia seguida por las playas, su relación con las condiciones de oleaje, y evaluar el impacto de actuaciones de realimentación. Los resultados muestran una clara tendencia erosiva generalizada, probablemente asociada a la falta de sedimento en el sistema, con la mayoría de tramos incapaces de recuperarse de los retrocesos causados por los temporales. Asimismo, evidencian la ineficacia de las acciones de vertido, al menos en la forma en que se han llevado a término, y la necesidad acuciante de una estrategia para hacer frente al problema erosivo. Esta toma de decisiones debe ir irremediamente sustentada en una caracterización y monitorización del conjunto de las playas que permita comprender su funcionamiento, identificar las causas de la erosión, y proponer medidas orientadas hacia el mantenimiento físico de las playas o, en su defecto, la menor afección posible a las sociedades costeras.

**Temática clave:** erosión costera, monitorización de playas, extracción de líneas de costa, realimentaciones de arena, dinámica de playas, temporales costeros

### INTRODUCCIÓN

Las playas pueden ser entendidas como uno de los principales recursos naturales del territorio valenciano. Tradicionalmente se ha considerado que presentan tres funciones básicas, todas

ellas extremadamente valiosas para la sociedad (Cabezas-Rabadán et al., 2019a). La primera es que las playas constituyen por sí mismas una forma del terreno sumamente singular que sustenta ecosistemas únicos. Ello es debido a su posición geográfica fronteriza entre el mar

y la tierra, a su composición —formada por sedimentos sueltos con una elevada permeabilidad— y sobre todo por su extraordinario dinamismo que provoca continuos cambios en su forma. La segunda función es que actúan como sistema de defensa de la costa frente a los envites del oleaje durante los temporales costeros. Al estar constituidas por sedimentos sueltos éstos readaptan la morfología de la playa a las condiciones de la energía incidente (cambios de anchura y pendiente, formación y desplazamiento de barras submarinas, etc.). Esta adaptabilidad facilita la disipación de la energía y la resiliencia de las playas, haciendo que se erijan como un sistema defensivo de los territorios costeros extremadamente eficiente. La tercera función viene asociada a su uso recreativo, ya que las playas constituyen uno de los espacios naturales más apreciados por las sociedades costeras como área de disfrute y descanso. Esta condición de lugar de esparcimiento tiene un carácter universal, pero en playas como las mediterráneas en las que además la temperatura del agua es cálida durante los meses estivales, esta función es todavía más evidente. Todo ello favorece que millones de personas busquen estos ambientes para disfrutar de su tiempo de vacaciones, lo que las convierte en un recurso clave de la industria turística. Esta función recreativa tiene por tanto unas derivadas sociales y económicas de primera magnitud haciendo que la ciudadanía, empresas, organismos y administraciones reconozcan el gran valor social y económico que poseen las playas.

Todo ello nos hace entender que la posibilidad de pérdida o degradación de estos entornos provoque una fuerte preocupación en los ciudadanos y en las partes interesadas en la explotación de las playas, que suelen demandar soluciones rápidas para salvaguardar este bien. Por tanto, conocer el estado de las playas y el riesgo real de pérdida o degradación que presentan, tiene un interés estratégico y es imprescindible para decidir adecuadamente la conveniencia o no de actuar en una zona parti-

cular y el modo de hacerlo. El interés en conocer el estado de las playas de forma actualizada se entiende como perentorio si además de lo ya expuesto se toma en consideración el incremento progresivo del riesgo de desaparición como consecuencia de la subida del nivel del mar y del aumento de la frecuencia y energía de los eventos de temporal altamente energéticos que vienen como corolarios del calentamiento atmosférico global.

Los cambios morfológicos que se producen continuamente en las playas tienen diferentes dimensiones, sentidos y causas. Algunos siguen una dinámica cíclica —como son muchas de las variaciones estacionales— mientras que otros la tienen progresiva, es decir, que una vez se ha producido una alteración en la forma, ésta perdura por largo tiempo. Resulta pues esencial comprender cada uno de los múltiples procesos que interactúan en las playas a distintas escalas —espaciales y temporales— para lograr tener un diagnóstico correcto del estado de las mismas. Por ello, buena parte de los esfuerzos investigadores han ido orientados a modelizar los distintos procesos que en ellas interactúan. Dichos modelos —en tanto que sean capaces de describir adecuadamente los distintos mecanismos físicos que se suceden en estos ambientes— se transforman en herramientas clave para prever la respuesta frente a los agentes que actualmente actúan sobre la costa, y también frente a los que se prevé que actuarán con las alteraciones futuras asociadas al cambio climático. Evaluar la corrección de estos modelos no es siempre tarea sencilla y requiere de un contraste sistemático con los cambios reales que se van produciendo. La medición sistemática de los cambios, sobre todo si se realizan sobre áreas variadas y en momentos diferentes aporta un sistema de contraste frente a los modelos, al tiempo que aporta una base informativa real útil en sí misma. Es por ello que la monitorización sistemática de las playas es también una estrategia útil para entender cómo y por qué cambian las playas, per-

mitiendo así conseguir un correcto diagnóstico de su estado. Los sistemas de monitorización raramente son capaces de registrar todos y cada uno de los cambios que realmente se producen en una playa debido a que éstos tienen lugar a lo largo de todo el perfil móvil de playa (que incluye tanto la parte emergida como la sumergida) y en todos los momentos. En realidad, la monitorización ha de conseguir realizar una buena aproximación a los principales cambios que realmente se producen.

Una de las formas tradicionales de monitorizar la dinámica evolutiva de las playas ha sido analizar los cambios en la línea de costa registrado a lo largo de series sucesivas de fotografías aéreas. Este método se ha demostrado útil para detectar las alteraciones morfológicas de mayor dimensión (Stafford, 1971; MOPU, 1979; Pardo-Pascual, 1991; Pardo-Pascual et al., 2019) sobre todo en entornos como las costas mediterráneas en las que el rango mareal es muy pequeño. El uso de las fotografías aéreas como fuente de información presenta limitaciones claras debido a la escasa frecuencia en los registros, lo que impide reconocer la magnitud y sentido de los cambios de carácter oscilatorio que se producen en lapsos temporales cortos (Pardo-Pascual y Sanjaume, 2001).

Desde hace algunos años se ha planteado la posibilidad de usar como fuente de información las sucesivas imágenes multiespectrales adquiridas desde satélites artificiales, sobre todo aquellas tomadas con una resolución media (10-30 m de pixel). Éstas presentan como principales ventajas el registro sistemático con una alta frecuencia temporal (cada 2 - 5 días cuando se integran imágenes de distintos satélites), la cobertura total del planeta desde mediados de los años ochenta del siglo pasado, y el hecho que desde 2008 se puede disponer de ellas de forma gratuita. Hablamos, fundamentalmente, de dos series de imágenes de satélite: las Landsat adquiridas por la NASA y gestionadas por el United States Geological Survey (USGS)

y las Sentinel 2 adquiridas y gestionadas por la Agencia Espacial Europea (ESA). La disponibilidad gratuita de las imágenes va acompañada de un tratamiento homogéneo y normalizado de estas imágenes y del desarrollo de servidores que facilitan la descarga sistemática de las mismas. Todo ello favorece la posibilidad de crear herramientas informáticas que permitan automatizar buena parte de los procesos de gestión de las mismas. Su limitación esencial a la hora de delimitar la línea de costa procede, sin duda, de la resolución espacial de estas imágenes: 30 m en el caso de las imágenes multiespectrales Landsat, y 10 ó 20 m en el caso de las Sentinel 2.

Para resolver esta limitación se han propuesto recientemente distintas soluciones algorítmicas (Pardo-Pascual et al., 2012; 2018; Almonacid, 2014; Vos et al., 2019; Bishop-Taylor et al., 2019, Sánchez-García et al., 2019, 2020) que tratan de deducir la posición de la línea de costa con una precisión subpixel (mejor al tamaño del pixel) con lo que se resuelve buena parte de esta dificultad. Todo ello hace que se disponga de una inmensa base documental que arranca en 1984 con las imágenes del Landsat 5 y que llega a la actualidad, y con toda seguridad proseguirá en los próximos años. Esa base documental tiene como valor añadido su elevada homogeneidad, lo que permite desarrollar procesos de análisis sistemáticos y automatizados, y de los que se pueden obtener unos resultados –las líneas de costa o SDS (*satellite derived shoreline*)—con unos niveles de precisión sumamente elevados y homogéneos.

En el presente estudio se pretende evaluar las potencialidades que tiene el empleo de líneas de costa derivadas de imágenes de satélite (SDS) para monitorizar la evolución morfológica de las playas a lo largo de un segmento costero valenciano, concretamente el existente entre el sur del término municipal de Cullera y el puerto de Gandia a distinta escalas temporales y espaciales. Se trata de monitorizar

los cambios en tramos insertos dentro de una misma célula sedimentaria costera, pero con condiciones evolutivas radicalmente distintas ya que se incluyen tanto zonas muy erosivas como otras que han seguido una tendencia claramente acumulativa. El objetivo es reconocer la capacidad de detectar y caracterizar los cambios causados a corto y medio plazo tanto por la dinámica natural (condiciones del oleaje) como por las acciones humanas como son los vertidos y extracciones de sedimentos realizadas dentro de la zona de estudio, de manera que se pueda establecer un diagnóstico riguroso y fiable de su estado.

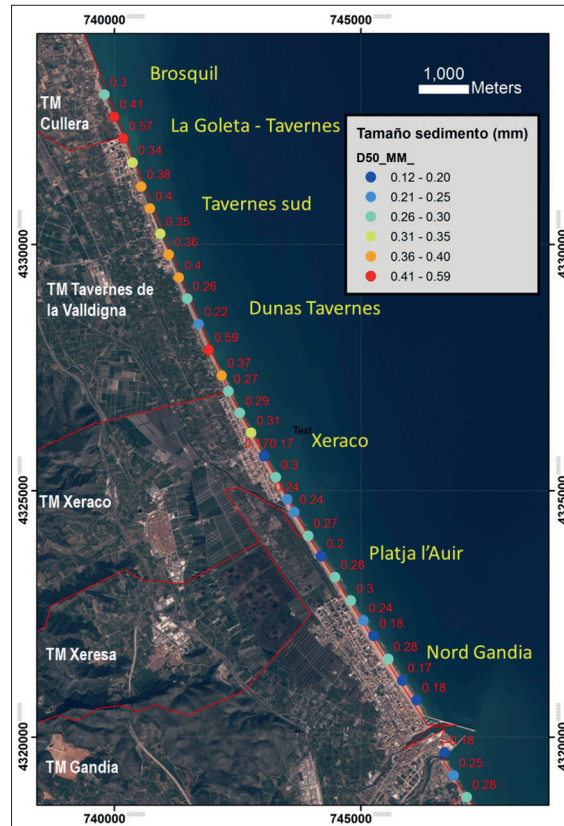
### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se centra en los 14,5 km de playas existentes entre la playa del Brosquil, en el extremo meridional del término municipal de Cullera y la playa norte de Gandia (Figura 1). Son playas todas ellas arenosas en las que en su zona septentrional dominan las texturas más groseras  $-D_{50} = 59 \text{ mm}-$  mientras que en las playas apoyadas en el dique norte de Gandia los materiales son sustancialmente más finos  $-D_{50} = 0.18 \text{ mm}-$  (Cabezas-Rabadán, et al, 2021).

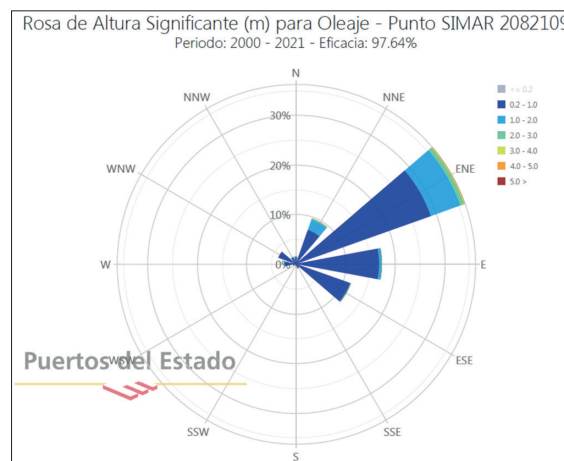
Se trata de una costa micromareal (la máxima oscilación astronómica es de 0,39 cm, pero añadiendo la meteorológica puede superar los 1,32 m) y con condiciones de oleaje de escasa energía de modo que solo el 24% de las olas presenta una altura significativa superior a 1,5 m (Pardo-Pascual y Sanjaume, 2018). Los oleajes más frecuentes y de mayor energía proceden del ENE (Figura 2) lo que provoca, dada la orientación general de la costa (Figura 1) que el transporte longitudinal dominante sea hacia el sur.

Este segmento costero aparece inserto dentro de una misma célula sedimentaria que históricamente y de forma natural había seguido una tendencia claramente acumulativa como

demuestra tanto el desarrollo de una doble restinga holocena (Sanjaume y Pardo-Pascual, 2003) como la posición tan tierra adentro



**Figura 1.** Textura de las arenas de las playas analizadas en la zona de estudio. Los datos originales utilizados para crear este mapa se han obtenido de: <http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccioncosta/ecocartografias/default.aspx>



**Figura 2.** Diagrama de la dirección media anual de las olas según su altura significativa. Tomado de: <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

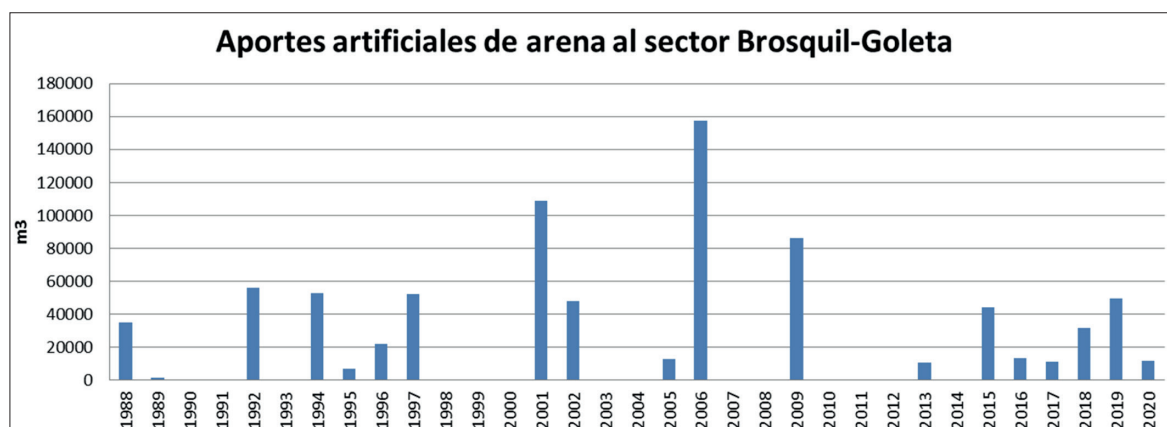
en que encuentra las torres vigía del siglo XVI contra los piratas (Pardo-Pascual, 1991). Otra prueba del comportamiento acumulativo es el desarrollo de uno o varios cordones dunares bien desarrollados que todavía hoy permanecen al sur del término de Tavernes, en Xeraco, y también en la playa de l’Auir de Gandia. En el resto de las zonas también existió, pero tanto el aprovechamiento agrícola tradicional como la introducción de edificaciones junto a la playa lo han hecho desaparecer (Sanjaume y Pardo Pascual, 2018). Asimismo, en la zona de Tavernes y del Gandia son los edificios los que han hecho desaparecer no solo las dunas interiores, sino también el primer cordón. En el caso de Xeraco dicho cordón ha sido respetado parcialmente.

Esta tendencia acumulativa general en la zona ha quedado fuertemente alterada por distintas acciones humanas durante los últimos 150 años debido sobre todo a la introducción de infraestructuras que interrumpen el transporte longitudinal de sedimentos causando un fuerte déficit sedimentario en algunos sectores mientras que en otros provocan un fuerte superávit (Cabezas-Rabadán et al., 2019b). Nos referimos particularmente a la construcción del puerto de Gandia (1892) y de los diques de encauzamiento de la desembocadura del río Xúquer (a principios de los años 50 del siglo XX) que han supuesto una alteración radical del

comportamiento evolutivo de la zona. Pocos años después de la construcción de los diques se evidenció la existencia de procesos erosivos al sur de los mismos sumamente agresivos que se trataron de paliar mediante la construcción de distintas obras de defensa. En vez de resolver el problema, estas actuaciones migraron el problema erosivo hacia el sur forzando a la creación de nuevas obras que a su vez provocaban el mismo efecto (Pardo-Pascual, 1991; Sanjaume y Pardo-Pascual, 2005; Pardo-Pascual y Sanjaume, 2018).

El límite norte de nuestra zona de estudio se fija pues en la playa del Brosquil de Cullera, allí donde se acaban las estructuras de defensa y donde comienza la playa. Es una zona que en las últimas décadas –sobre todo a partir de la década de los ochenta del siglo pasado- ha tenido un comportamiento muy erosivo, que se ha tratado de resolver mediante el aporte artificial de arena (Figura 3). Según los registros de la Demarcación de Costas de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar (DGSCM), entre 1988 y enero de 2020 813.480 m<sup>3</sup> de arena han sido aportados al sector erosivo de las playas del Brosquil y de la Goleta de Tavernes de la Vallidigna.

Este comportamiento fuertemente erosivo contrasta con lo que sucede en el límite sur de la zona de estudio. Los diques del puerto de



**Figura 3.** Volumen de arena (m<sup>3</sup>) aportado artificialmente en las playas del Brosquil (Cullera) y de la Goleta (Tavernes de la Vallidigna) en el periodo 1988 – enero de 2020. Datos aportados por la Demarcación de Costas de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar.

Gandia han actuado como una trampa sedimentaria y ello ha ido provocando una progresiva ampliación de la playa de Gandia Nord. Si comparamos las fotografías aéreas de 1956 y de 2020 podemos observar que la playa ha ganado unos 75 m de anchura.

Así pues, la zona queda caracterizada desde la perspectiva de su evolución reciente con un tramo claramente erosivo al norte, asociado sobre todo a la interrupción del transporte longitudinal que causan los diques de la desembocadura del río Xúquer y las obras de defensa que hay inmediatamente al sur, y una zona claramente acumulativa al sur, causada asimismo por la detención de esa deriva litoral causada por el puerto de Gandia.

## MÉTODO

El diagrama de flujo expuesto en la Figura 4 resume básicamente la metodología que se sigue

en este estudio. Por una parte, se utilizan todas las imágenes disponibles de la serie Landsat 8 y Sentinel 2 disponibles entre 2013 y noviembre de 2020 para definir automáticamente las líneas de costa (SDS) empleando el sistema de extracción SHOREX. Con ellas se construye un modelo continuo espacio-temporal que mide tanto la anchura media de la playa, como sus cambios de anchura, y que constituye la herramienta básica que se utilizará para caracterizar los cambios. Por otra parte, se toman los datos de las condiciones del oleaje (altura significativa y periodo de pico) con las que se estudiará cómo afectan las variaciones de energía del oleaje a las playas. Por último, se analiza la serie de datos de aportes o extracciones artificiales de sedimentos de las playas. Dichas actuaciones antrópicas presentan diferentes dimensiones y se producen en lugares y momentos distintos. Su impacto sobre las playas se analizará comparándolo con las variaciones registradas en los modelos espacio-temporales de cambios de anchura de playa.

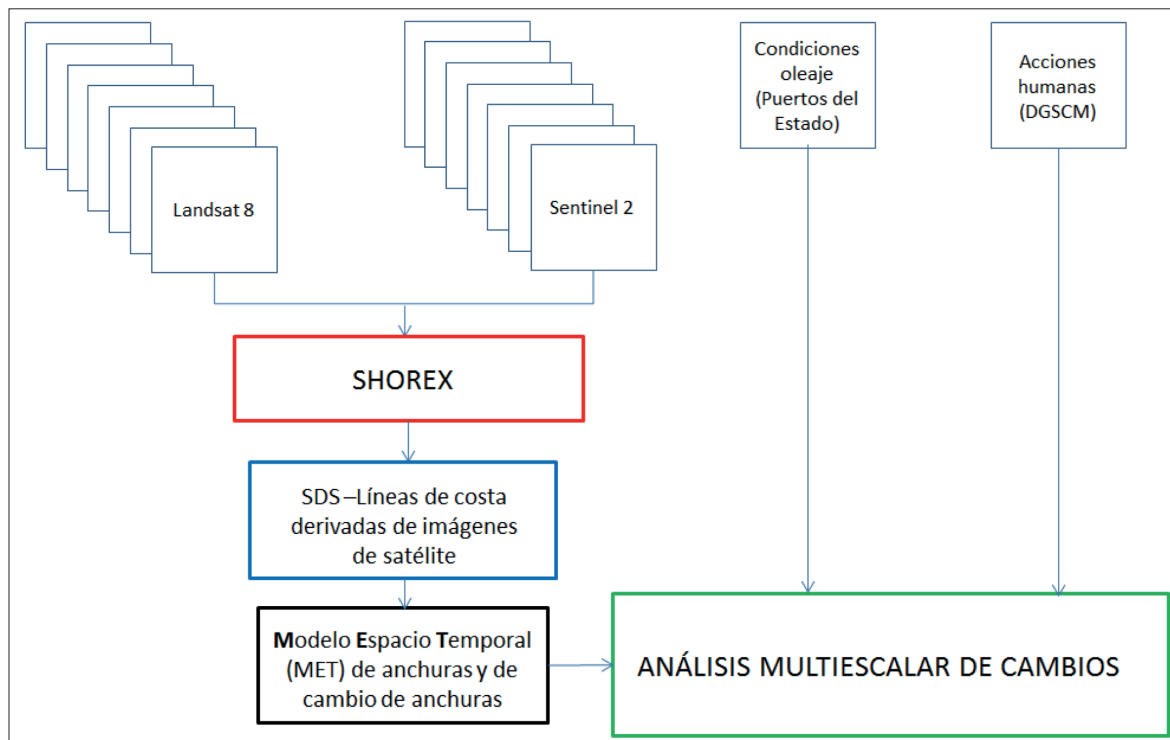


Figura 4. Diagrama de flujo que indica la metodología seguida en este trabajo.



### Imágenes y documentación utilizada

La principal fuente de información ha sido la serie de imágenes Landsat 8 y Sentinel 2. Son imágenes multispectrales que capturan la señal en distintas bandas del espectro óptico incluyendo varias fracciones de infrarrojo cercano y medio. Dichas bandas infrarrojas permiten diferenciar con mucha claridad el agua del resto de los elementos superficiales, permitiendo que la orilla quede claramente delimitada. Obviamente, para que las imágenes sean útiles éstas han de estar libres de nubes. Esto implica que, aunque el satélite adquiera de forma sistemática imágenes de un mismo lugar, las imágenes no siempre son útiles, provocando que haya periodos relativamente largos sin datos disponibles. Por otra parte, en ocasiones durante el registro de la imagen algunas partes de la zona de estudio presentan nubes y otras no, causando que el número de datos no sea exactamente el mismo para toda la zona de estudio. Con todo, el número total de SDS obtenido ha oscilado entre 217 y 220.

Es importante resaltar que el número de imágenes disponibles ha ido aumentando de forma muy sustancial con el paso de los años (Figura 5). Así, entre 2013 y 2015 solo se disponen de imágenes Landsat 8, pero a partir de julio de

2015 se añaden las imágenes del primer satélite Sentinel 2 al que se suma un segundo a partir de marzo de 2017.

Además de las imágenes el presente trabajo también ha empleado datos de oleaje. En concreto se han usado los registros de la página de Puertos del Estado (<http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>) del punto SIMAR 2082109 situado frente a las playas de Xeraco. Así, se han analizado los datos horarios de altura significativa de ola, periodo de pico y dirección del oleaje.

Por otra parte, se ha contado con una base de datos de las distintas acciones de recuperación de las playas gestionadas desde la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar en la provincia de Valencia (DGSCM) desde la década de los ochenta a principios de 2020. En ella se explicita el tipo de acción (vertido o extracción de arena), el volumen desplazado, el lugar aproximado y la fecha de inicio y fin de cada acción.

### Extracción de las líneas de costa deducidas de las imágenes

Las bandas espectrales que interesan para la detección de la posición de la costa –límite

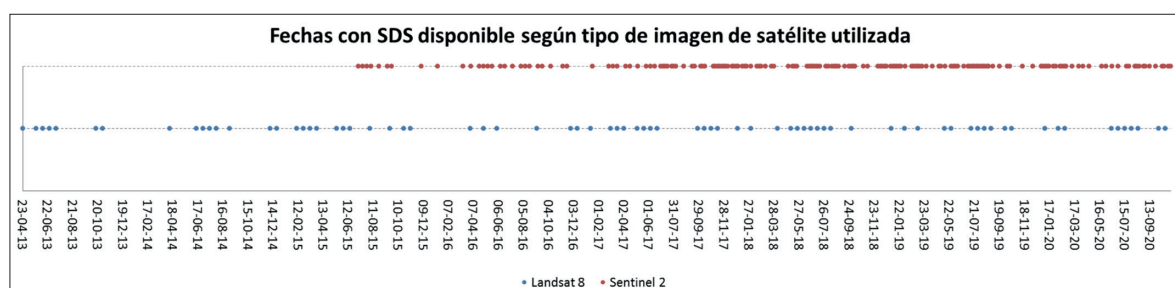


Figura 5. Imágenes útiles para la extracción de la línea de costa (SDS) a lo largo del tiempo según los diferentes sensores

1. Si se desea conocer con más detalle qué son las imágenes Landsat 8 se puede consultar [https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con=#qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con](https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=#qt-science_support_page_related_con) (visitada el 22 septiembre de 2021).

2. Si se desea conocer con más detalle qué son las imágenes Sentinel 2 se puede consultar <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2> (visitada el 22 septiembre de 2021).

agua/no agua—son las correspondientes al infrarrojo próximo y medio, que en el caso del Sentinel 2 tienen una resolución espacial de 10 o 20 m (dependiendo de la banda espectral) y en el caso del Landsat 8, de 30 m, lo que supone una resolución excesivamente grosera para detectar los cambios en la costa. Sin embargo, el grupo CGAT-UPV (<http://cgat.webs.upv.es/>) ha desarrollado distintas metodologías y herramientas para aprovechar este tipo de imágenes de forma eficiente y determinar la posición de la orilla con una precisión sustancialmente mejor a la resolución ofrecida por las imágenes utilizadas. Los fundamentos de estos métodos están descritos en Pardo-Pascual et al. (2012), Almonacid-Caballer (2014), Pardo-Pascual et al. (2018), Sánchez-García, (2019), Sánchez-García et al, (2020). Además de soluciones algorítmicas nuestro equipo ha desarrollado el sistema de extracción líneas de costa SHOREX que permite la obtención de las SDS de forma prácticamente automática (descrito en detalle en Palomar-Vázquez et al., 2018 y en Cabezas-Rabadán et al., 2021).

nivel de precisión con que se obtienen las SDS. A lo largo de estos años se han realizado evaluaciones en distintos lugares con procedimientos progresivamente mejorados con los que se han ido obteniendo precisiones cada vez mejores. En la Tabla 1 se presenta un resumen los distintos estudios llevados a cabo y ya publicados.

Como se puede observar en la tabla, los mejores resultados son los que se han medido sobre 91 posiciones distintas de la línea de costa en Cala Millor (Mallorca) con Sentinel 2 que establecen la exactitud en la posición de la orilla con un error medio cuadrático de 3,01 m y de 3,57 m cuando se emplean imágenes Landsat 8. Estos valores son coherentes con nuevas pruebas que actualmente se están llevando a cabo en otros entornos micromareales, por lo que son las precisiones asimilables a las SDS analizadas en este trabajo.

### Obtención de los modelos espacio-temporales (MET) de anchura y cambio de anchura de playa

Una cuestión clave a la hora de aprovechar estas imágenes para estos fines es establecer el

Una vez se dispone de todas las SDS hay que realizar un análisis que permita reconocer la

**Tabla 1.** Resumen de las evaluaciones de la extracción de la línea de costa desde el diseño del algoritmo base realizadas con distintas condiciones de marea y oleaje. La precisión aparece en las tres últimas filas para los diferentes satélites Sentinel y Landsat, expresada como error medio cuadrático (m).

	Pardo-Pascual et al., 2012	Pardo-Pascual et al., 2018	Palomar-Vázquez et al., 2019	Sánchez-García et al., 2019	Sánchez-García et al., 2020	Cabezas - Rabadán et al., 2020
<b>Lugar</b>	Borriana (Castelló, España)	El Saler (València, España)	Gallocanta (Aragón, España)	Reñaca (Central Chile)	Cala Millor (Mallorca, España)	Faro (Algarve, Portugal)
<b>Tipo costa</b>	Escollera	Playa arenosa	Lago somero	Playa arenosa	Playa arenosa	Playa arenosa expuesta
<b>Marea</b>	Micro	Micro	Inexistente	Micro	Micro	Meso
<b>Software</b>	SELI	SELI	SHOREX	SHOREX	SHOREX	SHOREX
<b>Nº de SDS</b>	45	21	1	7	91	24
<b>Referencia</b>	Fotointerp.	Fotogram.	GNSS alongshore	Fotogram.	Fotogram.	GNSS cross-shore
<b>Adquisición</b>	Ortofotos	Simultánea	Simultánea	Simultánea	Simultánea	Fechas cercanas
<b>S2</b>	---	6.6	4.15	4.55	3.01	4.58
<b>L8</b>	---	6.6	---	---	3.57	5.77
<b>L5, L7</b>	5 aprox.	7.4 - 8.0	---	---	---	---

evolución recogida por ese amplio paquete de datos. Para ello se propone la creación de dos tipos de modelos espacio-temporales (MET): (1) de anchura de playa, y (2) de cambio de anchura de playa. Para el primer modelo se realiza una división longitudinal en unidades analíticas de playa (en este caso segmentos de 60 m de longitud) donde se obtiene y se registra la anchura media en cada fecha para cada segmento interpolando posteriormente los datos para el resto de posiciones espaciales inmediatas. Para el segundo de los modelos se parte de la anchura media de playa antes calculada y se obtiene el cambio de anchura de cada fecha respecto a la fecha inicial de toda la serie (en nuestro caso el 23/04/2013). De esta forma lo que vemos es cómo va cambiando cada sector respecto a su posición original. Toda esta información se dispone sobre un gráfico Hövmoller donde la magnitud del cambio, simbolizada con un código de colores, se muestra sobre un sistema cartesiano de forma que el eje vertical define la posición geográfica y el eje horizontal el tiempo. En el trabajo de Cabezas-Rabadán et al., (2019c) se puede encontrar una descripción detallada de esta metodología. De forma muy resumida sería tal y como sigue:

- SHOREX obtiene la SDS de cada imagen como una serie de puntos separados 5 m entre ellos. Para definir las anchuras se propone medir la distancia desde cada uno de esos puntos respecto al límite interior de la playa (en este caso definido mediante una línea fotointerpretada). Esa línea está dividida en segmentos de 60 m de longitud en los que para cada fecha se promedia la distancia a todos los puntos asociados a ese segmento de cada SDS. Esto da lugar a la anchura media de cada fragmento de playa cada uno de los días analizados (Figura 6).
- Una vez se dispone de cada valor de anchura media por segmento y fecha, esta información se organiza espacialmen-

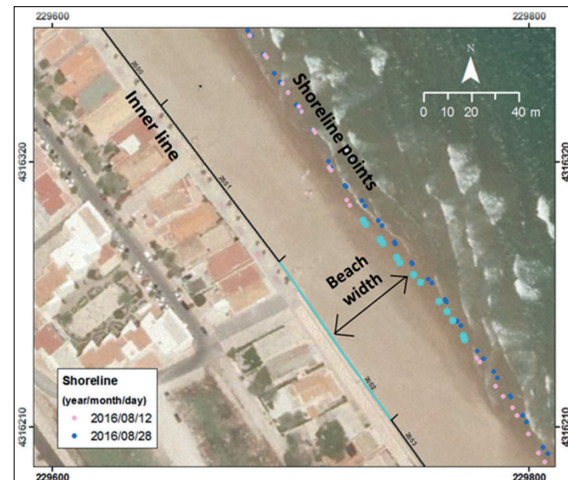


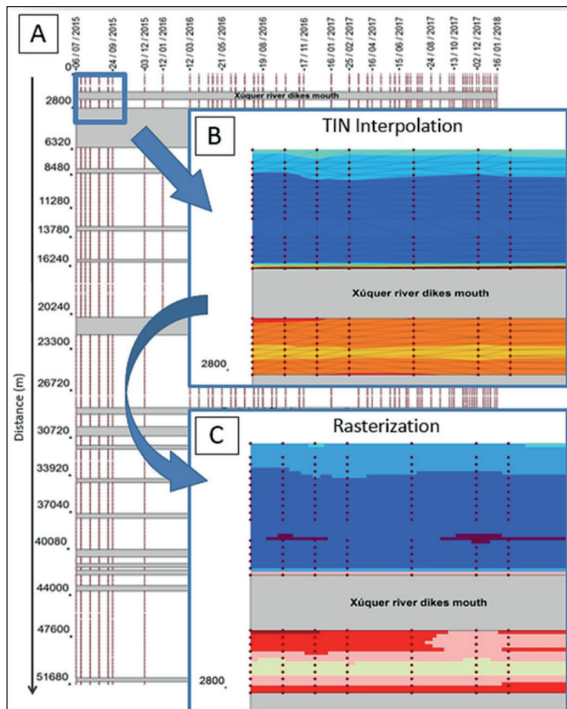
Figura 6. Forma de medir la anchura media de cada segmento.

te en dos ejes (vertical para el espacio y horizontal para el tiempo) obteniendo una malla de puntos uniformemente espaciados. Es importante que ambos ejes presenten una escala adecuada y coherente para una correcta representación visual de la información. Para cubrir los espacios vacíos entre los puntos y obtener una superficie continua, se interpola la información mediante un sistema de triangulación (conversión de la malla de puntos a una malla de triángulos irregulares -TIN). El modelo obtenido finalmente se rasteriza (se convierte a imagen) para que su análisis resulte más eficiente (Figura 7).

Estos modelos son un resultado en sí mismo, pero al mismo tiempo pueden utilizarse para hacer análisis posteriores como cuantificar a lo largo del tiempo las variaciones medias de tramos más largos –por ejemplo, unidades de playa así definidas para su gestión- y su comparación con las condiciones del oleaje.

## RESULTADOS

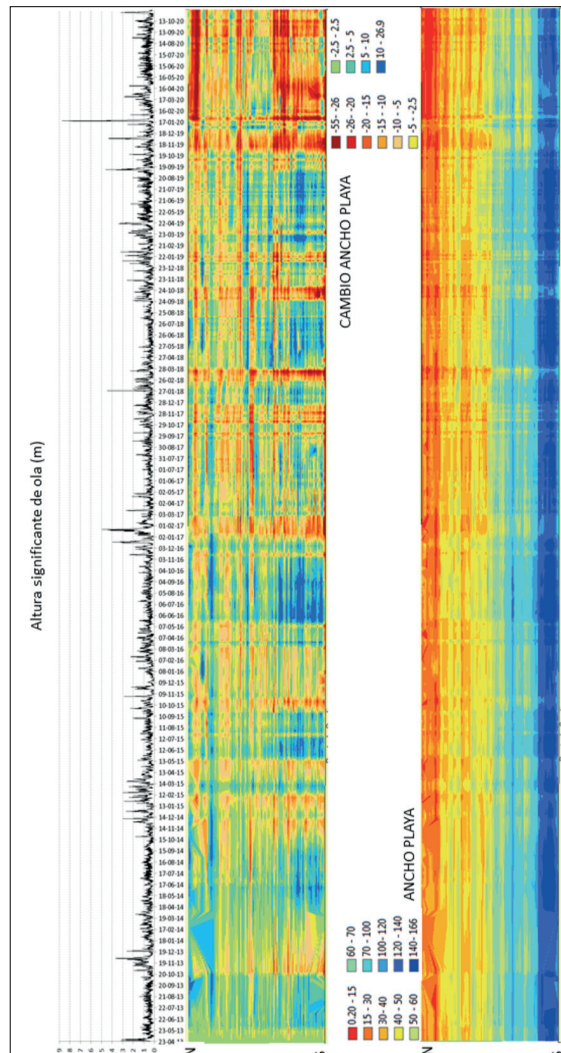
En la Figura 8 se muestran los MET de anchura y de cambio de anchura respecto a la primera fecha estudiada (23 abril de 2013). En la figura



**Figura 7.** Proceso de creación del gráfico Hövmoeller (modelo espacio-temporal) a partir de los datos de anchura o de cambio de anchura: a) distribución de la malla de puntos; b) triangulación; c) rasterización.

se presenta también un gráfico –escalado de forma que se pueda comparar con el resto de modelos- de la evolución de la altura significativa de ola (Hs) en metros.

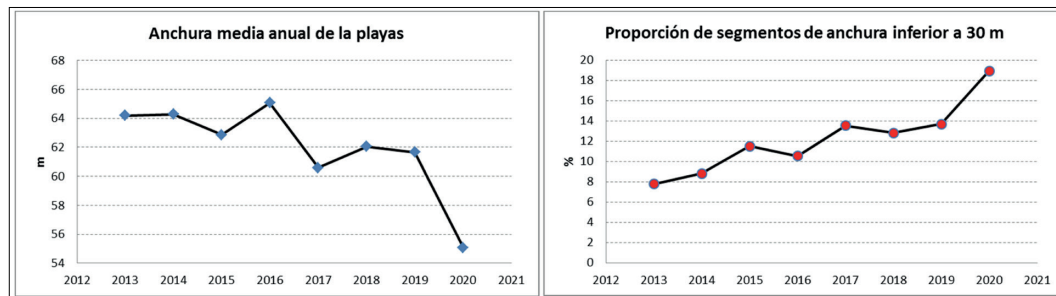
De estos MET se pueden ir deduciendo múltiples conclusiones. En la Figura 9 se expresa la evolución media del sector (Figura 9a) y también la proporción de segmentos de playa que a lo largo de cada uno de los años ha tenido una anchura de playa igual o inferior a 30 m, que sería la anchura a partir de la cual puede comenzar a considerarse como problemática (Cabezas-Rabadán et al., 2019a). El gráfico 9a plasma la tendencia predominantemente erosiva que sigue la zona, sobre todo a partir de 2017, marcando un retroceso medio muy llamativo en 2020. El gráfico 9b tiene una lógica similar, si bien aquí se aprecia que el aumento de segmentos con anchura inferior a 30 m ha sido creciente no habiendo ningún momento en que fuera menor al registrado en 2013. Esto parece señalar que, si bien en 2016 hubo un aumento de la anchura que sugiere un estado



**Figura 8.** MET de la zona de estudio y condiciones del oleaje a lo largo de periodo estudiado

mejor que el de 2013, la proporción de segmentos con anchuras problemáticas era claramente mayor a la situación de 2013, lo que remarca que la mejora era solamente parcial y en localizaciones puntuales. En ambas gráficas el impacto de los temporales de 2017 y sobre todo de 2020 es evidente y claramente negativo.

Tomando en consideración toda la serie de registros se ha calculado la tasa de cambio registrada en el periodo analizado. Dicha tasa de cambio –expresada en m/año- ha sido deducida mediante un ajuste lineal de las anchuras de la playa en cada segmento analizado respecto a su fecha. En la Figura 10 se



**Figura 9.** Variaciones morfológicas del conjunto de la zona estudiada promediando anualmente los valores. El gráfico A muestra la anchura media del conjunto de todas las playas por cada uno de los años. El gráfico B muestra la proporción de playas con anchura igual o inferior a 30 m (es decir, el umbral de anchura que se considera problemático) en cada uno de los años estudiados

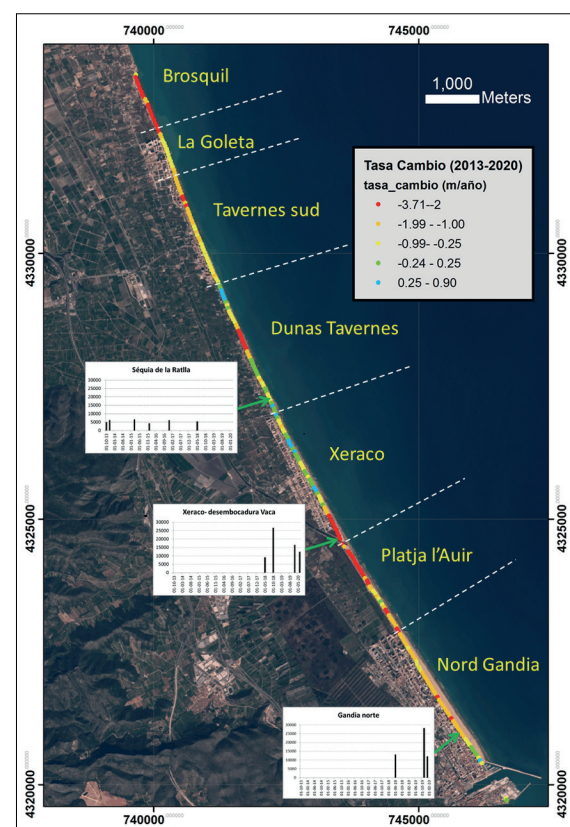
muestra un mapa de la zona en la que se han representado mediante un código de colores las magnitudes y el sentido de los cambios. En una gradación de tonos rojos a amarillos se señalan los lugares con tendencia erosiva, mientras que en tonos azules se representan las situaciones de acumulación. En verde se señalan los lugares con comportamiento estable.

Esta manera de representar la información aventaja a los MET (Figura 8) en la medida en que se dispone de una base cartográfica que ayuda a reconocer el comportamiento en cada segmento analizado. Sin embargo, es obvio que el dato es mucho más simple y puede estar excesivamente influenciado por las anchuras iniciales y finales de la serie.

Llama la atención que el comportamiento registrado ha sido negativo prácticamente en toda la zona de estudio. Es también destacable que las mayores tasas de pérdidas no se producen solo en el Brosquil y la Goleta –como sería de esperar- sino también en zonas teóricamente estables o acumulativas como las dunas del sur de Tavernes de la Valldigna o en las playas de Xeraco y l’Auir.

Para facilitar la interpretación evolutiva se ha resumido la evolución seguida, año a año, en los 30 sectores diferenciados (numerados de norte a sur), cuyo resultado se muestra en la Figura 11. En ella se muestra con un código de colores la diferencia de la anchura media

anual de cada año respecto a la anchura media anual de 2013. Se reconoce que excepto en tres sectores la tendencia del 2020 es claramente negativa en la zona de estudio, con pérdidas mayores a 10 m en trece de los sectores,



**Figura 10.** Mapa de tasa de cambio (m/año) en el periodo 2013-2020 tomando en consideración todos los registros analizados. Se indican los límites de los siete sectores geográficos diferenciados según su dinámica evolutiva. También se muestran gráficos de las extracciones de arena (expresadas en m<sup>3</sup>) en las distintas fechas y lugares en que se han realizado durante el periodo analizado

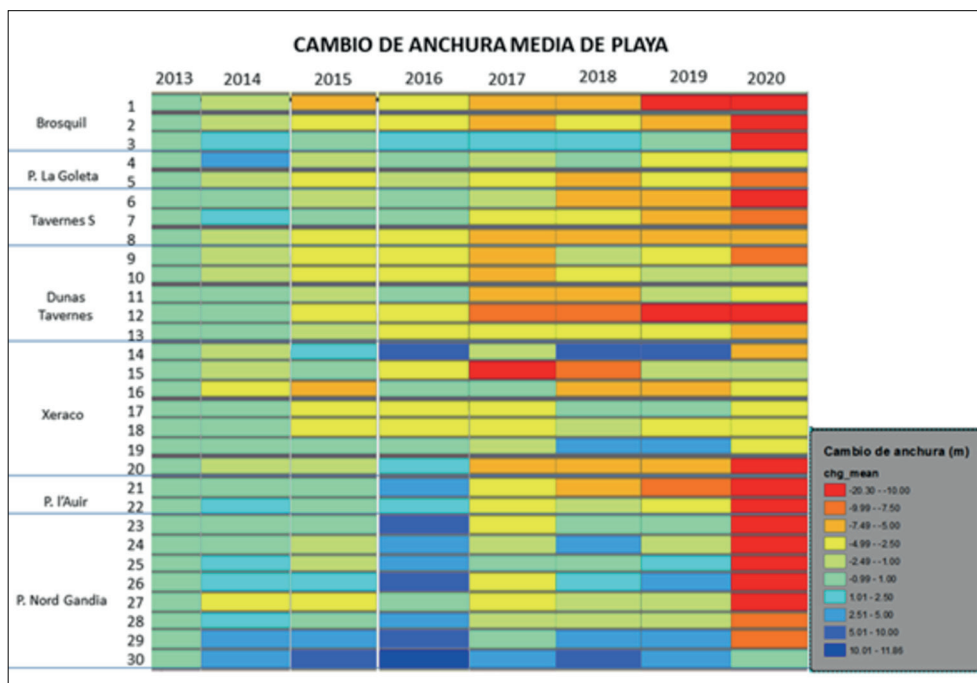


Figura 11. Resumen evolutivo de la variación media anual para los 30 sectores en que se divide de norte a sur la zona de estudio.

incluyendo buena parte de la playa norte de Gandia. También se puede apreciar que, tras el retroceso de 2017, la zona del sur de Tavernes no se recupera en ningún caso. Y ello también se aprecia en algunos sectores del tramo de las dunas de Tavernes. El año 2016 sí señala un avance claro en las playas del norte de Gandia y l'Auir y en algunos sectores más, pero ya desconectados entre sí (Brosquil y Xeraco). El 2017 es de pérdida en todos los sectores excepto en el sur del Brosquil.

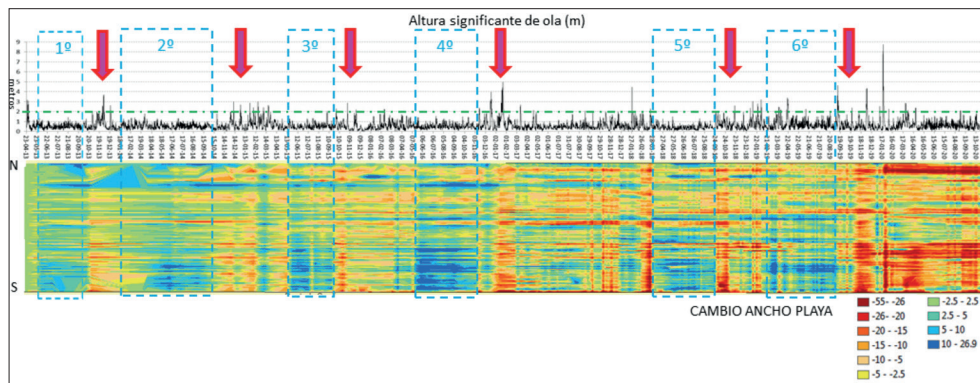
Puede llamar la atención que en la playa de l'Auir la pérdida de anchura se produzca desde 2017 en adelante sin apreciarse recuperación nunca, pese a que se trataba de una zona claramente acumulativa en los años previos.

## DISCUSIÓN

Los resultados presentados evidencian el predominio de una disminución general de la anchura de las playas analizadas. La razón primera y más evidente hay que buscarla en las condiciones de oleaje. La comparación de

estas condiciones con los cambios en la playa prueba que de forma asociada a episodios de oleaje tranquilo se dan procesos generalizados de ensanchamientos de las playas. En la Figura 12 se han destacado estos periodos de calma y se aprecia claramente que en ellos la ganancia de anchura es general en todos los casos. Ahora bien, es muy interesante observar que en los dos primeros periodos esa recuperación es general en toda la zona de estudio pero que a partir del 3º la zona norte no llega a recuperarse. Ello es así incluso en el 4º periodo, que es cuando se aprecian los mayores avances, los cuales llegan a ser importantes –de más de 10 m- en el sector meridional. En el periodo 5º y 6º se reconoce que en toda la zona norte la recuperación es mínima o directamente no existe. De la figura se desprende, asimismo, que si los oleajes son especialmente bajos –como se sucede en el periodo 4º- la recuperación es sustancialmente mayor.

Los resultados mostrados parecen indicar que durante los temporales (resaltados con una flecha en la Figura 12) se produce un retroceso de la orilla y se aprecia que es más o menos fuerte



**Figura 12.** Interrelación entre la evolución del oleaje y los cambios en la anchura de playa a lo largo del tiempo y del espacio.

dependiendo, tanto de la altura que alcanzan las olas, como de la duración del fenómeno. Es muy llamativo que inicialmente el impacto medido como cambio de la línea de costa parece bastante homogéneo en la zona señalada, pero a partir de 2017 la situación de retroceso permanece más persistente en el tiempo en la zona norte. En la siguiente fase de temporales –otoño de 2018 e invierno de 2019—esta persistencia de las pérdidas tras el temporal se alarga más hacia el sur y sobre todo, tras el temporal de otoño de 2019 y principalmente enero de 2020, las pérdidas son fortísimas y persistentes, tanto en el extremo norte, como en toda la zona del sur.

Estos resultados sugieren que todo el sector norte –prácticamente hasta las playas de Xeraco—está teniendo cada vez más dificultad en recuperar su anchura tras los temporales, lo que indicaría que los aportes arenosos procedentes del norte son cada vez menores y que la pendiente de la playa sumergida se estaría haciendo cada vez más elevada. Así pues, estaría señalando que este sector, si bien ahora aparentemente tiene una anchura adecuada, progresivamente la irá perdiendo. Si no se pone remedio este tramo quedará afectado en un futuro cercano por problemas erosivos de características similares a los vistos en las playas del Brosquil y la Goleta.

Lo que sucede en la zona sur resulta también inquietante. De la Figura 11 se desprende que

hasta el año 2017 (y muy especialmente durante el año 2016) en toda la zona meridional (playa de l’Auir y playa norte de Gandia) se aprecia una clara acumulación, lo que se ve alterado por la llegada de los grandes temporales. Así, tras el gran temporal de enero de 2017 la mayor parte de la zona no registra acumulación sino erosión o, en todo caso, estabilidad. De forma similar, el temporal Gloria (enero 2020) lleva asociada una fortísima erosión. Este hecho en sí mismo es muy sorprendente, en tanto que la zona sur está adosada a una trampa sedimentaria que durante décadas ha demostrado ser muy eficiente en la retención de arenas. Es razonable preguntarse por qué no se ha acumulado sedimentos en ese periodo y, más aún, por qué se pierden tantos. Es obvio que la magnitud del temporal Gloria, con una fuerte sobre elevación del nivel del agua y alturas significantes de ola de casi 9 m, implicó que buena parte del sedimento fuera arrastrado a grandes profundidades, lo que hace muy compleja su recuperación natural. No obstante, resulta llamativo que habiéndose tenido que producir un transporte de materiales tan fuerte hacia el sur, la trampa de sedimentos que crea el puerto de Gandia no haya sido tan eficiente como podría pensarse. Una explicación posible es que sí haya habido una fuerte acumulación por el transporte longitudinal pero mucho menor al volumen de arena arrastrado mar adentro en estas zonas, y por ello, en el cómputo final se aprecie esta fuerte erosión. En cualquier caso, es un tema relevante que merece de una mo-

nitorización continuada para poder realizar un diagnóstico lo más certero posible.

Otro tema que merece un análisis particularizado es el impacto a la evolución de las playas, causado tanto por las extracciones artificiales de arena de las playas como por sus aportaciones. En la Figura 13 se muestra gráficamente la evolución temporal de la playa de la Goleta de Tavernes de la Valldigna y las fechas y volumen de arenas aportados. En el periodo estudiado se han realizado 6 aportaciones, y para 4 de ellas se dispone de registros de anchura de playa pocos días después de la acción lo que permite reconocer el avance que provoca cada una de ellas. Asimismo, también resulta evidente que la playa rápidamente pierde esta anchura y vuelve a la situación previa con un ancho crítico (del orden de 15 m).

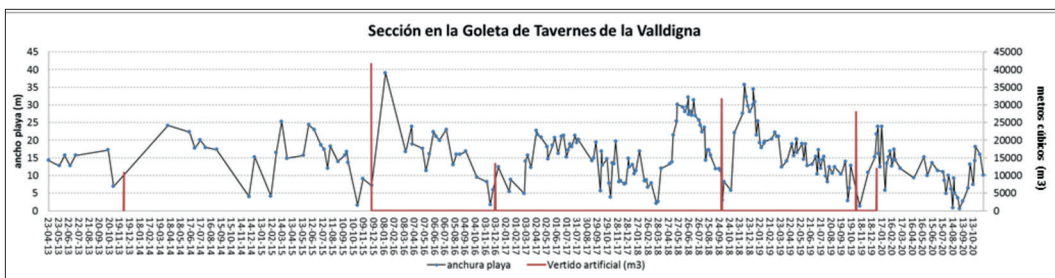
Por su parte, los procesos extractivos normalmente también dejan constancia en las variaciones de anchuras. En la Figura 10 se aprecia como la arena extraída cerca de la desembocadura del Riu Vaca (Xeraco y l'Auir) y en menor medida al norte de Gandia llamativamente coinciden con amplios tramos con tasas de pérdidas de anchura altas. Probablemente estas extracciones podrían ser las que explicasen que el sector meridional de Xeraco y el septentrional de l'Auir registren retrocesos medios de entre 5 y 7,5 m en 2018 y 2019 (Figura 11).

Es importante resaltar, en todo caso, que estas consecuencias del impacto directo de los procesos de vertido y extracción solo remarcen su

efecto a escala local, pero no necesariamente dentro de todo el sistema. De hecho, en este caso, la mayor parte de las arenas extraídas en la zona de estudio se han aportado a las playas del Brosquil y la Goleta habiendo existido un aporte neto externo mínimo, por lo que el efecto global no puede ser importante. Ahora bien, la escasísima durabilidad de los aportes realizados en la Goleta (Figura 13) prueban que este tipo de medida, con esta magnitud tan pequeña de aportes, es del todo insuficiente para resolver el problema erosivo del sector. Parece claro que los procesos erosivos ocasionados por la interrupción del transporte longitudinal causada por los diques de la desembocadura del Xúquer y que ha ido vaciando la playa sumergida, requeriría para su recuperación de un volumen de aporte de sedimentos arenosos muchísimo mayor.

## CONCLUSIONES

Se ha presentado un ejemplo de monitorización de las playas entre el Brosquil de Cullera y la playa norte de Gandia basado en el estudio sistemático y masivo de todas las SDS deducidas de las imágenes Landsat 8 y Sentinel 2 registradas entre julio de 2013 y noviembre de 2020. Se han gestionado unas 220 líneas de costa para dar lugar a unos modelos de cambio espacio-temporales (de anchura y de cambios de anchura) para ser analizadas de forma eficiente y comprensiva. Los cambios mostrados en esos MET se han relacionado con las condiciones del oleaje incidente, reconociéndose una clara interrelación entre la altura significante de ola y los cambios



**Figura 13.** Evolución de la anchura de la playa en la Goleta de Tavernes y su relación con los aportes artificiales de arena para regenerarla.



de anchura de playa. Los temporales provocan retrocesos de la anchura de la playa que perderán tanto más cuanto mayor es la dimensión del temporal y, por el contrario, la recuperación o incremento de anchura se asocia a la existencia de periodos largos de oleaje tranquilo.

Los cambios observados remarcan la idea de que los procesos de recuperación a lo largo del periodo se hacen más difíciles, al menos en el sector norte de la zona estudiada. Esto probablemente se debe a que el perfil sumergido de la playa se ha ido vaciando con el paso del tiempo, y por tanto el transporte de arenas hacia el sur cada vez es menor. Este efecto de vaciamiento del perfil sumergido parece que es obvio, ahora mismo, en el Brosquil y la Goleta. Dada la poquísima duración de los ensanchamientos de playa que crean las sucesivas actuaciones de realimentación, la tendencia erosiva de este tramo de litoral parece lo suficientemente clara para no poder ser contrarrestada por los vertidos. Los resultados de la monitorización presentada sugieren incluso que toda la playa de Tavernes sur también está teniendo procesos erosivos remarcables, incluso la zona de las dunas de Tavernes. Por tanto, parece necesaria la toma de medidas más decididas encaminadas al mantenimiento físico de las playas, para lo que se requerirá de un aporte de arenas de dimensiones sustancialmente mayores a los que se han ido llevando recientemente y que ofrecen unos beneficios muy limitados en el tiempo. Si no se encaran acciones claras orientadas a la regeneración es de prever que la consideración como playa problemática o crítica se vaya extendiendo progresivamente hacia el sur.

El hecho mismo de que una zona tradicionalmente acumulativa como la apoyada en el dique norte de Gandia registre una tendencia claramente erosiva tras los temporales de 2017 y 2020 y que sea tan difícil su recuperación remarca la idea de una clara falta de aporte de nuevo sedimento. Este hecho ha de hacer

pensar en la estrategia a seguir para encontrar soluciones. Es evidente que la introducción de defensas rígidas que atrapen localmente sedimento solo conlleva trasladar el problema hacia el sur (como evidencia la historia al sur de los diques de la desembocadura del Riu Xúquer). La única opción realmente útil es aportar nuevo sedimento al sistema y hacerlo en grandes cantidades. Si además tenemos en cuenta la previsible subida del nivel del mar y el progresivo aumento de la virulencia y frecuencia de los temporales asociados al cambio climático, se concluirá que urge preparar acciones que restauren la llegada masiva de sedimentos al medio litoral como estrategia básica para asegurar la sostenibilidad de estas playas.

La metodología presentada es una herramienta clave en la monitorización de los efectos del cambio climático al permitir definir el estado y cuantificar los cambios que se están registrando en las playas a lo largo de amplios sectores del litoral. Esto permite ofrecer datos clave para entender el fenómeno y para sustentar la toma de decisiones sobre la costa. Estos datos serán los encargados de sustentar y guiar la adopción de medidas como las realimentaciones, encaminadas a permitir el mantenimiento físico de las playas o, cuando ya no sea posible, al diseño de estrategias de reordenación del territorio como el retroceso planificado que permitan la adaptación a los nuevos escenarios climáticos y la mitigación de los daños sobre las sociedades y los ecosistemas costeros.

## REFERENCIAS

- Almonacid-Caballer, J. (2014). *Obtención de líneas de costa con precisión sub-píxel a partir de imágenes Landsat (TM, ETM+y OLI)*. Ph.D. Thesis, Universitat Politècnica de València.365p
- Bishop-Taylor, R.; Sagar, S.; Lymburner, L.; Alam, I.; Sixsmith, J. (2019). Sub-Pixel Waterline Extraction: Characterising Accuracy and Sen-

- sitivity to Indices and Spectra. *Remote Sensing* 11(24), 2984.  
<https://doi.org/10.3390/rs11242984>
- Cabezas-Rabadán, C.; Pardo-Pascual, J.; Almonacid-Caballer, J.; Rodilla, M. (2019b). Detecting problematic beach widths for the recreational function along the Gulf of Valencia (Spain) from Landsat 8 subpixel shorelines. *Applied Geography* Vol.110. 102047  
<https://doi.org/10.1016/j.ap-geog.2019.102047>
- Cabezas-Rabadán, C., Pardo-Pascual, J. E., Palomar-Vázquez, J., & Fernández-Sarría, A. (2019c). Characterizing beach changes using high-frequency Sentinel-2 derived shorelines on the Valencian coast (Spanish Mediterranean). *Science of the Total Environment*, Vol. (691). pp.216-231  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.084>
- Cabezas-Rabadán, C.; Pardo-Pascual, J.E.; Palomar-Vázquez, J.; Ferreira, Ó.; Costas, S. (2020). Satellite Derived Shorelines at an Exposed Meso-tidal Beach. *Journal of Coastal Research* 95, 1027–1031.  
<https://doi.org/10.2112/SI95-200.1>
- Cabezas-Rabadán, C., Pardo-Pascual, J. E., & Palomar-Vázquez, J. (2021). Characterizing the Relationship between the Sediment Grain Size and the Shoreline Variability Defined from Sentinel-2 Derived Shorelines. *Remote Sensing*, 13(14), 2829.  
<https://doi.org/10.3390/rs13142829>
- Cabezas-Rabadán, C.; Rodilla, M.; Pardo-Pascual, J.; Herrera-Racionero, P. (2019a). Assessing users' expectations and perceptions on different beach types and the need for diverse management frameworks along the Western Mediterranean. *Land Use Policy* 81. pp 219–231.  
<https://doi.org/10.1016/j.landuse-pol.2018.10.027>
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) (1979). *Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onubense. Provincias de Valencia, Castellón y Tarragona*. Laboratorio de Puertos Ramón Iribarren, Dir. Gral. de Puertos y Costas, Subdirección General de Ordenación y Programación.
- Palomar-Vázquez, J.; Almonacid-Caballer, J.; Pardo-Pascual, J.E.; Cabezas-Rabadán, C.; Fernández-Sarría, A. (2018). Sistema para la extracción masiva de líneas de costa a partir de imágenes de satélite de resolución media para la monitorización costera: SHOREX. In *Proceedings of the XVIII Congreso Nacional de TIG*, València, Spain.  
<https://tig.age-geografia.es/wp-content/uploads/2021/09/actasXVIII CongresoTIG.pdf> (accessed on 8 June 2021)
- Palomar-Vázquez, J., Pardo-Pascual, J.E., Cabezas-Rabadán, C., Alonso-Aransay, D., (2019). Monitorizando los cambios de superficie y volumen de la Laguna de Gallocanta mediante imágenes Landsat-8 y Sentinel-2. *X Jornadas de Geomorfología Litoral*. Castelldefels, Spain.
- Pardo-Pascual, J.E. (1991). *La erosión antrópica en el litoral valenciano*. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports.
- Pardo-Pascual, J.E., Almonacid-Caballer, J., Ruiz, L.A., Palomar-Vázquez, J., (2012). Automatic extraction of shorelines from Landsat TM and ETM multi-temporal images with sub-pixel precision. *Remote Sensing of Environment* 123, pp. 1-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.02.024>
- Pardo-Pascual, J.E., y Sanjaume, E. S. (2001): Análisis multiescalar de la evolución costera. *Cuadernos de Geografía*, 69-70. pp. 95-125
- Pardo-Pascual, J.; Sánchez-García, E.; Almonacid-Caballer, J.; Palomar-Vázquez, J.M.; Priego de los

- Santos, E.; Fernández-Sarría, A.; Balaguer-Beser, Á. (2018). Assessing the Accuracy of Automatically Extracted Shorelines on Microtidal Beaches from Landsat 7, Landsat 8 and Sentinel-2 Imagery. *Remote Sensing*. 10(2), 326. <https://doi.org/10.3390/rs10020326>
- Pardo-Pascual, J.E.; Sanjaume, E. (2018). *Beaches in Valencian Coast*. En *The Spanish Coastal Systems*. Springer, pp. 209–236. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-93169-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93169-2_10)
- Pardo-Pascual, J.E., Roca Moya, R. y Segura-Beltrán, F. (2019). Análisis de la evolución de la línea de costa entre Alcossebre y Orpesa a partir de fotografía aérea. *Cuadernos de Geografía* 102. pp. 39-72.
- Sánchez-García, E.; Briceño, I.; Palomar-Vázquez, J.; Pardo-Pascual, J.; Cabezas-Rabadán, C.; Balaguer-Beser, Á. (2019). Beach Monitoring Project on Central Chile. In *Proceedings of the 5ª Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira*. Lisboa, Portugal, [http://mec2019.lnec.pt/pdf/MEC2019\\_LivrosResumos.pdf](http://mec2019.lnec.pt/pdf/MEC2019_LivrosResumos.pdf) (accessed on 16 July 2021).
- Sánchez-García, E., Balaguer-Beser, A., Almonacid-Caballer, J., Pardo-Pascual, J. E., (2019). A new adaptive image interpolation method to define the shoreline at sub-pixel level. *Remote Sensing*, 11 (16), 1880. <https://doi.org/10.3390/rs11161880>
- Sánchez-García, E.; Palomar-Vázquez, J.; Pardo-Pascual, J.; Almonacid-Caballer, J.; Cabezas-Rabadán, C.; Gómez-Pujol, L (2020). An efficient protocol for accurate and massive shoreline definition from mid-resolution satellite imagery. *Coastal Engineering*. 160, 103732. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2020.103732>
- Sanjaume, E. y Pardo-Pascual, J. E. (2005): Erosion by human impact on the Valencian coastline (E of Spain). *Journal of Coastal Research*, 49. pp.76-82.
- Stafford, D. B. (1971): *An aerial photographic technique for beach erosion surveys in North Carolina*. US Army Coastal Engineering Research Center, Technical Memorandum 36, 115 p.
- Vos, K.; Splinter, K.D.; Harley, M.; Simmons, J.A.; Turner, I.L. (2019). CoastSat: A Google Earth Engine-enabled Python toolkit to extract shorelines from publicly available satellite imagery. *Environmental Modelling & Software*. Vol. 112, 104528 <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104528>

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha va enmarcado dentro del proyecto MONOBESAT (PID2019-111435RB-I00) a cargo del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Los autores agradecen a la ESA y USGS el acceso a las imágenes de satélite, a Puertos del Estado por los datos oceanográficos, y a la DGSCM por la información referente a actuaciones de realimentación de arena.



Atlántico. Playa de Deauville (Normandía, Francia)  
*Foto: E. Antequera*

## CALENTAMIENTO GLOBAL Y POLÍTICA DE COSTAS ¿Qué futuro?

**Antonio Serrano Rodríguez**

Dr. Ing. Caminos. Licenciado en Ciencias Económicas. Diplomado en Ordenación del Territorio.  
Vocal de FUNDICOT. Catedrático jubilado de Urbanística y Ordenación del Territorio.

### Resumen

El artículo parte de la evolución seguida por el calentamiento global a lo largo de los últimos años, las previsiones de emisiones y la incidencia esperable de las Contribuciones Nacionales Definidas de los 191 países que las han presentado para la próxima COP26, a celebrar en Glasgow en noviembre de 2021, para concluir que los niveles previsibles de calentamiento y el cambio climático asociado, para 2030, van más allá de lo necesario para asegurar unas condiciones seguras para las costas españolas. Si el calentamiento se incrementa, los riesgos también lo hacen de manera exponencial según los distintos informes e investigaciones disponibles, poniendo en valor las conclusiones y recomendaciones del Marco de Sendai 2015-2030 aprobado en 2015 por los distintos países integrados en Naciones Unidas.

Una segunda parte del artículo se centra en un breve análisis sintético de la negativa evolución seguida en España respecto a sus costas, tras la aprobación, en 2007, de una Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, que, 14 años después, y tras su no aplicación, vuelve a ser objeto de reelaboración.

La última parte - ¿qué futuro?- plantea un escenario de graves riesgos para las costas españolas, donde el "qué hacer" se sabe desde hace mucho tiempo, la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y su Reglamento supusieron un grave paso atrás en su protección –y siguen en vigor-, las medidas en marcha en la actualidad por el Gobierno, incluida la aprobación de una nueva Estrategia, que se recoge en esta Revista, o las medidas positivas de algunas comunidades autónomas litorales (que no todas) van a llegar tarde, ante un proceso de regulación que termina en una acción concreta muchos años después de lo necesario.

**Temática clave:** Cambio climático, Mitigación y Adaptación al cambio climático, Costas, Subida del nivel del mar, Ordenación Territorial, Gestión Integrada de costas.

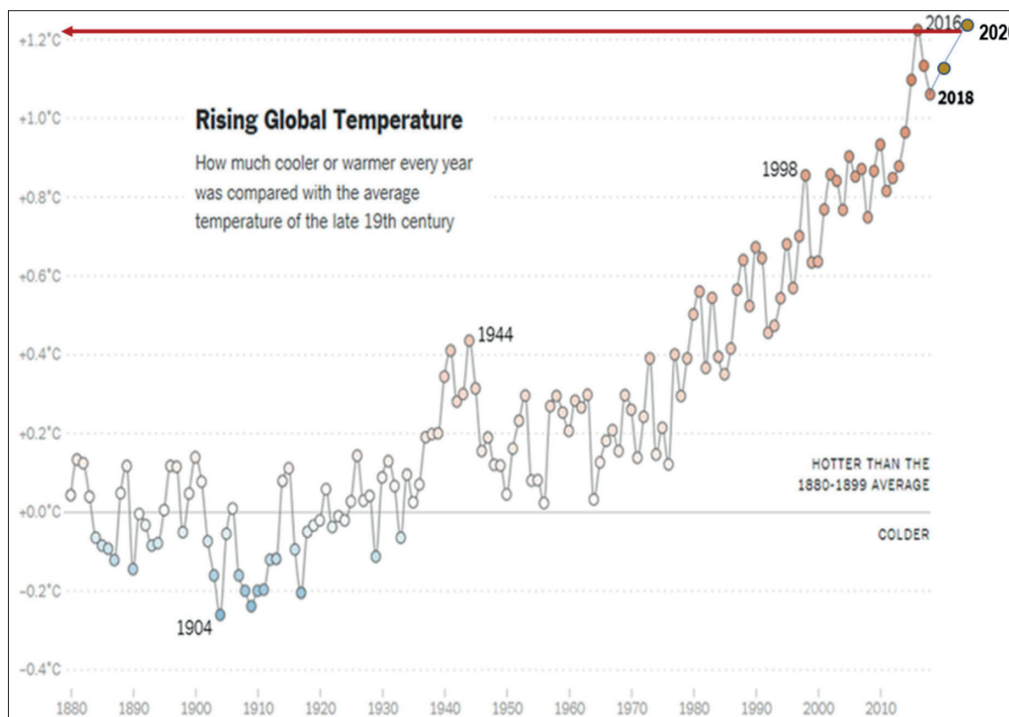
### 1. LA GRAVE EVOLUCIÓN DEL CALENTAMIENTO GLOBAL.

#### 1.1. La situación a inicios del 2021.

La temperatura media global de la superficie de la Tierra en 2020 superó en una dé-

cima de grado a la de 2016, convirtiéndose en el año más cálido registrado, según la NASA<sup>1</sup>, elevando dicha temperatura por encima de 1,2°C respecto a la media de 1880-1889, con una evolución, desde entonces, que se aprecia en la Figura 1 de la página siguiente.

1. <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20210114/b/>



**Figura 1.** Diferencial de temperatura anual respecto a la media del período 1880-1889.  
Fuente: NASA. <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20210114b/>

Medidas semejantes corresponden al Climate Change Service de Copernicus<sup>2</sup>, tal y como se aprecia en la Figura 2 siguiente, que resume diferentes conjuntos de datos.

La conclusión de las figuras anteriores es un peligroso y progresivo incremento del calentamiento global, con los últimos siete años como los más cálidos registrados; lo que permite prever una tendencia a alcanzar la cifra de 1,5°C del Objetivo mejorado de la Agenda de París para 2100, ya para el año 2024<sup>3</sup>. Y no deja de poderse considerar que para 2060 el incremento de

temperatura medio del planeta pudiera llegar a sobrepasar los 4°C<sup>4</sup> ante los nuevos análisis en realización, de los que deberá hacerse eco el IPCC en su próximo 6º Informe integrado, del que ya ha publicado el resultado del Grupo de Trabajo I (sobre la base de las ciencias físicas: AR6 WG1)<sup>5</sup> presentado el 9 de agosto de 2021.

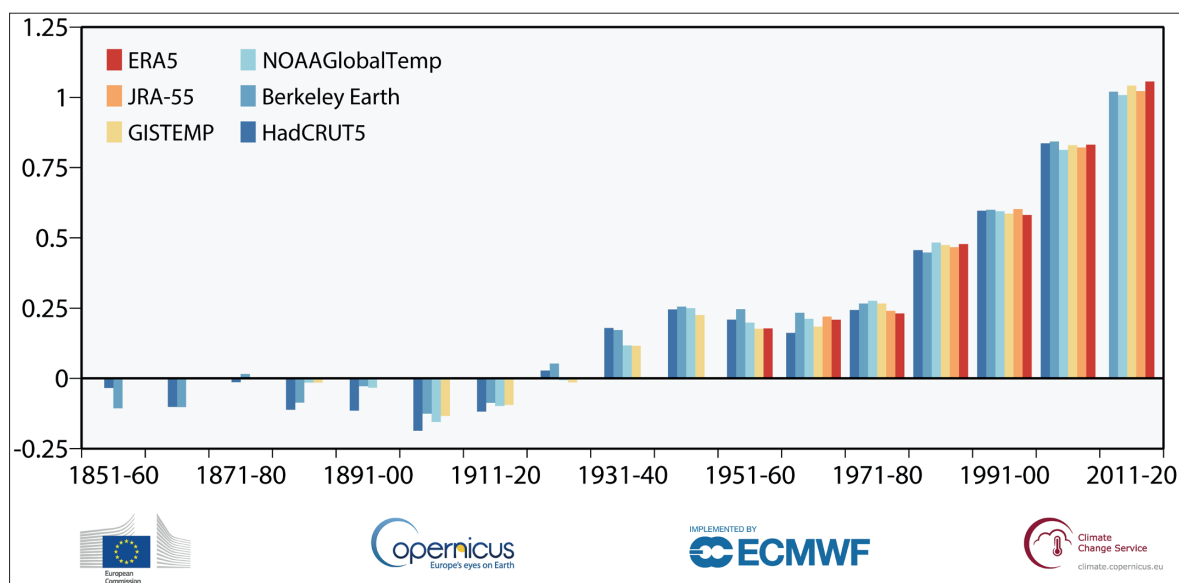
Este AR6 WGI del IPCC también ratifica, tanto las indudables causas antropogénicas del calentamiento, como las consecuencias ya registradas del mismo, cuya síntesis se recoge en la Figura 3 de la siguiente página, que muestra:

2. <https://climate.copernicus.eu/index.php/2020-warmest-year-record-europe-globally-2020-ties-2016-warmest-year-recorded>

3. Hay al menos una posibilidad entre cinco de que el aumento de la temperatura media mundial supere temporalmente los 1,5°C para 2024, según la publicación de la OMM Global Annual to Decadal Climate Update [https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/WMO\\_GADCU\\_2019.pdf](https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/WMO_GADCU_2019.pdf)

4. Incremento de temperatura cuyos efectos catastróficos son difícilmente asumibles ya que incluirían la posibilidad de una afección fatal al 90% de la población existente. <https://ustednoselocree.com/2020/02/20/peor-de-lo-esperado-4-oc-en-2060-viaje-a-lo-impensable/>

5. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MassonDelmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)



que en el aumento de temperaturas, el calor extremo se ha producido en la región mediterránea (MED), que afecta a España, con una confianza máxima en su producción, al igual que sucede respecto a la producción de sequías; si bien la confianza y signo de los cambios hacia altas precipitaciones es dudosa.

En todo caso, sus resultados en cuanto al incremento de riesgos superan lo contemplado en el 5º Informe del IPCC<sup>6</sup>, al igual que sucede con lo referente a deshielos del ártico (fundamentalmente) y del antártico, de los glaciares y del correspondiente incremento del nivel del mar; o a los progresivos riesgos que se derivan del continuado incremento de temperaturas y cambio climático asociado. De hecho, según sus proyecciones, el nivel del mar podría llegar a alcanzar entre 30 y más de 100 centímetros, en 2100, consecuencia, en aproximadamente un 30%, de la expansión térmica del océano, mientras que el otro 70% se debería en gran parte al derretimiento del hielo terrestre y a los

6. 5º Informe de Síntesis presentado el 1 de noviembre de 2014 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change). <https://www.ipcc.ch/report/ar5>

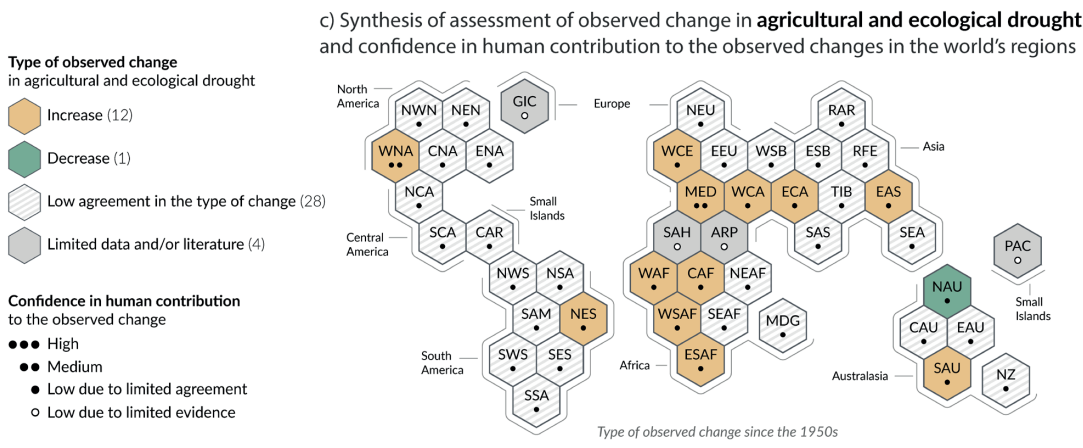
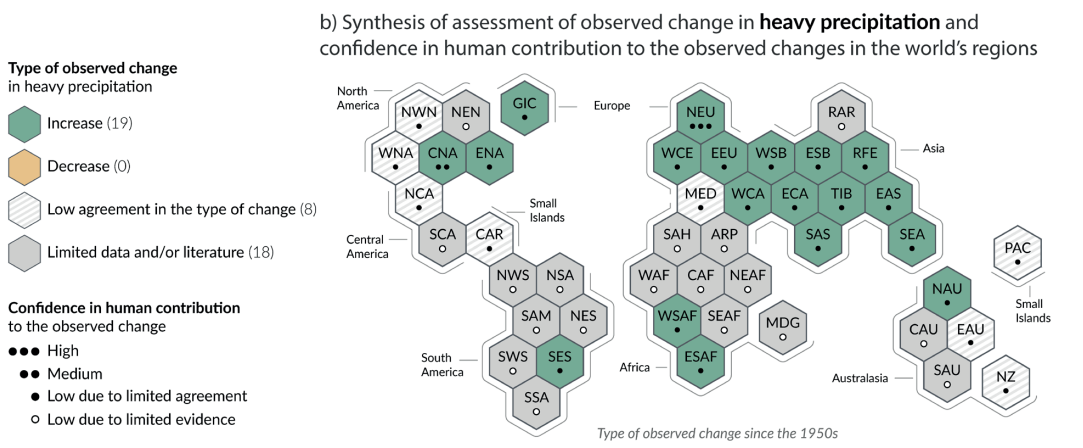
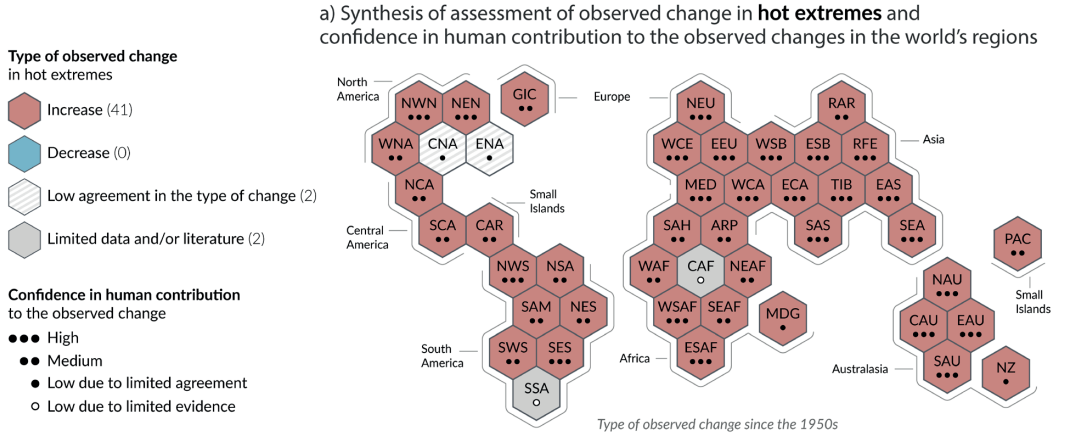
cambios en el almacenamiento de agua terrestre, por sobreexplotación de los acuíferos.

### 1.2. Emisiones de gases de efecto invernadero y su incidencia en los Escenarios de calentamiento global.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recogía en su Boletín nº13 un artículo de Bertler, N. et al. (2017)<sup>7</sup>, en el que se señalaba que el rápido aumento de los niveles atmosféricos de CO<sub>2</sub> y de otros gases de efecto invernadero (GEI) podría provocar cambios impredecibles en los sistemas climáticos, ya que los registros geológicos mostraban, según se aprecia en la Figura 4, que los niveles de CO<sub>2</sub>, en 2016 (ya ampliamente superados en 2020), se correspondían con un clima "en equilibrio", que se había observado por última vez en el Plioceno Medio (hace entre 3 y 5 millones de años). Clima que era unos 2 o 3°C más cálido que el de 2016, donde los mantos de hielo de Groenlandia y de la Antártida Occidental se

7. Bertler, N., Levy, R., Yurnbull, J. (2017).- Discovery of ancient atmospheres in Antarctic ice. WMO. *Greenhouse Gas Bulletin*, 13: 4-7. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=4022](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4022)

## Climate change is already affecting every inhabited region across the globe with human influence contributing to many observed changes in weather and climate extremes



Each hexagon corresponds to one of the IPCC AR6 WGI reference regions

**NWN** North-Western North America

IPCC AR6 WGI reference regions: **North America:** NWN (North-Western North America), NEN (North-Eastern North America), WNA (Western North America), CNA (Central North America), ENA (Eastern North America), **Central America:** NCA (Northern Central America), SCA (Southern Central America), CAR (Caribbean), **South America:** NWS (North-Western South America), NSA (Northern South America), NES (North-Eastern South America), SAM (South American Monsoon), SWS (South-Western South America), SES (South-Eastern South America), SSA (Southern South America), **Europe:** GIC (Greenland/Iceland), NEU (Northern Europe), WCE (Western and Central Europe), EEU (Eastern Europe), MED (Mediterranean), **Africa:** MED (Mediterranean), SAH (Sahara), WAF (Western Africa), CAF (Central Africa), NEAF (North Eastern Africa), SEAF (South Eastern Africa), WSAF (West Southern Africa), ESAF (East Southern Africa), MDG (Madagascar), **Asia:** RAR (Russian Arctic), WSB (West Siberia), ESB (East Siberia), RFE (Russian Far East), WCA (West Central Asia), ECA (East Central Asia), TIB (Tibetan Plateau), EAS (East Asia), ARP (Arabian Peninsula), SAS (South Asia), SEA (South East Asia), **Australasia:** NAU (Northern Australia), CAU (Central Australia), EAU (Eastern Australia), SAU (Southern Australia), NZ (New Zealand), **Small Islands:** CAR (Caribbean), PAC (Pacific Small Islands)

**Figura 3.** Cambios climáticos que afectan a cada ámbito territorial del planeta. Fuente: IPCC\_AR6\_WGI (2021). "Summary for Policymakers". Pág. 12. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)



habían fundido, e incluso había desaparecido parte del hielo de la Antártida Oriental, lo que había provocado que el nivel de los mares estuviera entre 10 y 20 metros por encima del existente en 2016.

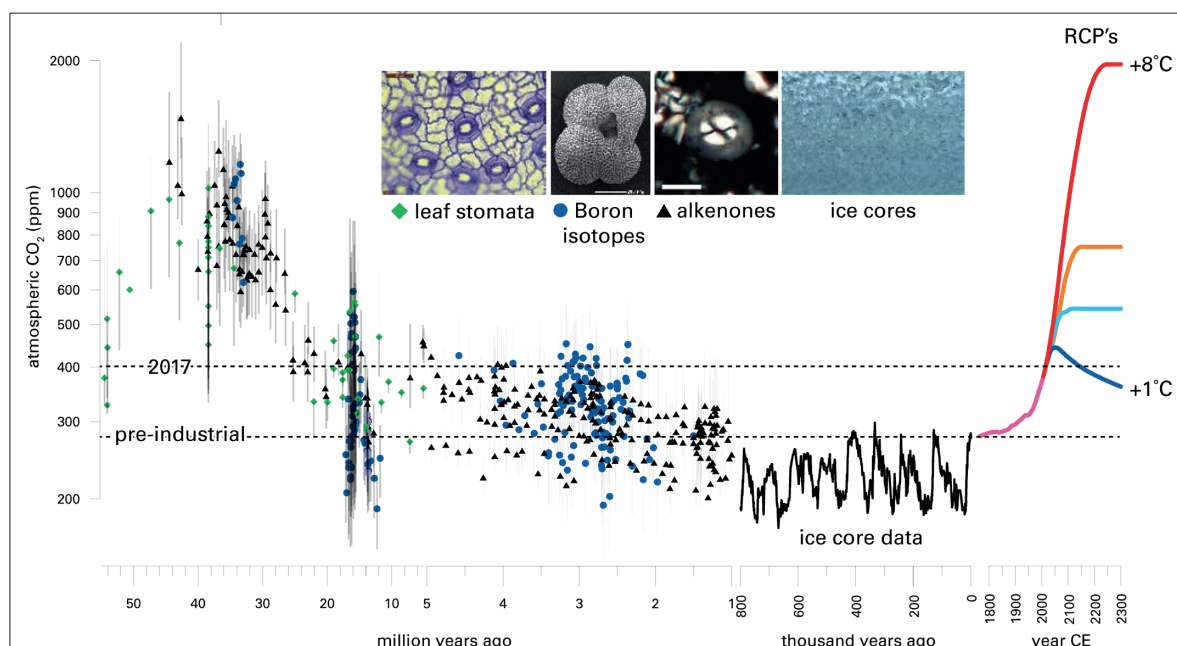
Observaciones que no requieren muchos más comentarios, pero que deberían ser suficientes para acabar con el autismo mayoritario de las políticas reales en nuestra sociedad, que debería comprender que ya no se trata tanto de reducir emisiones –que también- sino de preparar urgentemente a nuestra sociedad y a nuestros territorios para las gravísimas consecuencias económicas, sociales y sobre la salud que ya está teniendo el inevitable proceso de calentamiento global.

Porque los últimos datos disponibles señalan que, durante los últimos 171 años, la sociedad ha elevado las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> en un 48% por encima de los niveles preindustriales encontrados en 1850, superan-

do lo que había pasado naturalmente durante un período de 20.000 años<sup>8</sup>.

Aunque en 2020 se ha producido una reducción final de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) del orden del 7% -según el señalado 6º Informe del IPCC de agosto de 2021- por las medidas adoptadas para combatir la pandemia, lo que tendrá una incidencia real marginal en la concentración de GEI en la atmósfera, con una reducción máxima de solo 0,01°C del calentamiento global para 2050. Pero no ha impedido que 2020 haya sido uno de los años más cálidos jamás registrado, con una clara intensificación de eventos extremos como incendios forestales, sequías, tormentas y deshielo de glaciares.

La evolución registrada de la concentración de CO<sub>2</sub> en el Observatorio Mauna Loa (Hawái) (Figura 5.a), que constituye el registro más largo de mediciones directas de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, así como la evolución de dicha concen-



**Figura 4.** Evolución geológica de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera  
 Fuente: Bertler, N., Levy, R., Yurnbull, J. (2017).- "Discovery of ancient atmospheres in Antarctic ice". WMO. Greenhouse Gas Bulletin, 13. Pág. 4. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=4022](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4022)

8. Desde el Último Máximo Glacial hasta el año 1850 se había pasado de una concentración de unas 185

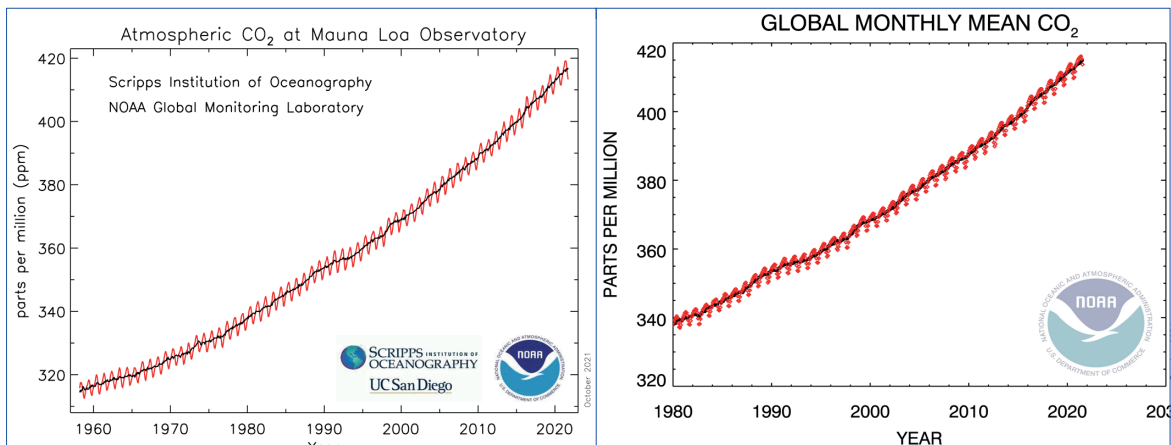
ppm a 280 ppm. Desde 1850 a 2021 se ha pasado de 280 ppm a cerca de 420 ppm.

tración media en la superficie marina (Figura 5.b), datos todos ellos provenientes del Global Monitoring Laboratory de NOAA<sup>9</sup>, confirman la preocupante evolución reiteradamente contrastada en esta concentración de GEI en la atmósfera<sup>10</sup>.

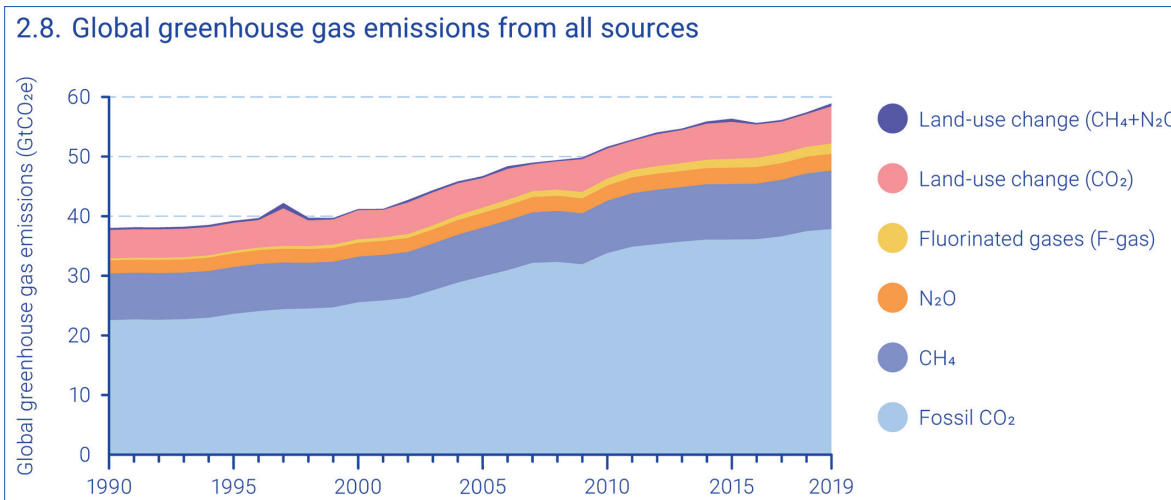
Un aspecto adicional a tener en cuenta es la evolución de las emisiones globales de GEI se-

gún la fuente origen de las mismas, que se refleja en la Figura 6.

Como apreciamos, gran parte de las emisiones de CO<sub>2</sub>equiv. se asocian con la evolución del sistema energético que, según el Informe de BP (2020)<sup>11</sup>, dio lugar a un crecimiento de las emisiones de carbono asignables a la energía que continuó en 2019, aunque se desaceleró



**Figuras 5a (izq.) y 5b (der.).** Evolución de la media mensual global de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Fuente: NOAA. Global Monitoring Laboratory. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. Lectura 01/03/2021. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> y <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html#global>.



**Figura 6.** Evolución de las emisiones globales de GEI por todas las fuentes 1990-2019. Fuente: UNEP (2021).- Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. Pág. 62. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>

9. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

10. La concentración media diaria de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera ha superado las 415 partes por millón (ppm), en los observatorios de Mauna (Hawái, Estados Unidos) y de Canarias, un

valor que no se alcanzaba desde hace 3 millones de años, cuando el hombre aún no habitaba la tierra.

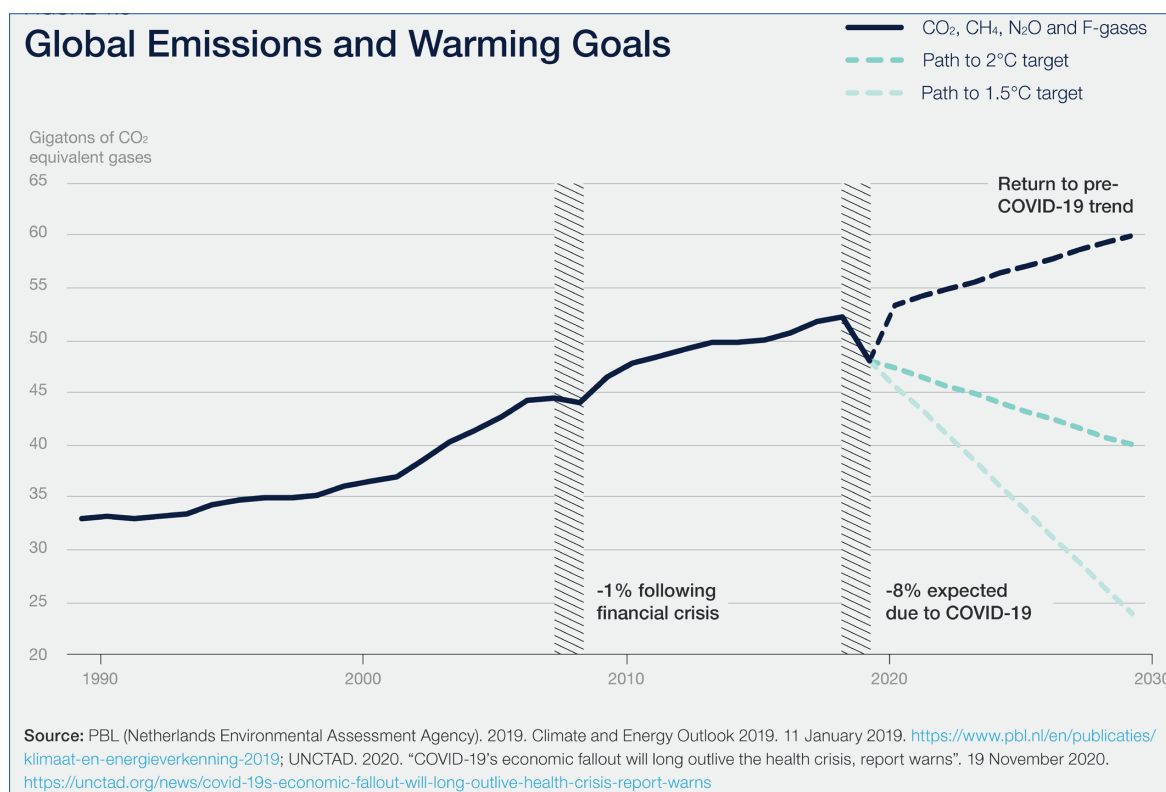
11. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>

respecto a 2018 (0,5% de crecimiento en 2019, frente al 2,1% de 2018), como consecuencia tanto de que se desaceleró el crecimiento del consumo de energía primaria (1,3% de crecimiento en 2019, con respecto al 2,8% de 2018), como por la sustitución del carbón por renovables y gas natural que, juntos, cubrieron tres cuartas partes del crecimiento de la demanda, con una gran desigualdad entre territorios<sup>12</sup>. Pero BP estima que la demanda de energías fósiles y de emisiones seguirán siendo crecientes hasta 2050.

De hecho, la reducción de emisiones de carbono en 2020, causada por los bloqueos y la interrupción del comercio internacional y de la movilidad, se está compensando con la reactivación económica registrada en 2021, fun-

damentalmente en China y en el conjunto de Asia, con unas perspectivas futuras de incremento a medida que las economías recuperan su senda de crecimiento pre-Covid19, tal y como se recoge en la Figura 7, donde se compara la evolución tendencial que esta dinámica implicaría con la necesaria para cumplir el objetivo de limitar el calentamiento global a 1,5°C, o a 2°C.

No obstante, no hay que olvidar que las desigualdades están también presentes en el campo de las emisiones de GEI. Así, se estima que sólo corresponden al 50% de la población de menor nivel de renta del orden del 10% de las emisiones totales, mientras que el 10% más rico acumula del orden del 49% de las mismas.



**Figura 7.** Evolución de las Emisiones Globales y Objetivos de calentamiento global al 2030.

Fuente: WEF (2021).- "The Global Risk Report 2021". Pág. 23. <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021>

12. China, EEUU, Europa, India y Rusia fueron los mayores emisores de GEI, en 2019, como máximos consumidores de energía primaria, representando un 41% del total de emisiones.

Y, hoy por hoy, los miembros del G20, que son responsables del 78% de las emisiones mundiales, en los programas puestos en marcha en 2020 para combatir los efectos de la pandemia, han invertido más de 190.000 millones de euros en estímulos para los combustibles fósiles; y sólo del orden de 124.000 millones de euros en el sector de las renovables o en la mitigación de emisiones.

### **1.3. El papel de las Contribuciones Nacionales Definidas (NDC) en desarrollo del Acuerdo de París**

El 12 de diciembre de 2020 se cumplieron cinco años del Acuerdo de París establecido en la 21 Conferencia de Cambio Climático (COP21) y en esa fecha se debería haber celebrado la COP26, en Glasgow, pero ésta tuvo que ser aplazada hasta noviembre de 2021, a consecuencia de la pandemia del Covid19.

Desde la señalada COP21 se han registrado numerosos avances en los procesos de negociación internacional y en los anuncios para alcanzar la neutralidad climática, pero el Informe de IRENA<sup>13</sup>, de diciembre de 2020, mostraba la alarma por el escaso grado de cumplimiento de las obligaciones asumidas en el citado Acuerdo de París, de 2015, respecto al esfuerzo para asegurar que las emisiones generadas por cada Parte mantuviera el calentamiento global por debajo de los 2°C para el 2100; señalando que, hasta diciembre de 2020, 190 países, integrados en 164 Partes, habían ratificado el Acuerdo de París, y 188 habían presentado Contribuciones Nacionales Definidas (NDC) a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), pero sólo 20 habían actualizado en esa fecha su información,

cumpliendo las exigencias establecidas para el año 2020.

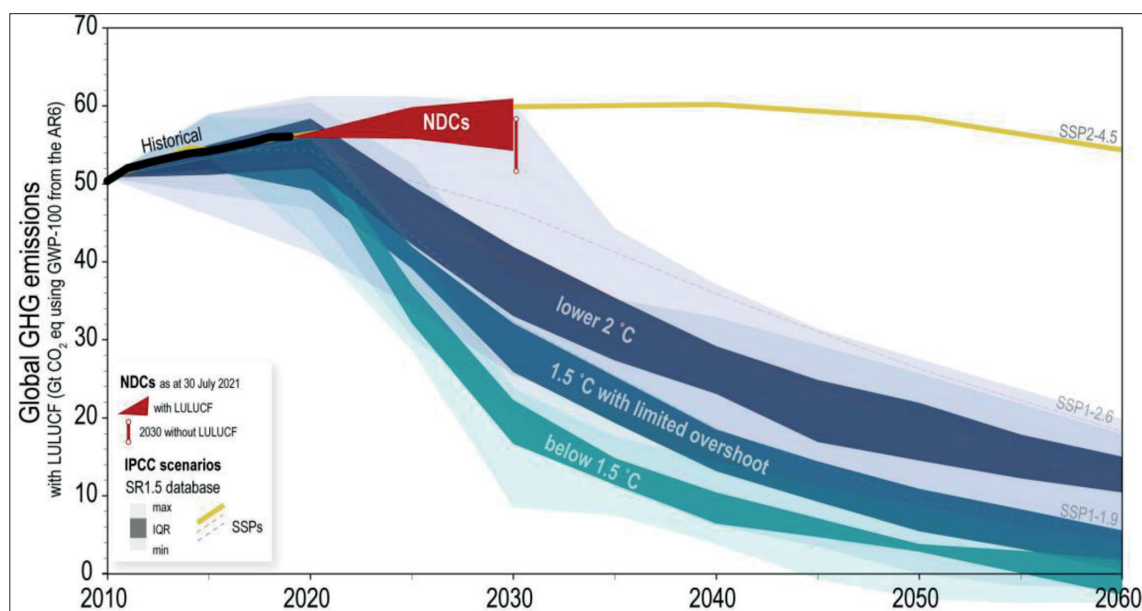
El 17 de septiembre de 2021, el Informe provisional de Naciones Unidas sobre las NDC actualizadas a 30 de julio de 2021<sup>14</sup>, aumentaba a 164 las partes, representando a los 191 países signatarios, que habían actualizado sus NDC. Pero, aunque representaban del orden del 93% de las emisiones globales de 2019, su consideración conjunta llevaría a que las emisiones globales para el 2030 serían un 16,3% superiores a las de 2010; lo que haría imposible conseguir el objetivo de mantener el calentamiento global por debajo de 2°C para 2100 -y mucho menos por debajo de 1,5°C-, ya que ello exige que las emisiones se reduzcan, como mínimo un 25% para el primer caso, y del 45% para el segundo respecto a las emisiones registradas en dicho 2010, tal y como se registra en la Figura 8 siguiente.

La senda amarilla que aparece en la Figura 8, correspondiente a SSP2-4,5, es la que establece el citado Grupo de Trabajo I, al 6º Informe del IPCC, que conduciría a un aumento de temperatura a final de siglo de entre 2,1º y 3,5ºC, con una media de 2,7ºC. En todo caso, una senda muy lejana de la necesaria para cubrir los objetivos deseados.

De los nuevos NCD presentados, destaca el caso de la UE, que ha aumentado su objetivo de reducción de emisiones, para el 2030, del 40 al 55%, y pretende ser neutra en emisiones de gases efecto invernadero en el año 2050; y el caso del Reino Unido, que ha aumentado el objetivo de reducción de emisiones del 53 al 68%, para 2030, para llegar también a la descarbonización en el 2050. En el otro extremo, ni Australia ni Rusia habían aumentado su compromiso de reduc-

13. IRENA (2020).- "Renewable energy and climate pledges five years after the Paris agreement". Diciembre de 2020. <https://www.irena.org/publications/2020/Dec/Renewable-energy-and-climate-pledges>

14. United Nations. (2021).- "Nationally determined contributions under the Paris Agreement". Framework Convention on Climate Change (FCCC). 17 September 2021. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021\\_o8\\_adv\\_1.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_o8_adv_1.pdf)



**Figura 8.** Comparación de la Evolución de las Emisiones Globales y la previsión asociada a los NCD con la sendas derivadas de los últimos Informes del IPCC.

Fuente: United Nations. (2021).- "Nationally determined contributions under the Paris Agreement". Framework Convention on Climate Change (FCCC). 17 September 2021. Pág. 29. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021\\_o8\\_adv\\_1.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_o8_adv_1.pdf)

ción de emisiones, EEUU presenta su descarbonización para el 2050, y China para el 2060<sup>15</sup>

La UE+China+EEUU representan más del 50% de las emisiones globales de GEI; pero, aunque estas desaparecieran en su totalidad para el 2060, el ritmo de crecimiento de las emisiones del resto de países no comprometidos con su reducción, llevaría a un incremento global de la concentración de GEI en la atmósfera muy superior a la actual. No obstante, si EEUU, siguiendo la pauta de la UE, asume y cumple la senda de su nuevo compromiso de descarbonización para el 2050 y China materializa la suya para la descarbonización entre 2030 y 2060, podríamos esperar que el calentamiento global se situara por debajo de los 2°C para el 2050, según las señaladas previsiones del IPCC.

15. Otros países grandes emisores, como Brasil, habían presentado un NCD sin objetivos de reducción de emisiones para 2030 y sin las medidas exigidas desde numerosas instancias para frenar el aumento de la deforestación.

16. El último, ya citado, de agosto de 2021 y, el anterior, de 2020: Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (2020).- "Special Report

#### 1.4. Tipping Points y el riesgo de desbordamiento de la concentración de GEI en la atmósfera.

El IPCC, a medida que iba contrastando datos y trabajos científicos, en sus sucesivos Informes<sup>16</sup>, ha ido ampliando, a peor, las consecuencias previsibles de la concentración de GEI, aunque presuponen que el calentamiento climático sigue siendo un proceso gradual y controlable, y no consideran que se sobrepasen algunos de los "tipping points"<sup>17</sup> que pueden hacer que se acelere el cambio del sistema climático planetario, atendiendo a que la naturaleza de muchos de los procesos involucrados es desconocida experimentalmente, y sólo se puede modelizar y prever, teóricamente, bajo ciertas formulaciones, supuestos e hipótesis, más o menos discutibles.

on Climate Change and Land". <https://www.ipcc.ch/srccl/>

17. Por 'tipping point' podemos entender el punto de inflexión en el que, tras un cierto grado de evolución de una variable, una pequeña variación adicional provoca una gran diferencia (posible salto cualitativo).

Efectivamente, los fenómenos asociados a la potencial superación de un “tipping point”, tienen una secuencialidad y una localización variable, y no es posible precisar el tiempo en que pueden llegar a producirse científicamente, debido a las incertidumbres en el conocimiento del sistema climático y en su exacta relación con las emisiones de GEI, o sobre cómo evolucionarán éstas en el futuro. Lo que no indica que se pueda prescindir del grave riesgo sobre la naturaleza o la propia sociedad que la superación de algunos de ellos puede conllevar.

La sensibilidad del calentamiento global a la superación de estos “tipping points”, la incertidumbre sobre los mecanismos físicos subyacentes, así como posibles sistemas de alerta temprana para detectar la proximidad de dicha superación y la caracterización de los fenómenos, se resumen en la Tabla 1 siguiente.

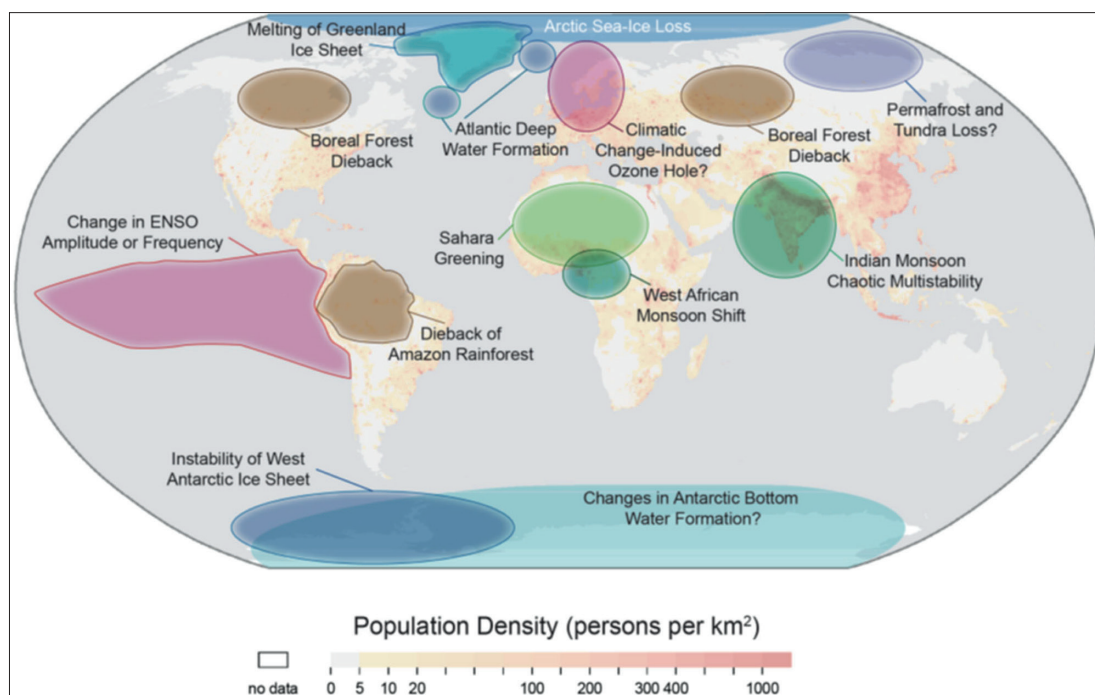
Con mayor actualidad, la recopilación efectuada por McKensey (2020) destaca los “tipping

points” más relevantes y el riesgo de su potencial retroalimentación sobre el calentamiento global, tal y cómo se aprecia en la Figura 10.

Es importante destacar que los últimos registros disponibles sobre todos y cada uno de los “tipping points” señalados están incrementando la certeza del riesgo de que los fenómenos asociados se produzcan y de que el riesgo de calentamiento global incrementado sea una realidad.

En concreto, cabe destacar la pérdida de hielo, y la problemática del Ártico y de la tundra siberiana como potenciales “tipping points”, ya que hay que señalar que, en 2020, la mayor desviación anual de temperatura con respecto al promedio de 1981-2010 se concentró en el Ártico y el norte de Siberia (dos ámbitos de riesgo de puntos de inflexión) alcanzando más de 6°C por encima de dicho promedio.

La ola de calor, con puntas específicas en el verano de 2020, llevó a temperaturas que supera-



**Figura 9.** Localización y caracterización de “tipping points” potenciales. Fuente: Timothy M. Lenton et al (2008). Tipping elements in the Earth’s climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS* 105:1786-1793. Pág. 1787 <https://www.pnas.org/content/105/6/1786>

**Tabla 1.** Cuadro de potenciales “tipping elements” en el sistema climático, con relevancia política en sus efectos.

Tipping element	Feature of system, F (direction of change)	Control parameter(s), $\rho$	Critical value(s), <sup>†</sup> $\rho_{crit}$	Global warming <sup>‡</sup>	Transition timescale, <sup>††</sup> T	Key impacts
Arctic summer sea-ice	Areal extent (-)	Local $\Delta T_{air}$ , ocean heat transport	Unidentified $\S$	+0.5–2°C	≈10 yr (rapid)	Amplified warming, ecosystem change
Greenland ice sheet (GIS)	Ice volume (-)	Local $\Delta T_{air}$	+≈3°C	+1–2°C	>300 yr (slow)	Sea level +2–7 m
West Antarctic ice sheet (WAIS)	Ice volume (-)	Local $\Delta T_{air}$ , or less $\Delta T_{ocean}$	+≈5–8°C	+3–5°C	>300 yr (slow)	Sea level +5 m
Atlantic thermohaline circulation (THC)	Overturning (-)	Freshwater input to N Atlantic	+0.1–0.5 Sv	+3–5°C	≈100 yr (gradual)	Regional cooling, sea level, ITCZ shift
El Niño–Southern Oscillation (ENSO)	Amplitude (+)	Thermocline depth, sharpness in EEP	Unidentified $\S$	+3–6°C	≈100 yr (gradual)	Drought in SE Asia and elsewhere
Indian summer monsoon (ISM)	Rainfall (-)	Planetary albedo over India	0.5	N/A	≈1 yr (rapid)	Drought, decreased carrying capacity
Sahara/Sahel and West African monsoon (WAM)	Vegetation fraction (+)	Precipitation	100 mm/yr	+3–5°C	≈10 yr (rapid)	Increased carrying capacity
Amazon rainforest	Tree fraction (-)	Precipitation, dry season length	1,100 mm/yr	+3–4°C	≈50 yr (gradual)	Biodiversity loss, decreased rainfall
Boreal forest	Tree fraction (-)	Local $\Delta T_{air}$	+≈7°C	+3–5°C	≈50 yr (gradual)	Biome switch
Antarctic Bottom Water (AABW)*	Formation (-)	Precipitation–Evaporation	+100 mm/yr	Unclear	≈100 yr (gradual)	Ocean circulation, carbon storage
Tundra*	Tree fraction (+)	Growing degree days above zero	Missing $\circledast$	—	≈100 yr (gradual)	Amplified warming, biome switch
Permafrost*	Volume (-)	$\Delta T_{permafrost}$	Missing $\circledast$	—	<100 yr (gradual)	CH <sub>4</sub> and CO <sub>2</sub> release
Marine methane hydrates*	Hydrate volume (-)	$\Delta T_{sediment}$	Unidentified $\S$	Unclear	103 to 105 yr (> $T_c$ )	Amplified global warming
Ocean anoxia*	Ocean anoxia (+)	Phosphorus input to ocean	+≈20%	Unclear	≈104 yr (> $T_c$ )	Marine mass extinction
Arctic ozone*	Column depth (-)	Polar stratospheric cloud formation	195 K	Unclear	<1 yr (rapid)	Increased UV at surface

N, North; ITCZ, Inter-tropical Convergence Zone; EEP, East Equatorial Pacific; SE, Southeast.

\* See SI Appendix 2 for more details about the tipping elements that failed to make the short list.

† Numbers given are preliminary and derive from assessments by the experts at the workshop, aggregation of their opinions at the workshop, and review of the literature.

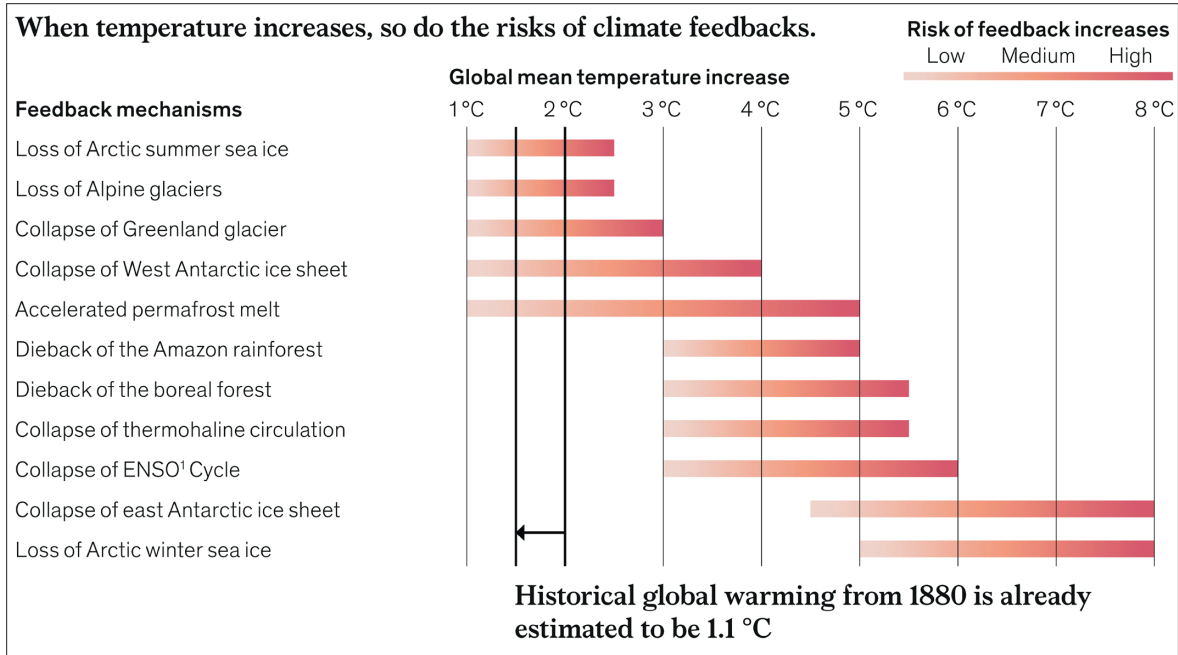
‡ Global mean temperature change above present (1980–1999) that corresponds to critical value of control, where this can be meaningfully related to global temperature.

§ Meaning theory, model results, or paleo-data suggest the existence of a critical threshold but a numerical value is lacking in the literature.

¶ Meaning either a corresponding global warming range is not established or global warming is not the only or the dominant forcing.

⊙ Meaning no subcontinental scale critical threshold could be identified, even though a local geographical threshold may exist.

Fuente: Timothy M. Lenton et al (2008) Tipping elements in the Earth’s climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS* 105:1786-1793. Pág. 1788 <https://www.pnas.org/content/105/6/1786>



<sup>1</sup> El Niño–Southern Oscillation.

Source: Shellnhuber, J. "Why the right goal was agreed in Paris." *Nature Climate Change*. (2016); Steffen, W. et al. "Trajectories of the Earth system in the Anthropocene." *Proceedings of the National Academy of Science*. (2018); Lenton T. et al. "Tipping elements in the Earth's climate system." *Proceedings of the National Academy of Science*. (2008). Lenton, T. "Arctic climate tipping points." *Ambio*. (2012); Chadburn, S.E et al. "An observation-based constraint on permafrost loss as a function of global warming." *Nature Climate Change*. (2017). DeConto, R. & Pollard, D. "Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise." *Nature*. (2016).

**Figura 10.** Cuadro de potenciales "tipping elements" en el sistema climático, con relevancia política en sus efectos.

Fuente: McKinsey (2020).- "Leading the battle against climate change: Actions for China." June 2020. Pág. 13. <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/leading-the-battle-against-climate-change-actions-for-china>

ron los 38°C en algunas partes de Siberia, provocando incendios forestales que reavivaron los incendios subterráneos del año anterior en áreas con permafrost<sup>18</sup>, liberando grandes cantidades de metano y de CO<sub>2</sub><sup>19</sup> y retroalimentando el deshielo del propio permafrost, y nuevas liberaciones de metano con sus potenciales graves consecuencias sobre el incremento del calentamiento.

En paralelo, se produjo, en 2020, otro aspecto considerado "tipping point" de potenciales graves consecuencias sobre el incremento del calentamiento global, como fue el hecho de

que la superficie de hielo marino del Ártico fuera significativamente más reducida que el promedio histórico, continuando una tendencia media de reducción de la capa de hielo que se estima es del orden del 1,3% anual, que se superpone a que el espesor de dicha capa de hielo también tiende a reducirse.

Un reciente artículo de Slater, T. et al. (2021)<sup>20</sup> recoge los resultados del estudio de la pérdida global de hielo utilizando datos de satélite, llegando a la conclusión de que se perdieron 28 billones de toneladas de hielo entre 1994 y 2017 (lo que equivale a una capa de hielo de 100 me-

18. El permafrost es un suelo rico en carbono en profundidad, acumulado durante siglos/milenios, cuyo incendio puede mantenerse por largo tiempo en capas profundas, favoreciendo su reinicio superficial en épocas de calor que elimine la capa de nieve y hielo que le protege.

19. La temporada de incendios forestales en Siberia ha sido inusual en 2020 (desde mayo hasta bien

entrado el otoño) con una liberación récord de 244 megatoneladas de dióxido de carbono, superando en más de un tercio el récord de 2019.

20. Slater, T, Lawrence, I.R., Otosaka, I.N., Shepherd, A., Gourmelen, N., Jakob, L., Tepes, P., Gilbert, L., Nienow, P. (2021).- Earth's ice imbalance. *The Cryosphere*, 15, 233–246, <https://tc.copernicus.org/articles/15/233/2021/>

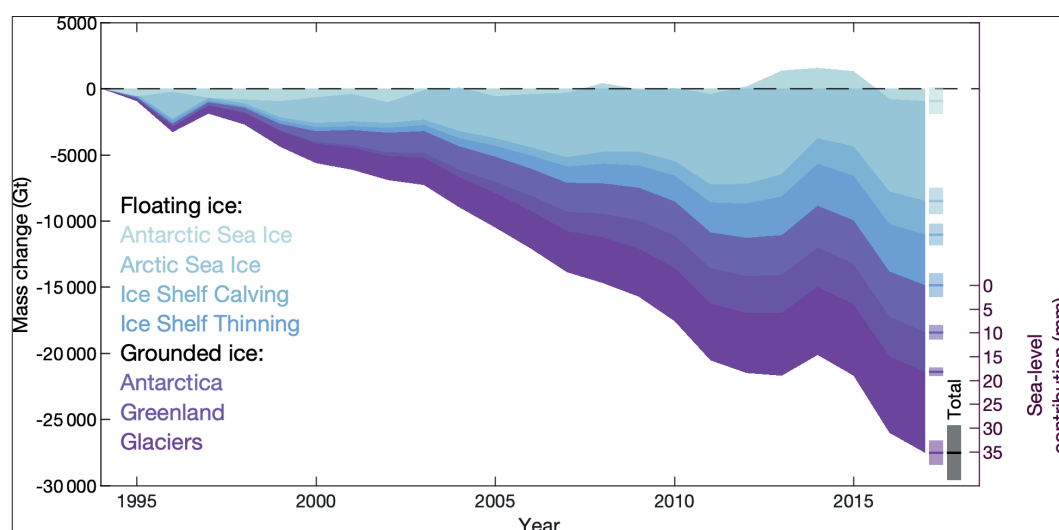


tros de espesor que cubriera todo el Reino Unido), contribuyendo a un incremento del nivel del mar de una media de 3,5 cm ( $34,6 \pm 3,1$  mm), y que la velocidad a la que el hielo desaparece en todo el planeta se está acelerando (la tasa general de pérdida de hielo ha aumentado un 57% en los últimos 24 años en comparación con la década de 1990), como se indica en la Figura 11.

En su artículo destacan que la mitad de todas las pérdidas se debieron al hielo en tierra, incluidos 6,1 billones de toneladas de los glaciares de montaña, 3,8 billones de toneladas de la capa de hielo de Groenlandia y 2,5 billones de toneladas de la capa de hielo de la Antártida<sup>21</sup>, lo que, además de su incidencia en el aumento del nivel del mar, también afecta a la disponibilidad de recursos de agua dulce en el planeta<sup>22</sup>.

Su conclusión es que las capas de hielo están siguiendo los peores escenarios de calentamiento climático establecidos por el IPCC, y que el aumento del nivel del mar tendrá impactos muy graves en las comunidades costeras en este siglo, ya que estiman que, por cada centímetro de aumento del nivel del mar, aproximadamente un millón de personas en las regiones bajas costeras están en peligro de ser desplazadas.

Por otra parte, señalan que “no cabe duda de que la gran mayoría de la pérdida de hielo de la Tierra es una consecuencia directa del calentamiento climático”, ya que el aumento de la pérdida de hielo ha sido provocado por el calentamiento de la atmósfera y de los océanos, que se han calentado 0,26°C y 0,12°C por década desde 1980, respectivamente. Proceso



**Figura 11.** Cambios en la masa global de hielos entre 1994 y 2017 y efectos sobre el incremento del nivel del mar.

Fuente: Slater, T, Lawrence, I.R., Otosaka, I.N., Shepherd, A., Gourmelen, N., Jakob, L., Tepes, P., Gilbert, L., Nienow, P. (2021).- Earth's ice imbalance. *The Cryosphere*, 15, 233–246, <https://tc.copernicus.org/articles/15/233/2021/>

21. Como últimos ejemplos más destacados se situarían el Glaciar Pine Island, en la Antártida, estudiado de cerca en las últimas dos décadas, que se está derritiendo de forma acelerada y podría contribuir de forma importante a elevar el nivel del mar. De él se desprendió, a finales de 2013, un iceberg de 660 kilómetros cuadrados y hasta 500 metros de espesor, que se está fundiendo con rapidez. En 2017 se desprendió de la Antártida el iceberg por ahora más grande del mundo –el A68a-, de 4.200 km<sup>2</sup>, en la actualidad a la deriva por el Atlántico Sur y desintegrándose con relativa rapidez.

22. En el año 2020, 23,1 millones de kilómetros cuadrados de la capa de hielo de Groenlandia (alrededor del 70 por ciento de la superficie de la capa de hielo) alcanzaron el punto de fusión. Los glaciares y las capas de hielo de las montañas en lugares como Alaska, América del Sur y High Mountain Asia continúan derritiéndose, lo que contribuye más que Groenlandia o la Antártida al aumento del nivel del mar, lo que afecta a las comunidades costeras de todo el mundo.

particularmente preocupante, ya que el hielo actúa, por una parte, como una barrera aislante, evitando que el océano caliente la atmósfera; y, por otra, refleja la energía térmica del Sol evitando el calentamiento del océano. Proceso sobre el que también tiende a incidir, a largo plazo, el potencial avance del abedul enano hacia el norte, por el calentamiento, disminuyendo igualmente la energía reflejada por el hielo. Y hay que tener en cuenta, además, que la apertura de nuevas rutas marítimas en el Ártico, ya en funcionamiento, puede incrementar los efectos negativos globales.

Un Ártico que, en promedio, se está calentando tres veces más rápido que el resto del planeta, por lo que seguirá perdiendo hielo, lo que además de elevar el nivel del mar, podría afectar a las corrientes marinas con consecuencias en gran parte desconocidas, pero que pueden llegar a ser muy graves sobre el Clima.

## 2. EFECTOS PREVISIBLES Y CONSECUENCIAS DERIVABLES DEL CALENTAMIENTO GLOBAL SOBRE LAS COSTAS

### 2.1. Riesgos crecientes en las zonas costeras y en el litoral

El aumento del nivel del mar como resultado del aumento del calentamiento global está dando lugar a que las zonas bajas costeras estén cada vez más expuestas a los riesgos asociados a la inundación por agua de mar, a la intrusión de agua salada y a los correspondientes daños al patrimonio natural o artificial, de infraestructuras o edificaciones. Adicionalmente, los ecosistemas costeros se ven afectados por la intensificación del calentamiento de los océanos, el aumento del nivel del mar, la pérdida de oxígeno y la acidificación, pro-

vocando cambios en los hábitats y especies residentes, con un balance global de pérdida de funcionalidad de los ecosistemas y de la biodiversidad.

Estos efectos y el incremento de su gravedad a medida que el calentamiento se eleva, han venido siendo analizados con creciente interés y preocupación, tanto en el seno del IPCC, como en los estudios sobre las catástrofes registradas y sus consecuencias socioeconómicas que se van elaborando. Respecto al IPCC, el Informe de octubre de 2018<sup>23</sup>, ya establecía el gradiente de gravedad de los efectos asociados al incremento de temperaturas (Figura 12).

Una versión más actualizada de estos riesgos e impactos se recoge en la página 80 del Informe de UNEP (2021)<sup>24</sup>, donde se particularizan los riesgos para la población y los ecosistemas de cambios en los procesos terrestres como consecuencia del cambio climático, así como el aumento de la gravedad de estos riesgos derivados de aumentos en los niveles de calentamiento global.

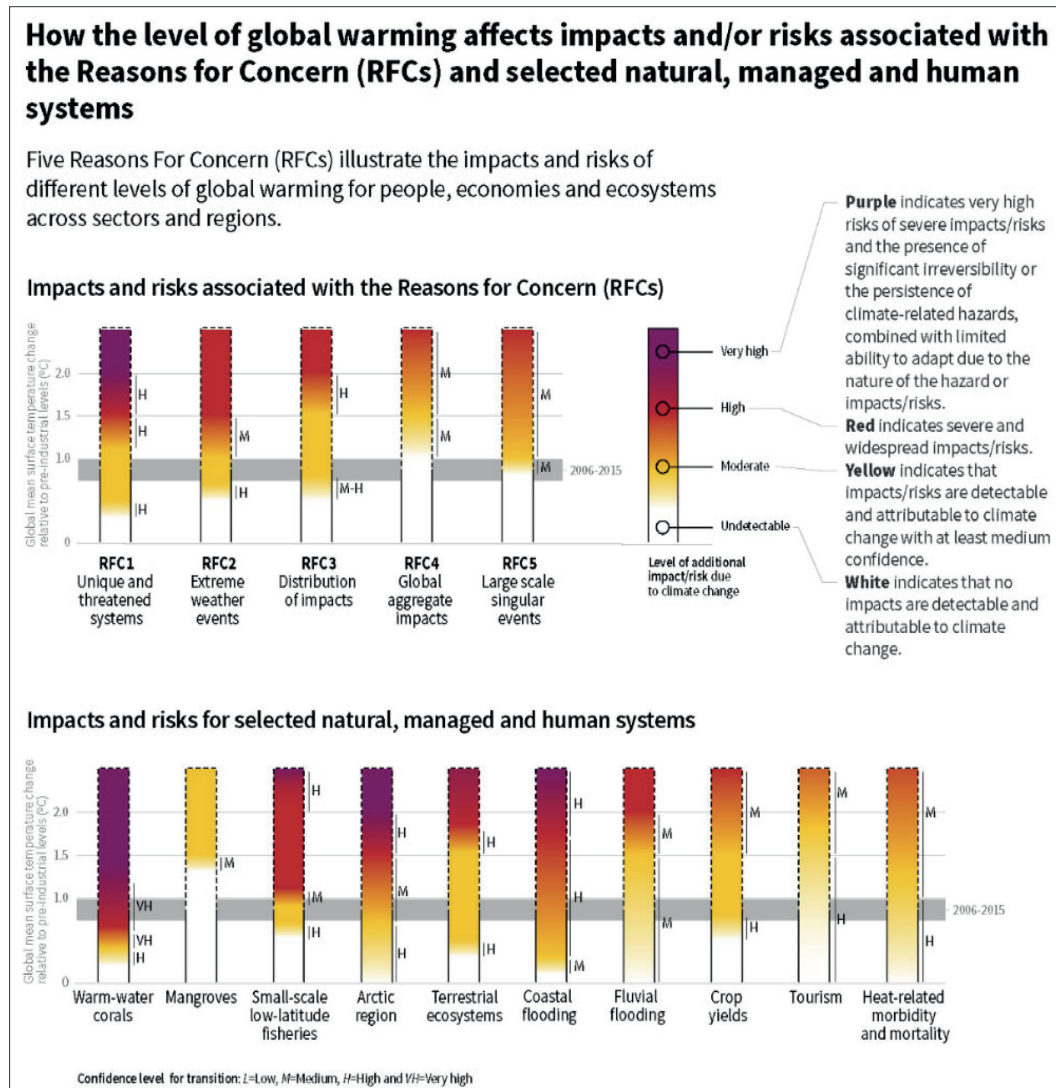
Si bien en este artículo lo que nos interesa es la afección previsible sobre las zonas costeras y el litoral, no puede olvidarse que una constante en los diversos Informes que se producen es la advertencia respecto a que un aumento de la temperatura en la Tierra, derivada de la emisión continua de gases de efecto invernadero, causará una larga sucesión de cambios en todos los elementos del sistema climático, aumentando la probabilidad de graves impactos generalizados e irreversibles para las personas y los ecosistemas que afectarán al litoral y a las zonas costeras.

Pero no sólo el nivel del mar seguirá subiendo, con una media anual actual de 3,4 mm de cre-

23. IPCC (2018).- "GLOBAL WARMING OF 1.5 °C" (8/10/2018). <https://www.ipcc.ch/sr15/>

24. UNEP (2021).- "Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity

and pollution emergencies". Figure 3.8 Pág. 80. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>



**Figura 12.** Riesgos e impactos asociados a distintos niveles de calentamiento global  
Fuente: IPCC (2018).- Global Warming of 1.5 °C. (8/10/2018). <https://www.ipcc.ch/sr15/>

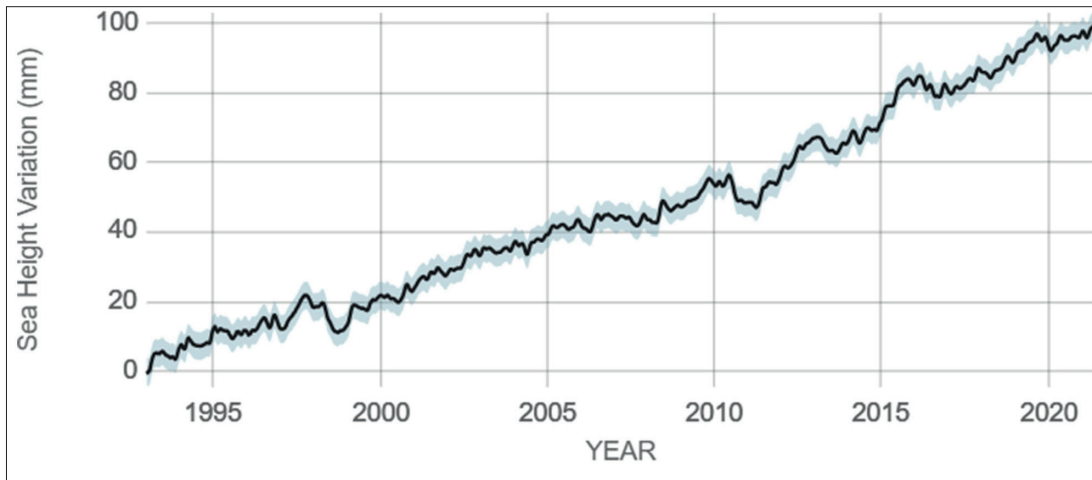
cimiento del nivel del mar por año<sup>25</sup>, como consecuencia, tanto del deshielo, como del incremento de la temperatura de los océanos, con grave afección a áreas costeras, sino que los daños se verán incrementados por los efectos de temporales marítimos más frecuentes y de mayor intensidad.

Porque las altas temperaturas de la superficie del mar intensificaron tormentas y huracanes en 2020 (hasta 30 huracanes de alta intensidad en el Atlántico) con más huracanes “de viaje lento” que se estacionan sobre un territorio,

25. Última medida, de mayo de 2021. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

trayendo lluvias prolongadas y provocando graves inundaciones. La tendencia es a que estos fenómenos se incrementen, esperando que, para 2030, se haya duplicado su frecuencia de producción.

Otros efectos que se tienen en cuenta en las distintas fuentes que consideran los riesgos asociados al calentamiento global pueden sintetizarse en que el calentamiento y acidificación de los océanos tendrán también muy graves consecuencias sobre la biodiversidad y los recursos pesqueros. La acidificación de los



**Figura 13.** Elevación del nivel del mar con datos de satélite desde 1993 a Mayo de 2021, según la NASA's Goddard Space Flight Center.

Fuente: NASA (2021). Sea level. May 2021. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

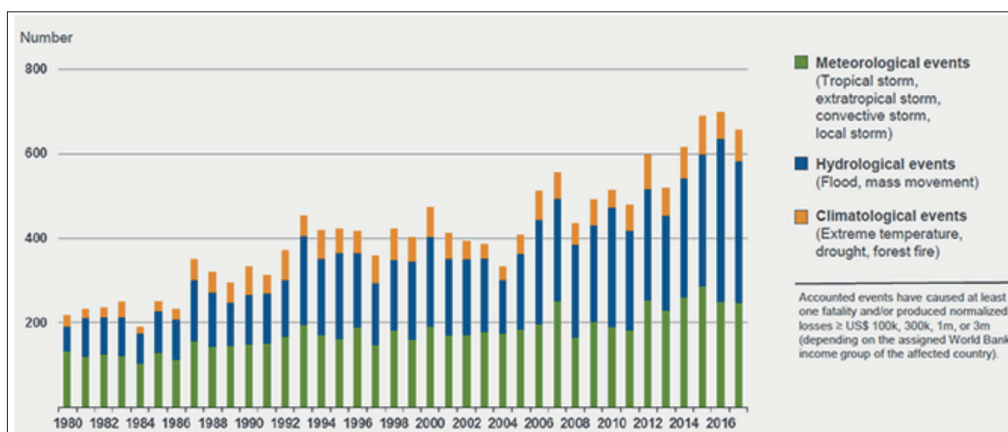
océanos, debida a la absorción de alrededor de un 30% de todo el CO<sub>2</sub> antropogénico liberado a la atmósfera, que reacciona con el agua y reduce su pH, afecta de forma creciente a corales y moluscos que necesitan un carbonato de calcio menos disponible. Y también la ya grave contaminación de mares y ríos, unida al aumento de la temperatura del mar y a su acidificación está reduciendo las poblaciones de peces.

Como síntesis, podemos concluir que el calentamiento global –y el cambio climático asociado- están generando graves consecuencias en términos de vidas y daños patrimoniales y naturales, que tienden a crecer de forma muy significativa a medida que los niveles de calen-

tamiento global se intensifican, con incidencia particularmente significativas en las costas y en los ámbitos litorales.

Porque no sólo crece el número de los fenómenos meteorológicos extremos registrados, tal y como se recoge en la Figura 14 siguiente, sino que estos muestran ese preocupante crecimiento en costes económicos y personales.

Si las pérdidas económicas y daños de los 690 fenómenos meteorológicos extremos registrados en 2017 supusieron una valoración en torno a los 330.000 millones de dólares, para 2018 esas pérdidas económicas mundiales relacionadas con fenómenos meteorológicos extremos se situaron



**Figura 14.** Evolución del número global de fenómenos meteorológicos extremos, según tipología

Fuente: WMO (2020).- United in Science 2020. Pág 16. <https://public.wmo.int/en/resources/library/united-science-2020>

en el entorno de los 450.000 millones de dólares, casi un 33% más que en 2017, manifestando una tendencia que, todavía sin terminar de cuantificar globalmente, se consolida para 2020<sup>26</sup>.

## 2.2. Políticas de Naciones Unidas en la prevención de riesgos. El Marco de Sendai

La prevención de riesgos y el concepto de resiliencia<sup>27</sup> están ampliamente presentes en el “Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 2030”<sup>28</sup> adoptado en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai (Japón) el 18 de marzo de 2015, que renovaba el Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015, cuyo objetivo era el “Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres”.

Los contenidos, objetivos y prioridades de dicho “Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 2030” se sintetizan en la Figura 15, siendo necesario destacar que para este nuevo periodo se pone el acento en la necesidad de que los países se centren prioritariamente en la **gestión del riesgo de desastres en lugar de en la gestión de los propios desastres**, actuando preventivamente para disminuir dichos riesgos, evitando la aparición de nuevos riesgos y reforzando la resiliencia ante los mismos<sup>29</sup>.

26. Como ejemplo, como consecuencia de los desastres meteorológicos y climáticos, los EEUU sufrieron pérdidas récords de 22.000 millones de dólares en 2020, que fue, para ese país, el quinto año más cálido desde que se iniciaron los registros.

27. Naciones Unidas utiliza el concepto de “resiliencia” en distintos documentos y, en particular, el Organismo de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), reflejando la capacidad de adaptación de la sociedad a los riesgos, catástrofes y situaciones desfavorables que soporta o puede soportar. Concepción no muy diferente de la primera acepción de la Real Academia Española de la Lengua que la define como “Capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos”.

28. <https://www.unisdr.org/files/43291-spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf>

29. Además, el Marco de Sendai incorporaba tanto

Conviene destacar que el Marco de Sendai, según se aprecia en la Figura 15, establecía cuatro Prioridades fundamentales, sobre las que volveremos al señalar las Políticas de Adaptación y Resiliencia socioeconómica previstas para las costas españolas:

**Prioridad 1:** Comprender el riesgo de desastres en todas sus dimensiones: exposición, vulnerabilidad y características de las amenazas.

**Prioridad 2:** Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.

**Prioridad 3:** Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.

**Prioridad 4:** Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

## 3. LA HISTORIA DE OCUPACIÓN DE NUESTRAS COSTAS Y LAS POLÍTICAS DESARROLLADAS

### 3.1. El desafortunado punto de partida.

Como se recoge en Serrano, A. et al. (2010)<sup>30</sup>, desde la década de los sesenta del siglo XX a la crisis del petróleo de los setenta, el turismo y

los riesgos derivados de las amenazas naturales como las de origen humano, estén unas u otras asociadas a desastres ambientales, tecnológicos o biológicos, resaltando su particular preocupación por la resiliencia sanitaria ante epidemias, dada la fecha y los acontecimientos asociados al ébola que presidieron la celebración de esa Conferencia. Advertencias que, como otras muchas, no han sido tenidas en cuenta, una vez vista la aparición del Covid-19 y sus efectos.

30. Serrano, A. et al. (2010).- “Transformaciones territoriales en España tras 30 años de Constitución Española e Informe de prospectiva sobre el Modelo territorial 2015”. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM). Madrid. 2010. Disponible la síntesis “Informe de prospectiva a partir de las transformaciones territoriales tras 30 años de Constitución española” en <https://www.fundicot.org/urbanismo-y-territorio>



**Figura 15.** El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.

Fuente: UNISDR (2015). [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)

nuestras costas van a significar una importante aportación a la etapa del “desarrollismo” español, colaborando en la más que duplicación del PIB de España en el período, y el incremento en más de 2,5 veces de la renta media per cápita de los españoles. De hecho, este “boom” de la actividad turística en los años sesenta, con la aparición del turismo de masas y las primeras actuaciones urbanísticas en las todavía inmaculadas playas de nuestro litoral implica una verdadera revolución tras la apertura al exterior; de 1960 a 1970 se cuadruplica la entrada de turistas extranjeros (de 6,1 millones, en 1960, a 24,1 millones, en 1970) y se multiplican por más de cuatro los ingresos debidos a este concepto, posibilitando no sólo compensar el saldo negativo de las restantes partidas de la Balanza de Servicios, sino cubrir gran parte del importante y progresivo déficit de la balanza comercial española.

Pero el desarrollo del sector turístico –turismo de masas- se va a producir en el marco de crecientes problemas por la aparición de diversos estrangulamientos e insuficiencias en las infraestructuras y servicios, con una progresiva dependencia de agencias y empresas extranjeras y con una creciente integración vertical (en holding) de actividades y empresas turísticas. El principal atractivo que motiva a este turismo es el “sol y la playa”, aspecto que se prolonga a lo largo de toda la historia turística española, concentrando su incidencia en los archipiélagos y en el litoral mediterráneo, fundamentalmente.

Como complemento al desarrollo de esta demanda turística y a la nueva localización y ampliación de actividades productivas industriales y de servicios, generadoras todas ellas de fuertes movimientos migratorios y de nuevas demandas de infraestructuras, edificios y viviendas, se produce un fuerte auge de todas las actividades ligadas al sector de la construcción, pasando éste del 6,7% de la población activa, en 1960, al 10,4%, en 1970.

Si la localización de la población sobre el territorio experimentó cambios transcendentales en estos años, este proceso vino acompañado de crecientes problemas para las ciudades, para el acceso a la vivienda y los equipamientos, y para la ordenación de unos procesos especulativos y de desorden urbano que ni la Ley del Suelo aprobada en 1956, ni su desarrollo ni el planeamiento derivado habían logrado atajar. Además, van apareciendo una serie de factores que llevan a un progresivo descrédito de la planificación urbanística y territorial, que va siendo progresivamente sustituida por la planificación sectorial, que se manifiesta mucho más útil para los objetivos imperantes de primar el crecimiento económico y el negocio inmobiliario sobre cualquier otra consideración.

La Ley sobre Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional, de 1963, viabiliza la aprobación de Planes Especiales en suelo rústico, con las características de los Planes Parciales de la ley del 56 entonces vigente, que regularizan una forma de actuación al margen del planeamiento existente. Lo sectorial y el interés privado (es este sector quién tiene la iniciativa para el desarrollo de estos Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional) primaba sobre la visión territorial integrada y el interés general (aspecto que se justificaba defendiendo que el crecimiento económico era el único representante de ese interés general). En este período gran parte de las actuales edificaciones en Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) se ejecutan apropiándose o privatizando terrenos con procedimientos no siempre ajustados a la ley.

### 3.2. Quien siembra vientos recoge tempestades

El indudable fracaso de la aplicación del urbanismo y de la ordenación del territorio en la época del desarrollismo lleva a que, diecinueve años después de la promulgación de la Ley del Suelo de 1956, y todavía en una etapa predemocrática, se apruebe la Ley de Reforma 19/75. Pero

este fracaso tiene especial trascendencia en nuestras costas que son las que van a ser el soporte de la actividad económica –el turismo– en ascenso más vertiginoso en las décadas de los sesenta y setenta. El crecimiento del número de turistas extranjeros continúa a lo largo de toda la década de los setenta (1970: 24,1 millones; 1975: 30,1 millones; 1980: 38,0 millones) aunque van apareciendo motivos de insatisfacción en un turismo que, además de “sol y playa” empieza a valorar la calidad del paisaje y de un entorno progresivamente degradado y congestionado; y a demandar mayores posibilidades de “diversión” a través de los correspondientes equipamientos de ocio, lo que dará lugar a nuevos procesos inversores en las zonas costeras y, en particular en los archipiélagos y en las mediterráneas.

En términos económicos, para 1970 se estimaba que el turismo representaba del orden del 9% de la economía española, porcentaje que pasa a ser del orden del 10% en 1980, superando ya significativamente al sector primario –6%– y a la construcción –7%. Pero si en 1978 el número de visitantes extranjeros se situaba alrededor de los 35 millones y el turismo representaba del orden del 10% del PIB español, lo que elevaba esta actividad productiva a disputar el primer puesto en el ranking de actividades productivas del país, en 1999 llega a alcanzar porcentajes superiores al 12% del PIB total. Sin embargo, en 2009, tras haber degradado muchos de los paisajes y recursos que sirvieron de base al inicio y consolidación de un proceso de tremendo beneficio para el desarrollo de este país, la aportación del turismo es decreciente en la economía (nuevamente la cifra del 10% del PIB del año 1978 se repite para el año 2009, pero con más de 60 millones de visitantes extranjeros) aunque este claro deterioro es coyunturalmente refrenado por la inestabilidad de nuestros competidores (primero la inestabilidad en los Balcanes; luego la inestabilidad en el norte de África). En todo caso, es evidente que la productividad turística por visitante extranjero cayó radicalmente desde 1999, y que nuestras costas, en

paralelo, habían sufrido un claro proceso de pérdida de calidad paisajística y de atractivo productivo potencial. La transformación territorial producida se concentra, fundamentalmente, en las zonas turísticas tradicionales, ligadas al turismo de sol y playa, y, en mucha menor medida, en las grandes ciudades o hitos culturales, en los que el turismo cultural o los viajes de negocios tienen una cierta incidencia.

El deterioro costero estaba muy ligado a los irracionales procesos de transformación del litoral y a su alta participación en la última burbuja inmobiliaria producida en España (1998-2007) cuyo estallido internacional dio lugar a la gran crisis financiero-especulativa occidental, en la que el sistema financiero (y particularmente las Cajas de Ahorro españolas) debieron ser rescatados con fuerte financiación pública.

Transformación especulativa incentivada –sin medir sus consecuencias– por la Reforma de la ley del suelo de 1998, del Partido Popular en el Gobierno, por la normativa y actuación de algunas Comunidades Autónomas más pendientes del negocio que del patrimonio e intereses a largo plazo de sus territorios, y por muchos municipios que han actuado de una manera absolutamente depredadora sobre sus espacios, propiciando el enriquecimiento rápido y desmedido de unos cuantos, y actuando, en demasiados casos, al margen de la legalidad; y, a veces, con la complacencia o permisividad de la correspondiente Comunidad Autónoma.

El cambio de gobierno y de política de costas, en 2004, no sirvió para poner freno y apaciguar una dinámica urbanística y de transformación del litoral que, claramente, nos está llevando a una situación de muy alto riesgo diecisiete años después.

### **3.3. La Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa de 2007**

En 2007 la Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad elaboró, con su Dirección



General de Costas, la Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, aprobada por el Consejo de Ministros en septiembre de 2007, intentado modificar, desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental y del equilibrio territorial, una situación heredada muy poco ejemplar en lo que se refería al uso del territorio, patrimonio natural, biodiversidad y recursos naturales, incluido el litoral.

En particular, en las costas, los retos fundamentales estaban asociados a asumir y materializar las políticas para la franja litoral recomendadas por la Unión Europea:

- Protección de los espacios naturales frágiles que son esenciales para la supervivencia de las especies protegidas, promoviendo la inclusión de estas zonas en la Red Natura 2000 y elaborando los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales y los Planes Reguladores de Uso y Gestión correspondientes.
- Mantener la calidad de las aguas de baño en nuestras costas.
- Evitar la regresión de la costa y la inestabilidad de las playas.
- Mejorar la accesibilidad y los equipamientos dotacionales para el uso público del litoral.

En este marco, la política de costas se centró en la integración de las políticas de desarrollo territorial, del agua, de costas y de biodiversidad, competencia de la Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad, desde la perspectiva de que los sistemas litorales son gobernados por procesos que tienen su origen, en muchas ocasiones, en el interior del territorio. Lo que exigía que, para la aplicación de las políticas de la Unión Europea, y en particular la Recomendación de una Gestión Integrada de Zonas Costeras (413/2002/CE)<sup>31</sup>, se produjera

una gestión integrada y participada por todos los actores que intervienen en la costa, y concertada con los gobiernos municipales y autonómicos a través de los instrumentos de planificación territorial y planeamiento urbanístico que la incluyen.

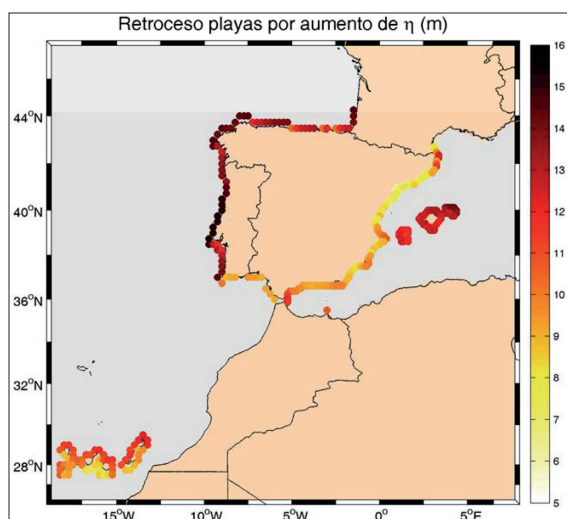
Partiendo de estos principios, los objetivos para la política de costas se centraron en la protección y conservación eficaz de los sistemas litorales y marinos, garantizando y preservando para el futuro la integridad del DPMT, el libre acceso a la costa, y el uso y disfrute público de la misma para los usos comunes acordes con su naturaleza. Lo que implicaba continuar e intensificar la defensa de las costas contra la urbanización desmedida y el fuerte incremento de las agresiones antrópicas sobre el litoral, así como asegurar su sostenibilidad y resiliencia socioeconómica frente al incremento que se iba registrando de las tormentas y de la magnitud de la altura de ola asociada, junto a un sostenido incremento, ya sentido, del propio nivel del mar.

Con estas bases se procedió a la elaboración de la Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, a la vez que se establecían convenios de colaboración con las Comunidades Autónomas para la gestión integral de la costa, que aseguraran una intervención coordinada con las administraciones territoriales y los agentes sociales, y se procedía a una política localizada de recuperación y ampliación del DPMT, también con la compra de los terrenos más adecuados para garantizar la estabilidad y valores ambientales de las costas.

Porque, de cumplirse las previsiones ya disponibles en 2004, en pocas décadas se reduciría sustancialmente la anchura de la mayor parte de nuestras playas, y varias urbanizaciones y numerosas edificaciones quedarían sometidas al efecto directo del oleaje, según se recoge

31. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32002H0413&from=FR>

en la Figura 16 siguiente, ya que los expertos señalaban que, para el año 2050, se habría producido un retroceso medio de 15 metros en el conjunto de las playas españolas y valores de más del doble en algunas playas concretas.



**Figura 16.** Previsiones de retroceso de las playas por incremento del nivel del mar para el año 2050  
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa. Septiembre 2007.

Se tuvo muy en cuenta que, afortunadamente, ya había habido decisiones tomadas por Comunidades como Asturias, Cantabria o Cataluña, que establecían una distancia de 500 metros para la prohibición de nuevas construcciones en esta zona de servidumbre, política que se trataba de generalizar, al menos puntualmente, porque en las próximas décadas las fachadas marítimas urbanas iban a estar expuestas a sufrir daños muy significativos y crecientes por la acción del mar, siendo preciso que, en paralelo, se corrigieran políticas urbanísticas y territoriales que agravaran en el futuro en mayor medida el problema.

De hecho, la política de costas establecida desde 2004 partía del conocimiento, ya existente entonces, de que los principales problemas de la costa se situaban en:

- Un creciente deterioro ambiental y funcional del patrimonio natural litoral. Muchos

espacios libres de la costa, incluidos los ecosistemas de alto valor por su biodiversidad, estaban amenazados por la creciente presión humana.

- Se producía un grave deterioro en las fachadas litorales de muchos núcleos urbanos por el predominio de un modelo especulativo que subordinaba el patrimonio histórico-cultural, arquitectónico, paisajístico y ambiental de las fachadas marítimas al beneficio a corto plazo.
- Existían numerosas ocupaciones desordenadas sobre el DPMT (muchas legales en su momento) que no se ajustaban a lo que permitía la Ley de Costas de 1988 y su Reglamento, entonces vigentes, y que registraban frecuentes daños por los temporales (oleaje que incidía sobre paseos marítimos y edificaciones que, al sufrir estos daños eran, por definición legal, DPMT).
- Pese a lo que establecía la Ley de Costas de 1988 y su Reglamento, no estaba asegurado el libre tránsito peatonal a lo largo de todo el perímetro litoral de España, ya que existían tramos litorales donde el acceso y el tránsito por la costa estaba restringido o limitado, lo que significaba una privatización de hecho, que no lo era de derecho.
- Existían procesos de regresión litoral en algunos tramos de costa que estaban haciendo desaparecer las playas y poniendo en peligro el equilibrio litoral como consecuencia, principalmente de:

- Crecientes déficit de las aportaciones naturales desde los cauces por el incremento de su regulación y aprovechamiento de sus aguas (embalses, captaciones, ...).
- Extracciones de arena y grava de la costa y de los cauces, incrementada por el fuerte proceso de urbanización-edificación registrado y previsible.

- Destrucción y ocupación de los cordones litorales por edificaciones e infraestructuras urbanas que rompían el equilibrio en el interface marítimo-terrestre.
- Interrupción del transporte de sedimentos a lo largo de la costa por estructuras marítimas: diques, espigones, puertos.

- Y se esperaba, como se ha señalado, que los procesos erosivos y la desaparición de las playas se agravaran por los efectos del cambio climático, que previsiblemente generaría una subida del nivel del mar y la producción de temporales cada vez más fuertes y frecuentes.

En este marco, la Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, aprobada en 2007, buscaba su eficacia óptima en el campo de la concertación y coordinación interadministrativa, con todas las comunidades autónomas, con las administraciones locales más directamente afectadas y con la FEMP. Y sirvió de base para varias de las medidas recogidas en el Protocolo del Mediterráneo (Convenio para la Protección del Medio Marino y de la Región Costera del Mediterráneo, promovido por España en las reuniones celebradas en Almería, firmado por la Ministra de Medio Ambiente en Madrid en marzo de 2008 y ratificado por el Gobierno de España en 2011; o incorporadas en la Ley de Protección del Medio Marino, de 2011, de trasposición de la correspondiente Directiva europea.

Pero, aunque en costas, desde el mismo año 2004, se adoptaron medidas claras con objetivos precisos, recogidos posteriormente en la citada Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, los resultados no fueron los esperados, por distintos motivos. Por un lado, por la oposición, ausencia de colaboración o reticencias de algunas administraciones territoriales, gobernadas por partidos políticos de distintos signos; por otro, por la propia lentitud de los procesos

judiciales para combatir ilegalidades, por el retraso o inexecución de sentencias por las autoridades competentes, o por la dificultad de hacer comprender a una gran parte de la sociedad que eran necesarias medidas ejemplares que demostraran que cualquier incumplimiento de la legalidad que afectara a los derechos, intereses y patrimonio de los ciudadanos iba a tener resultados muy perjudiciales para los que las realizaran.

La historia del hotel El Algarrobo, en el término municipal de Carboneras (Almería), cuya denuncia y obligación de detener su construcción como consecuencia de invadir la zona de servidumbre de costas se produjo por parte de la Dirección General de Costas en ese período, pero cuyo procedimiento de derribo, quince años después, continúa en los tribunales, da una idea clara de la complejidad y lentitud de esos procesos.

### **3.4. Una posterior evolución del marco legislativo favorable al deterioro del litoral.**

La Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas había venido siendo uno de los referentes internacionales en la configuración de regulaciones adecuadas del litoral. Pero, la progresiva cercanía al primer plazo, de 30 años de concesión (que podía ser ampliado en otros 30 años) que se cumplía en 2018 para las actividades localizadas en el DPMT, hizo que arreciaran los ataques a esta ley, pese a las obligaciones constitucionales respecto a la defensa del mismo y, sobre todo, a los riesgos sobre los bienes y las personas que implicaba la permisividad de actividades sobre los citados dominios públicos, tal y como periódicamente demostraba la naturaleza; o incluso a la importancia que había tenido la sentencia de la Corte Europea de Derechos Humanos de 29 de marzo de 2010, respecto a la reclamación de un particular con una edificación permitida mediante el pago de una tasa, en la década de los sesenta del siglo XX,

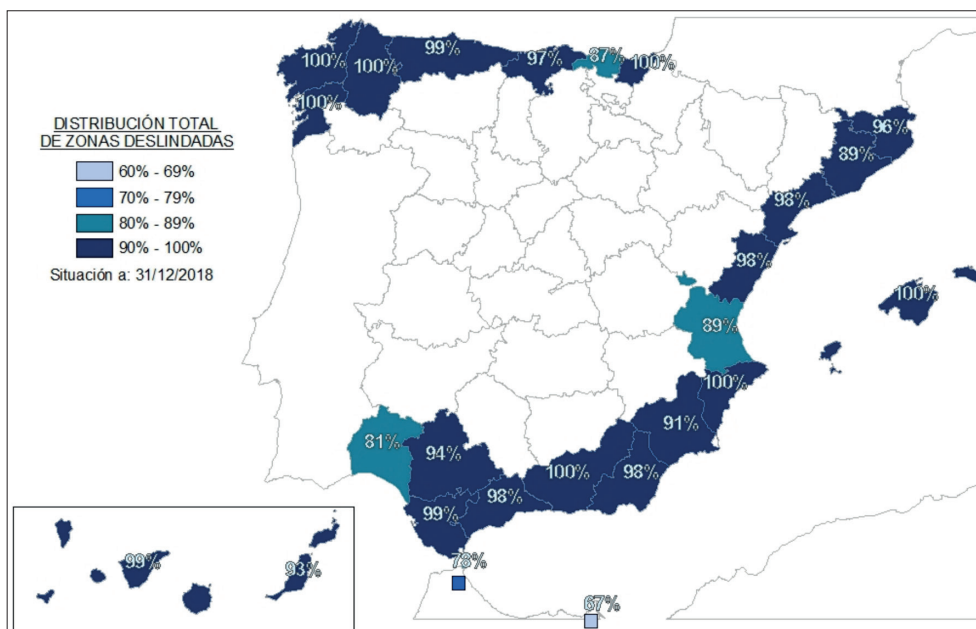
al que la administración francesa, cuyas leyes y circunstancias de gestión del litoral tienen grandes coincidencias con el caso español, le exige regularizar la situación con el derribo a costa de los titulares y la recuperación pública del DPMT. Los jueces de las distintas instancias dictan sentencia a favor de la administración competente, con lo que los particulares involucrados deciden acudir a la Corte Europea de Derechos Humanos, alegando que las sentencias dictadas por los jueces y la posición de la administración, vulneran el contenido del Artículo 1 del Protocolo Nº 1 de la Convención Europea de Derechos Humanos en lo que afecta al derecho de propiedad, y el Artículo 8 en lo que se refiere al derecho al hogar.

La sentencia de los 17 jueces de la Gran Cámara de Jueces de la Corte de Derechos Humanos, en una situación en que las casas permanecen sin demoler, establece, por mayoría de trece votos a favor y cuatro en contra, que no viola la Convención la obligación de demoler a costa del propietario y de restituir la propiedad pública del terreno situado en DPMT, respecto a lo con-

tenido en el Artículo 1 del Protocolo Nº 1, ni en la afección del Artículo 8 por motivos similares, por lo que falla a favor del Estado en las quejas planteadas. Y, en la sentencia queda clara la preeminencia del interés general en un marco en que las leyes habían dejado claramente establecido el carácter condicionado de la utilización de la vivienda –que no de la propiedad, por encontrarse ésta en DPMT- así como que son las administraciones competentes quienes tienen que decidir qué medidas han de adoptarse para proteger las áreas costeras y el DPMT.

DPMT que en España se ha ido estableciendo con una tremenda lentitud por motivos de distinta índole, pero que en la actualidad se encuentra bastante consolidado (Figura 17).

En España es tradicional la presión e información interesada de “asociaciones o plataformas de propietarios” que, con el apoyo de ciertos medios de comunicación, intentan hacer prevalecer sus intereses sobre los generales de protección de la costa y de cumplimiento de los objetivos y previsiones de la entonces vigente



**Figura 17.** Estado de la Delimitación del Dominio Público Marítimo Terrestre (31/12/2018). Fuente: [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/procedimientos-gestion-dominio-publico-maritimo-terrestre/linea-deslinde/default.aspx#prettyPhoto\[pp\\_gall\]/o](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/procedimientos-gestion-dominio-publico-maritimo-terrestre/linea-deslinde/default.aspx#prettyPhoto[pp_gall]/o)

Ley de Costas, de 1988, cuyas virtudes han sido reiteradamente destacadas a nivel internacional, y cuyos recursos frente a la administración de costas son, en su inmensa mayoría, desautorizados por los tribunales, en la misma línea que también fue desautorizado por la Corte del Tribunal de Derechos Humanos el caso citado, que dejaba clara la prevalencia del interés general sobre el particular.

Lo que no fue óbice para que las administraciones y los parlamentos continuaran con el continuo goteo de normas y acciones que iban debilitando la capacidad de respuesta de la Ley de Costas de 1988, incentivados y presionados por los intereses particulares de los propietarios afectados, o por los intereses de empresas o actividades localizadas en el DPMT. Si a ello añadimos la presión de unos ayuntamientos y comunidades autónomas que, en muchos casos, siguen anteponiendo el "estatus quo" y el negocio inmobiliario a un desarrollo sostenible asociado a una industria y servicios turísticos profesionalizados y de calidad, que valoren el patrimonio territorial como potencial de desarrollo a mantener, los riesgos para soluciones racionales en nuestro litoral se incrementan sensiblemente.

Y buena prueba de ello han sido los cambios legislativos de dicha Ley de Costas introduci-

dos, a través de otras leyes o disposiciones sucesivamente aprobadas por el Congreso de los Diputados.

La primera, la Ley de Economía Sostenible, de 4 de marzo de 2011 (BOE 5 de marzo de 2011.)<sup>32</sup> Con este cambio no sólo se podía prolongar indefinidamente la ocupación del DPMT por actividades que iban consolidando a largo plazo su ocupación, incrementando los riesgos sobre el litoral, incluso por aplicarse a industrias fuertemente contaminantes. Se subordina la disponibilidad pública y la función ambiental y de prevención de riesgos que debe cubrir el dominio público a intereses económicos que pueden materializarse en terrenos alternativos al de dominio público, aunque, naturalmente, a un mayor coste del que significa el uso gratuito de terrenos de dominio público que según la Constitución Española y la Ley de Costas vigente deben tener otra finalidad.

El segundo cambio, mucho más trascendente, aparece con la Modificación de la Ley de Costas de 1988, promovida por el Gobierno de Mariano Rajoy (Ley 2/2013, de 29 de mayo, vigente en la actualidad<sup>33</sup>) que "olvidó" (¡en 2013!) incorporar la problemática del cambio climático sobre las costas<sup>34</sup>; hecho que tuvo que ser corregido en su tramitación en el Senado, con las

32. La Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. (BOE nº55, de 5 de marzo de 2011, página 25206, modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, y, en su Disposición transitoria vigésima segunda modifica el Régimen transitorio de instalaciones en dominio público dando derecho a la prórroga de dichas concesiones o, en su caso, al otorgamientos de nuevas concesiones de ocupación de dominio al término de la primera, en tanto no se declare extinguido el interés general que motivó dicha localización, señalando que en tanto no se resuelva dicha prórroga o, en su caso, una nueva concesión, se considerará prorrogada la existente. [https://www.ubu.es/sites/default/files/portal\\_page/files/ley\\_2\\_2011\\_de\\_economia\\_sostenible.pdf](https://www.ubu.es/sites/default/files/portal_page/files/ley_2_2011_de_economia_sostenible.pdf). Cambio legislativo, propugnado por el PNV en un marco de fuerte debilidad del partido en el Gobierno y que beneficiaba claramente a PETRONOR, cuya concesión de ocupación del DPMT ven-

cía en octubre de 2012. Pese a la cercanía del vencimiento, PETRONOR no había iniciado ningún tipo de estrategia de relocalización, y esperaba que su inversión en presión a los partidos políticos le resolviera la situación. Su ocupación del DPMT había ido creciendo de forma continua a lo largo de los treinta últimos años y tenía prevista la puesta en funcionamiento de una Central de Ciclo Combinado para el mismo año de vencimiento de la concesión.

33. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-5670-consolidado.pdf>

34. En sede parlamentaria, el Gobierno fue capaz de señalar que, "con la información técnica de que disponía", consideraba que no eran previsibles efectos adversos específicos del cambio climático en el litoral español que se derivara de forma directa de la prolongación de las concesiones en dominio público marítimo terrestre.

correspondientes enmiendas, ante la contestación encontrada de ecologistas, instituciones científicas y grupos políticos de la oposición, estableciéndose un régimen específico para los tramos del litoral que se encuentren en riesgo grave de regresión. Pero, eso sí, dando un plazo de dos años (justo hasta el final de su primera legislatura) al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) para elaborar una Estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático.

El Preámbulo de la Ley 2/2013, de 29 de mayo, señala los objetivos y la problemática que justifican su promulgación<sup>35</sup>, mostrando la falta de relación e incluso contradicción entre los objetivos y razones ciertas de deterioro de las costas que se argumentan, y las consecuencias que cabían esperar de la modificación legislativa establecida. Básicamente, los cambios afectan, en la práctica, a que se anula el proceso incremental de recuperación del dominio público marítimo terrestre, que la ley de 1988 había establecido como sustitución de la expropiación directa (imposible de aplicar por la no disponibilidad de recursos suficientes) y que el Tribunal Constitucional había dictaminado como ajustado a derecho y justo. Abre la posibilidad de legalizar edificaciones ilegales y flexibiliza la continuidad de edificaciones sobre el DPMT, sobre la zona de servidumbre de tránsito o la de protección. Las disposiciones transitorias primera a cuarta de la Ley materializan esta modificación. Por otra parte:

- Se produce un fuerte retroceso en la regulación del interés general y de lo público, con la nueva delimitación y práctica reducción del DPMT, a través de su redefinición y limitación de su amplitud, llegando

35. Y en este sentido, los motivos por los que el Gobierno consideraba preciso cambiar la ley de costas, son claros y fueron expuestos de una manera precisa por el Presidente de Gobierno el 17 de enero de 2012, en la inauguración del 6º Foro de Liderazgo Turístico de Exceltur, donde señaló textualmente que "hay que cambiar la Ley de costas porque es

a afectar al propio concepto constitucional de DPMT, con consecuencias muy graves en los procesos de prevención de la seguridad por temporales, o ante los efectos esperados del cambio climático. Así, la inclusión anterior de las dunas en el DPMT se matiza con "estas últimas se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa" (art. 3.b final). Se reduce la amplitud del concepto de dunas incorporadas al DPMT, pasando de una definición ecosistémica, integradora de la sostenibilidad de la costa, a una limitada a "garantizar la estabilidad de las playas y la defensa de la costa" (artículos 3.b y 4.c del Reglamento General de Costas)<sup>36</sup>.

- Se elimina en el artículo 6.1 el "siempre que no ocupen playa" dejando sólo "siempre que no perjudiquen a la playa", dando cabida a que se pueda producir ocupación de playa.
- A su vez, se abrió camino a la revisión de todos los deslindes como consecuencia de la definición del alcance de los mayores temporales conocidos, que se remite al Reglamento que va a materializar de una forma efectiva dicha reducción. En efecto, el Reglamento General de Costas concreta los cambios introducidos en la Ley de Costas, que sitúan su alcance fundamental -y su mayor retroceso en cuanto a la regulación del interés general y de lo público- en la nueva delimitación del DPMT, en las reglas de las concesiones, y en la reducción de las limitaciones a la propiedad privada en los terrenos contiguos al dominio público. Lo que conlleva unos efectos con-

una reforma específicamente demandada por los empresarios para ayudar a salir de la crisis".

36. Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-10345>

trarios a lo supuestamente pretendido: una privatización del litoral ligada a una peligrosa desprotección del mismo, tanto desde el punto de vista de la seguridad física y ambiental, como desde la seguridad jurídica. En este sentido tiene singular importancia la regulación que realiza de los tramos de costa en situación de regresión grave, la limitación de dunas y terrenos inundados que forman parte del DPMT, la regulación mercantilista de los tipos de playas (naturales, seminaturales y urbanas) y el que consolide el régimen de prórroga extraordinaria (y dádiosa para ciertos intereses particulares, habría que añadir) hasta los setenta y cinco años de las concesiones a las que se refiere el artículo 2 de la Ley 2/2013, de 29 de mayo, fijando, en el caso de las concesiones ordinarias, el plazo máximo de duración de la prórroga en función de los usos. Y no deja de ser curioso que, mientras que por motivo de seguridad las áreas inundables de nuestros ríos y ramblas (las afectadas por temporales marítimos técnicamente no son diferentes) exigían ya estudiar un período de recurrencia de 100 y 500 años, en costas no sólo se quita la referencia al mayor temporal conocido, sino que el período para delimitar el DPMT se reduce a cinco años (dicho límite será el alcanzado al menos en 5 ocasiones en un periodo de 5 años –artículo 4º a) del Reglamento), con “excepciones particulares”, donde tales exigencias se reducen aún en mayor medida (tres veces en cinco años para Formentera. Disposición adicional sexta del Reglamento).

- El Reglamento también consolida la reducción de la amplitud del DPMT con la reducción de las superficies inundadas de forma artificial, eliminando el concepto de que deben incluir todos los supuestos de inundación de terrenos situados por debajo de la máxima pleamar, y con la

eliminación arbitraria de determinados espacios incluidos en el DPMT, que abre la posibilidad de que se generalice un masivo trasvase del dominio público al patrimonio privado, como consecuencia de las posibles reclamaciones de numerosos ocupantes del DPMT en condiciones similares a las de los beneficiados por la Ley.

- En el nuevo artículo 13 bis de la Ley se abre una necesaria revisión de los DPMT ante la evidente incidencia de los efectos del calentamiento global, con una modificación sustancial (art. 13 bis 2) de los plazos concesionales hasta los 75 años sin ningún tipo de justificación. Si el Tribunal Constitucional ya validó lo que podríamos decir que constituye el equivalente al justiprecio expropiatorio, con 30 años de concesión ampliables en otros 30 años ¿por qué se aumenta dicho justiprecio en contra del interés general, retrasando innecesaria e inapropiadamente, desde el punto de vista de la seguridad de las personas y de los bienes, las ocupaciones en un dominio público donde la seguridad debería marcar la línea fundamental de intervención?
- La incorporación del artículo 13 ter de la Ley permite que las construcciones amparadas por un derecho de ocupación, existentes en los terrenos del DPMT declarados en situación de regresión grave, se mantengan, siempre que el mar no les alcance o exista riesgo cierto de que lo haga en los próximos cinco años, estableciendo el derecho a la ocupación y aprovechamiento de esos terrenos por concesión obligatoria para la administración, en períodos prorrogables de cinco años.
- Por otro lado, la Ley introduce, positivamente, la capacidad de suspender cautelarmente actos ilegales sobre el dominio marítimo terrestre o su zona de servidumbre por parte del delegado del Gobierno.

Refuerza la exigencia, ya existente, de inscribir en el registro los bienes del dominio público, o de anotar marginalmente su posible afección a las propiedades que puedan ser dominio público marítimo terrestre.

- La Ley modifica las reglas de las concesiones y las limitaciones a la propiedad privada en los terrenos contiguos al dominio público. Así, modifica la servidumbre de protección en el DPMT en las rías y en los márgenes de los ríos afectados por las mareas (nuevo artículo 23.3) reduciendo los 100 metros a 20 metros (si hay acuerdo con comunidad autónoma y ayuntamiento correspondiente) aunque con ello se contravenga el protocolo de Gestión Integrada de Zonas Costeras del Convenio de Barcelona, que forma parte de los compromisos internacionales de España.
- La Ley, en el artículo 33.6, incorpora, para los tramos urbanos de playa, el que podrá autorizarse la celebración de aquellos eventos de interés general con repercusión turística que cumplan los requisitos que se establezcan, beneficiando "actividades privadas" que impliquen, en todos los casos, un uso simultáneo y competitivo con el uso del DPMT por la población (incluso en playas tremendamente saturadas), generando una competencia desleal respecto a actividades iguales que se desarrollan sobre terrenos urbanísticamente considerados para esas finalidades, pero que tienen unos costes que los "autorizados" no soportan.

Pero tal vez la principal razón de la modificación legal haya que buscarla en las empresas y grandes intereses asociados a las localizaciones en DPMT provenientes de antes de entrada en vigor de la Ley de Costas de 1988, para muchos de los cuales el plazo de 30 años de concesión acababa en 2018, pero no habían

ido procediendo a la amortización y relocalización de sus instalaciones, mientras muchos llevaban muchos años batallando y financiando campañas que permitieran modificar este plazo de la Ley. Y, así la modificación del artículo 66.2 y 66.3 por la Ley lleva a 75 años el plazo de las concesiones para estas empresas que, cuando el objeto de la concesión sea una actividad amparada por otra concesión de explotación de recursos mineros o energéticos, deberá ampliarse hasta ese máximo de 75 años, con el añadido de que se podrá vender o heredar el nuevo derecho concesional (nuevo artículo 70.2) modificando la prohibición de este hecho existente en dicho artículo 70.2 de la anterior Ley de Costas de 1988.

En todo caso, los 60 años totales de máxima concesión se ha ampliado a 75, poniendo el horizonte de reversión en 2065; y, lo que es peor, permitiendo obras de mejora y la compra-venta de los bienes afectados, algo antes expresamente impedido por la Ley, que pretendía facilitar la rápida desaparición de estos elementos sobre el DPMT o sus zonas de servidumbre, ante los riesgos que implicaban para la propiedad, y ante la necesidad de devolver esos terrenos al dominio público, mejorar los entornos degradados por las ocupaciones, y poner en valor turístico, recreativo y ambiental unos espacios necesarios para mantener el atractivo de nuestros territorios litorales.

La Disposición transitoria segunda señala que los islotes de propiedad particular con anterioridad a la entrada en vigor de la presente Ley conservarán esa condición (apartado 3) así como los terrenos ganados o a ganar en propiedad al mar y los desecados en su ribera, en virtud de cláusula concesional (apartado 2).

Adicionalmente, incluye las nuevas disposiciones adicionales décima y undécima a la antigua ley, para regularizar los poblados marítimos, núcleos de población y aquellas ocupaciones que las comunidades autónomas puedan de-



clarar como bien cultural, aunque se trate de poblados ilegales (según la regulación actual e incluso alguno tenga orden judicial de demolición de alguna edificación) que ocupan primera línea de costa y que se han ido consolidando y ampliando progresivamente sin la correspondiente reacción administrativa, y a veces, incluso, con la ayuda municipal.

En definitiva, la nueva regulación debilita la situación normativa que afecta a nuestras costas, tanto en la zona de protección, al disminuir su anchura en numerosos ámbitos que han sido objeto de infracciones urbanísticas ocurridas antes de la entrada en vigor de la Ley 22/1988, y rebajar los mecanismos que en dicha Ley objetivaban la aplicación de las determinaciones que fijaban las excepciones al establecimiento de la anchura general de 100 m para la zona de protección, ampliando el concepto de suelo urbano más allá de la definición establecida en la normativa vigente sobre usos del suelo en 2013; como al establecer una mayor tolerancia en el mantenimiento de edificaciones e instalaciones en la franja de terrenos privados colindantes con el DPMT para usos prohibidos por la propia Ley de Costas y ajenos a los que su naturaleza exigiría.

Es decir, la nueva Ley y el Reglamento, todavía en vigor, concretan una rebaja sustancial en el grado de protección de la costa española y, además, materializan de forma concreta la subordinación del interés general a los intereses privados para explotar o disfrutar privativamente de los bienes del DPMT.

#### **4. POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA SOCIOECONÓMICA EN EL LITORAL.**

Los 8.000 a 10.000 kilómetros de litoral (según a la escala en que se midan), de los cuales más del 50% son acantilados, más del 25% son playas, más del 12% es costa baja, y del orden del

8% ha sido transformada por obras artificiales (unos 600 km), se encuentran, en 2021, con muchos de los problemas ya detectados y con actuaciones previstas para su resolución que, en gran parte, no se han llevado desgraciadamente a cabo, de manera que los problemas en nuestras costas siguen siendo prácticamente idénticos a los señalados en el apartado 3.3 de este artículo y recogidos en el Diagnóstico de la Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa de 2007.

Este litoral delimita una franja escasa, del orden del 7% de la superficie del país hasta los primeros 10 km medidos desde el DPMT, que concentra del orden del 45% de la población española, concentra importantes actividades, claves en la economía española, de las cuales el principal es el turismo de sol y playa, materializado por más del 80% de los más de 80 millones de turistas que visitaron España, en 2019. Además, en el litoral se sitúan importantes espacios protegidos (como Doñana, la Albufera, el Mar Menor, el delta del Ebro, cabo de Gata, etc..) convirtiendo a éste en un recurso limitado y escaso, no sustituible, con particular necesidad de protección.

En algunas comunidades autónomas más del 75% de los terrenos colindantes al mar son urbanos o urbanizables, no precisamente con base a un urbanismo que podamos denominar de calidad, salvo contadas excepciones; y casi el 25% del litoral es costa artificial, con un nivel elevadísimo de degradación del paisaje. Esta presión es especialmente relevante en las playas del arco mediterráneo, donde casi un 60% de las mismas estaban en entornos ya urbanizados en 2005, y el 50% de la longitud de la costa, esto es, más de 500 Km. de playas, requerían actuaciones correctoras para alcanzar un buen estado.

En este marco, la Disposición adicional octava de la Ley de Costas de 2013 establecía la obligación de elaborar, en dos años, una Estrate-

gia para adaptarse al cambio climático antes de 2030, realizando su correspondiente Evaluación Ambiental Estratégica, y promovía un proyecto sobre Cambio Climático en la Costa Española (C3E) “con el objetivo de diagnosticar y proyectar los efectos del cambio climático en toda la costa peninsular y sus archipiélagos de forma detallada, y poner a disposición de los gestores de las áreas costeras españolas datos sobre tendencias y escenarios futuros, así como diversas herramientas para facilitar la integración de dichos efectos en las políticas y medidas de protección costera”. En paralelo, se puso en marcha un programa de inversiones en la costa, en el marco de los Planes de Impulso al Medio Ambiente, centrados principalmente en el litoral, con los objetivos de reducir la exposición de la costa respecto al mar, regenerar las playas, mantener el buen estado de los ecosistemas costeros, promover las zonas protegidas, y divulgar y fomentar la investigación. Pero con unos presupuestos muy alejados de los necesarios y perentorios<sup>37</sup>, y con unas actuaciones con muy importantes limitaciones por el contenido de la nueva Ley y Reglamento de Costas.

La Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, que empezó a tramitarse en 2014, obtiene una Declaración Ambiental Estratégica positiva en diciembre de 2016, y es finalmente aprobada en julio de 2017<sup>38</sup>, siendo su contenido tenido en cuenta en las cinco Estrategias para la Protección de las Costas (Huel-

37. Quizás sea bueno reiterar que los presupuestos ministeriales, antes de la crisis de 2008, ya tenían fuertes dificultades para disponer de los crecientes fondos que exigían la restauración de daños por temporales sobre las costas, y las altas cantidades que representaban para el erario público el paliar situaciones declaradas catastróficas por una ocupación inadecuada del litoral.

38. [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategiaadaptacionccaprobada\\_tcm30-420088.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategiaadaptacionccaprobada_tcm30-420088.pdf)

39. Planes de ordenación del territorio o sectoriales relativos a las inundaciones además de en las Comunidades Autónomas citadas (País Vasco, Comunidad Valenciana y Catalunya) se recogen en Andalucía y

va, Maresme, Sur de Castellón, Sur de Valencia y Granada) existentes en la actualidad. Y hay que destacar, en paralelo, la importancia de las experiencias, con incidencia en las costas españolas, de los Planes de Inundaciones.

En efecto, en España existe una cierta tradición en la consideración de riesgos, más o menos directamente relacionados con la problemática costera, empezando por el Plan Integral de Prevención de Inundaciones (PIPI) de 1993 y su revisión del año 2003, destacando que algunas comunidades autónomas elaboraron sus propias cartografías de peligrosidad de inundación, anticipándose a la regulación del suelo estatal, como las del País Vasco, o planes como el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA) de 2003, o el Plan Especial de Emergencias para las Inundaciones de Cataluña (INUNCAT), de 2005, entre otros. O, incluso, algunos Planes, Directrices o Estrategias de Ordenación del Territorio, o del litoral, con clara incidencia en las costas<sup>39</sup>.

Por otra parte, la Directiva 2007/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, cuya trasposición al ordenamiento jurídico español se materializó con la aprobación del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación<sup>40</sup>, ha supuesto un cambio significativo en la forma de entender y actuar frente a

Navarra. Se establecen, de manera no homogénea –e, incluso, contradictoria en su formulación– normativas para la regulación de los usos del suelo en las zonas inundables, cuyos resultados, en términos generales, muestran una escasa efectividad práctica ante los sucesivos episodios de inundación que se van produciendo.

40. El Real Decreto establece que deben incluirse, al menos, las limitaciones a los usos del suelo planteadas para la zona inundable en sus diferentes escenarios de peligrosidad, los criterios empleados para considerar el territorio como no urbanizable, y los criterios constructivos exigidos a las edificaciones situadas en zona inundable, así como las medidas previstas para adaptar el planeamiento urbanístico

las inundaciones y las áreas costeras afectadas por las mismas, o por temporales específicos, aplicables a las Demarcaciones Hidrográficas, en tres fases, en cumplimiento de la Directiva 2007/60/CE y del Real Decreto 903/2010. La primera fase, ya terminada, se produjo con la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación mediante la determinación de las Áreas de Riesgo Potencialmente Significativo de Inundación (ARPSI) (finalizadas en diciembre de 2011) (Figura 18), los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación (finalizados en diciembre de 2013) y los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (finalizados en diciembre de 2015).

Se obtienen 1.350 Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI's), que son las zonas con mayor riesgo de inundación y para las que se han elaborado los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación, así como las principales medidas de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación. En el ámbito costero se definen 428 ARPSI's, que afectan a 1.472 km de costa.

El Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprobaba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, establecía la necesidad de preservar de los procesos urbanizadores el suelo que, entre otras circunstancias, se encontrase afectado por riesgos de inundación. Sin embargo, la aplicación de este precepto legislativo ha sido muy

vigente a los criterios planteados en el plan de gestión del riesgo de inundación, incluida la posibilidad de retirar construcciones o instalaciones existentes que supongan un grave riesgo, para lo cual su expropiación tendrá la consideración de utilidad pública.

41. Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre en materia de gestión de riesgos de inundación, que modifica el Reglamento de Dominio Hidráulico en lo que se refiere a la gestión de inundaciones, el Reglamento de Planificación Hidrológica, y la Evaluación y Gestión del Riesgo de inundación, entre otros aspectos. BOE núm.314, 29 de diciembre de 2016. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2016/12/09/638>. Una de sus consecuencias es que todas las comunidades autónomas deberán adecuar sus normas y planes de ordenación del territorio y urbanismo a los nuevos

desigual en todo el ámbito español, debido fundamentalmente a la carencia de una cartografía detallada de peligrosidad de inundación, que permitiese identificar los suelos afectados y establecer una regulación adecuada al alcance de los problemas detectados. No obstante, en enero de 2016 se aprobaron por el Gobierno, entre otros aspectos, los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación de las Demarcaciones Hidrográficas, todos ellos en la actualidad en revisión, que, como Demarcaciones, incluyen la correspondiente zona marítimo-costera, siendo la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar la responsable de la evaluación y gestión de los riesgos de inundación en toda la costa española. En diciembre de 2016<sup>41</sup> se modifican distintos contenidos de la regulación de la gestión de riesgos de inundación con incidencia en materia de ordenación territorial y urbana.

Por último, desde el punto de vista de los riesgos de inundación, hay que destacar el documento del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD), "Incorporación de los efectos del cambio climático para dar cumplimiento a la Directiva de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación"<sup>42</sup>, de 16 de noviembre de 2020, elaborado por el Instituto de Hidrología de Cantabria, que es continuación del de 2014<sup>43</sup>, cuya síntesis de resultados sobre la incidencia del cambio climático en las costas destacaban la importancia del

preceptos, con efectos restrictivos significativos sobre el planeamiento que tenga previsto ocupación futura de zonas inundables o de flujo preferente.

42. MITERD (2020).- "Incorporación de los efectos del cambio climático para dar cumplimiento a la Directiva de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación". IH Cantabria. [https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/tarea\\_4\\_pima\\_adapta\\_mapama\\_digitalweb-comprimido\\_tcm30-523734.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/tarea_4_pima_adapta_mapama_digitalweb-comprimido_tcm30-523734.pdf)

43. MITECO (2014). "Cambio climático en la costa española". 2014. IH Cantabria. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014%20INFORME%20C3E%20final\\_tcm30-178459.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014%20INFORME%20C3E%20final_tcm30-178459.pdf)



**Figura 18.** Áreas de Riesgo Potencial Significativo de inundación (ARPSIs) 2011.  
Fuente: Geoportal del MITERD. <https://sig.mapama.gob.es/geoportal/>

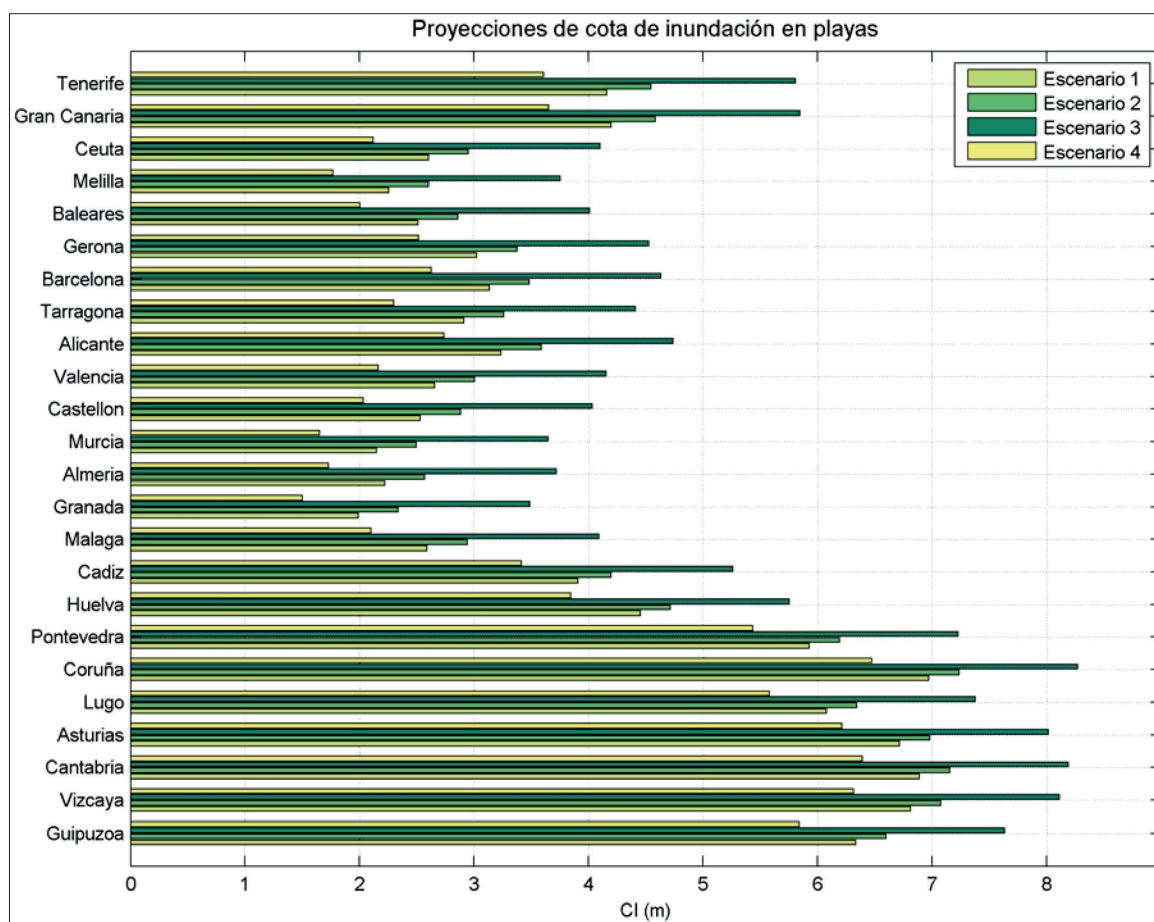
incremento del nivel del mar y del aumento de la altura de ola significativa, con efectos estructurales sobre la pérdida de playas, afección a edificaciones e infraestructuras, intrusión marina y salinización de acuíferos, pérdida de humedales y pérdida de biodiversidad; así como el incremento en frecuencia e intensidad de tormentas y temporales, con las mismas afecciones que el incremento del nivel del mar, pero más puntuales y de efectos más catastróficos.

La Figura 19 siguiente resume los Escenarios planteados por el trabajo citado.

También destacaba en sus Conclusiones, la desestabilización del equilibrio en las playas y deltas por la menor aportación de caudales de agua dulce al mar, condicionada por la menor precipitación esperable en España, y por la realización de embalses y derivaciones para regadíos aguas arriba de las desembocaduras, que

han disminuido radicalmente la aportación de caudales y de sedimentos a la costa. A lo que se une, en ciertos litorales, fenómenos de subsidencia de las llanuras costeras (especialmente en los deltas) que potencia la erosión asociada al aumento del nivel del mar, al disminuir la cota del terreno. Y el aumento de la temperatura del mar en superficie, con afección a los ecosistemas marinos y una mayor proliferación de algas y medusas, aunque a su vez se produzca una mayor adecuación para el baño en los ámbitos actualmente de aguas más frías. Este calentamiento, junto a la acidificación de los océanos, están teniendo consecuencias muy graves sobre las corrientes oceánicas, sobre la biodiversidad y sobre los recursos pesqueros.

El nuevo trabajo del Instituto de Hidrología de Cantabria considera distintos escenarios climáticos (RCP 4.5 y 8.5), periodos de tiempo (1985-2005, 2026-2045, 2081-2100), modelos



**Figura 19.** Cota de inundación asociada a 50 años de período de retorno para los distintos escenarios de cambio climático por provincias. 2014.

Fuente: MITECO (2014). "Cambio climático en la costa española". 2014. IH Cantabria. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014/%20INFORME%20C3E%20final\\_tcm30-178459.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/2014/%20INFORME%20C3E%20final_tcm30-178459.pdf)

climáticos, función distribución de ANMM (aumento del nivel medio del mar) y periodos de retorno (10, 50, 100 y 500 años) de acuerdo con lo que establece la Directiva Europea de Inundaciones, antes citada. La inundación costera se ha caracterizado por medio de la cota de inundación (CI, distancia en vertical, respecto al Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA), alcanzada sobre el perfil del terreno del 2% de las olas) y la distancia de inundación (DI, distancia en horizontal, respecto a la línea costa del NMMA, alcanzada sobre el perfil del terreno del 2% de las olas).

En su Anexo IV se recogen los resultados por Demarcación Hidrográfica y para el conjunto de España, recogiéndose a continuación la Tabla referida al Incremento Relativo de la Cota y Distancia de Inundación en los horizontes y condiciones señaladas (Figura 20).

También, con un contenido más general, el MITERD (Oficina Española de Cambio Climático. 2020)<sup>44</sup> ha publicado un análisis de los impactos y riesgos del cambio climático en España, señalando que se espera que aumenten las inundaciones costeras y la erosión, que afectarán

44. MITERD (2020).- "Impactos y riesgos del cambio climático en España". Octubre 2020. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio para la Tran-

sición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://so3.s3c.es/imag/doc/2021-02-03/Miteco-Impacto-cambio-climatico-espana.pdf>



tanto a los sistemas naturales como humanos, así como los daños materiales, ecológicos y económicos asociados. En concreto, dedica sus páginas 111 a 124 al análisis general de los Factores de Cambio, a los Riesgos de inundación y erosión, y a los Impactos sobre los distintos elementos naturales (playas, marismas y humedales, estuarios) y sobre la economía (daños económicos por inundación o erosión, sobre el turismo y sobre los puertos).

Por último, con clara incidencia en el ámbito costero, hay que señalar la incidencia de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética (LCCTE)<sup>45</sup>, que en su Título V (Medidas de adaptación a los efectos del cambio climático) y artículo 20 (Consideración del cambio climático en la planificación y gestión del DPMT) especifica el objetivo de incrementar la resiliencia del medio marino a los efectos del cambio climático, y reitera los objetivos, directrices y los contenidos y medidas contempladas en la Estrategia de Adaptación de la Costa a los Efectos del Cambio Climático, elaborada en cumplimiento de la disposición adicional octava de la Ley señalada Ley de Costas 2/2013. También modifica, en el mismo artículo, la gestión de los títulos de ocupación del dominio público y los plazos de duración de los mismos, limitándolos en el tiempo a un máximo global de 75 años.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030<sup>46</sup> (PNACC, en desarrollo del artículo 17 de la LCCTE) se pretende que sea el “instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente frente a los efectos del cambio climático”, definiendo los objetivos, criterios, ámbitos de aplicación y acciones para fomentar la resiliencia y la adap-

tación, así como un sistema de indicadores de los impactos y niveles de adaptación al cambio climático, y la elaboración de informes de riesgo.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático establece, en su apartado 7.7 los objetivos referidos a Costas y medio marino, concretando en el apartado 1.7, de su Anexo 1 (Págs. 142 a 148), las cinco líneas de acción correspondientes, incidiendo, con excesiva generalidad y falta de concreción, en la necesidad de identificar las zonas de riesgo costero; la actualización periódica de las proyecciones sobre cambio climático para la costa española y del visor de escenarios C3E; la elaboración de guías metodológicas orientadas a limitar los daños derivados de los temporales costeros en espacios urbanos o de interés público; en la mejora normativa; en la inclusión de los riesgos costeros en planes y programas que incluyan el espacio litoral; el desarrollo de iniciativas de adaptación; y el impulso a la coordinación institucional y a la participación social para la adaptación.

En particular hay que destacar que la LCCTE establece que los Planes de Ordenación Territorial y los Planes Generales de Urbanismo habrán de incorporar el cambio climático a la hora de planificar las actividades humanas presentes y futuras, lo que evidentemente afecta a las comunidades autónomas y municipios con costa, que deberán tener en cuenta los riesgos derivados del ascenso del nivel del mar y el incremento de los riesgos asociados a fenómenos meteorológicos extremos<sup>47</sup>.

Las consecuencias para España del cambio climático están asociadas a su creciente influencia

45. Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. <https://www.boe.es/boe/dias/2021/05/21/pdfs/BOE-A-2021-8447.pdf>

46. MITERD (2020).- “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030”. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030-tcm30-512163.pdf>

47. En este sentido, los puertos estatales tienen que elaborar sus Planes de adaptación. Y las CCAA y los municipios deberán incorporar la adaptación y, los iniciados en su tramitación a partir de la entrada en vigor de la LCCTE deberán contemplar los riesgos derivados del ascenso del nivel del mar y los efectos de los temporales.

en incendios y sequías, inundaciones y olas de calor; a deterioros en nuestras costas y playas y, por ende, del sector turístico; a cambios en la vulnerabilidad territorial, en los ecosistemas y en la biodiversidad; a graves afecciones al sector primario y, en particular, a un sector agrario muy dependiente de la disponibilidad de agua, a la vez que el cambio climático incrementa la posibilidad de introducción y expansión de enfermedades y pandemias propias de zonas más meridionales, con los consiguientes riesgos sobre la salud. Por ello, la adaptación litoral no sólo debería incluir medidas para proteger las zonas bajas costeras, incluidos los deltas de los ríos, y para abordar el aumento del nivel del mar, la erosión y la intrusión de agua salada, con planes de evaluación y monitoreo de los impactos y de la vulnerabilidad de las costas que permitan optimizar soluciones basadas en la naturaleza para la restauración y protección costera (infraestructuras verdes) y la definición de estándares, regulaciones y directrices para la construcción y protección contra inundaciones, sino medidas de desarrollo socioeconómico cohesionada, de equilibrio territorial y de sostenibilidad ambiental, en el marco de una muy deseable Gestión Integrada de las Zonas Costeras, promovida conjunta y concertadamente desde las tres administraciones.

## 5. ¿QUÉ FUTURO?

Es evidente que las zonas litorales son de extraordinaria importancia en España ya que del orden del 45% de la población española vive en unos municipios costeros que apenas representan el 7% del territorio. Y, adicionalmente, del orden del 80% de los más de 80 millones de turistas que han llegado a visitar en 2019 España responden al modelo de “sol y playa” y eligen la costa para sus vacaciones.

Por otra parte, la presión de los usos establecidos y la ocupación generalizada de la franja costera desde hace varias décadas han origina-

do un desbordamiento de la capacidad de acogida de la costa, el declive de ciertos modelos de uso de calidad de la misma, y la paulatina degradación de sus valores naturales. En algunas comunidades autónomas más del 75% de los terrenos colindantes al mar son urbanos o urbanizables, no precisamente con base a un urbanismo que pudiéramos denominar de calidad, y casi el 25% del litoral es costa artificial, con un nivel elevadísimo de degradación del paisaje. Esta presión es especialmente relevante en las playas del arco mediterráneo donde casi un 60% de las mismas estaban en entornos ya urbanizados en 2005, y el 50% de la longitud de la costa, esto es, más de 500 Km. de playas, requerían actuaciones correctoras para alcanzar un buen estado. Se había urbanizado demasiado y, lo que es peor, generalmente pensando más en el negocio inmobiliario que en diseños de calidad que mantuvieran el atractivo paisajístico y ambiental del litoral. Pero, lo que es peor, la tradición heredada de actuación al margen de la normativa y del planeamiento urbanístico o territorial, había propiciado la edificación –y en muchas ocasiones la transmisión de la propiedad a terceros- sobre el DPMT implícito a la definición del mismo por la Ley de Costas, que una retrasada y aletargada aplicación de la delimitación de dicho dominio público que la misma exigía, entre 1996 y 2004, había hecho que muchas de estas edificaciones se realizaran con la correspondiente licencia municipal e, incluso, con la adecuación a algunos planeamientos urbanísticos de dudoso ajuste a la legalidad.

A esta situación heredada, del que las administraciones públicas eran claramente responsables, hay que añadir la realidad de los problemas que la misma incorpora.

El primero, y más grave, tiene que ver con la seguridad de los bienes y de las personas localizadas sobre el DPMT. Al igual que sucede con el dominio público hidráulico, el criterio básico utilizado para su delimitación es el de la cita-



da seguridad para los bienes y las personas, de manera que se considera DPMT el espacio hasta donde llega el oleaje en los máximos temporales conocidos. Basta recordar las frecuentes declaraciones de zonas catastróficas en las costas españolas por los efectos de los temporales, para hacerse una idea de la inadecuación de la actual edificación de la costa a las necesidades de protección de los bienes y personas que la citada ley pretende. Las previsiones de la misma de dejar 30 años, ampliables a otros treinta años, para que se fuera produciendo una progresiva adecuación de la situación a la seguridad, parece no haberse comprendido ni en su magnitud ni en su importancia. Como tampoco se ha comprendido que el nivel del mar y la altura y frecuencia de los temporales son procesos dinámicos (como también lo son la geomorfología de nuestras costas) que se están viendo progresivamente afectados por un cambio climático que introduce nuevos elementos de incertidumbre para el futuro de nuestras costas.

La evolución seguida por el calentamiento global a lo largo de los últimos años, las previsiones de emisiones y la incidencia esperable de las Contribuciones Nacionales Definidas de los 191 países que las han presentado para la próxima COP26, a celebrar en Glasgow en noviembre de 2021, nos permiten prever que, incluso si ninguno de los "tipping points" definidos se materializa y no se produce un salto cualitativo en emisiones y calentamiento global, los niveles de incremento de temperatura previsibles para 2030 superarían, en media, los 2°C, si no se toman medidas mucho más radicales y más urgentes por los principales países emisores (fundamentalmente el G20), incluyendo la financiación, por parte de éste, de políticas de reforestación y de recuperación natural de tierras transformadas en los países .

Si el calentamiento se incrementa, los riesgos también lo hacen de manera exponencial, según los distintos y sucesivos informes e inves-

tigaciones disponibles, poniendo en valor las conclusiones y recomendaciones del Marco de Sendai 2015-2030 aprobado en 2015 por los distintos países integrados en Naciones Unidas y tan insuficientemente tenido en cuenta en España desde su aprobación.

En el artículo de esta Revista, de Serra, J. (ver págs. 73 a 81 ) se hace una profunda revisión de los riesgos sobre los hábitats susceptibles de inundación y el porcentaje de población afectada para 2050, a partir de los trabajos elaborados por la Generalitat Valenciana. Las áreas inundables en ámbitos frágiles nos indican otros muchos ámbitos donde la problemática es grave, como sucede en el caso del Mar Menor, donde ya son frecuentes las inundaciones de sótanos de los edificios ante episodios de "DANAS", o "gotas frías" cuya frecuencia va en aumento; y ante las que ya ayuntamientos, como el de San Javier tiene previsto que su nuevo planeamiento urbanístico incluya el retranqueo de la línea de edificación, dar continuidad a los paseos marítimos y crear una "línea de defensa" ante temporales y pérdidas de superficie frente al mar. También el Ayuntamiento de Cartagena ha puesto en marcha un Plan de Acción por el Clima y la Energía Sostenible, pero, por ahora, sólo tiene previsto aplicar "actividades de concienciación y participación ciudadana". Mientras, la Comunidad Autónoma de Murcia no tiene ningún Plan de intervención frente al cambio climático ni de reordenación de un territorio tremendamente frágil, en una región y un Mar interior de problemas crecientes. Situación no muy distante, en la práctica, de la evolución que se constata en Andalucía, a tenor de lo recogido en el artículo de Rando, E. (Págs. 31 a 46)

Por otra parte, pese a un futuro que pone en graves riesgos muchas de las costas bajas españolas, sus playas y la propia seguridad de edificaciones, infraestructuras y patrimonios públicos y privados, amenazados por el aumento del nivel del mar y por unos temporales e inunda-

ciones terrestres cuya acción conjunta ya han demostrado efectos catastróficos en distintos ámbitos del litoral español, sigue en vigor una Ley –Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas-, y su Reglamento, que ya supusieron un grave paso atrás en la protección de las costas españolas, condicionando, para muchos años, la viabilidad socioeconómica de seguir con la política de racionalización de los usos y transformaciones del litoral contempladas en la Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, de 2007.

Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa, que, 14 años después, y tras su no aplicación, vuelve a ser objeto de reelaboración, como se aprecia en el artículo de Hugo Morán de esta revista (págs.5 a 8), tiene prevista su aprobación para septiembre de 2022 y, en el mejor de los casos, podrá proporcionar algunos resultados a partir de 2023, si es que se llega al establecimiento de acuerdos, convenios o consorcios con Comunidades Autónomas y Ayuntamientos y, en su caso, agentes sociales y propietarios afectados, para enfocar la única solución eficaz y eficiente posible (también en términos económicos) en muchos de nuestros litorales, que es la retirada ordenada de infraestructuras y edificaciones para potenciar infraestructuras verdes y soluciones “naturales” de estabilización y consolidación de playas, dunas, humedales, marismas y plataforma costera.

También en el artículo de esta Revista de Wargnier, M. et alt. (págs. 47 a 71) se ha hecho referencia a los distintos tipos de medidas de intervención (estructurales y no estructurales) para la intervención costera. Pero en la propia dinámica de las actuaciones llevadas a cabo desde 2007, ya sea para el establecimiento de las áreas inundables por parte del ministerio responsable, como para el desarrollo de actuaciones, si algo preside la realidad es la continuación de las medidas de “extraer y aportar arena para regenerar las playas” que año tras año el

mar vuelve a llevarse en sus temporales, frente a la búsqueda de soluciones naturales que estabilicen y conserven los ecosistemas de las franjas litorales, mucho más difíciles de gestionar y de establecer. Se mantiene una dinámica tradicional de actuación, con gastos desproporcionados y crecientes en medidas paliativas, retrasando lo que serían imprescindibles medidas preventivas de intervención urgente.

El qué hacer se sabe desde hace mucho tiempo, pero, tanto las actuaciones actuales del Gobierno, como las medidas positivas de algunas comunidades autónomas litorales (que no todas) van a llegar tarde, ante un proceso de regulación que termina en una acción concreta muchos años después de lo necesario. Se debería ser consciente, por parte de las tres administraciones, de que, si no se toman medidas urgentemente de adaptación y resiliencia socioeconómica en los municipios litorales, los costes resultantes serán crecientes y desproporcionados con respecto a los de unas medidas preventivas correctas y adecuadas a cada tramo de litoral. Sin olvidar que las consecuencias para España del calentamiento global y del subsiguiente cambio climático, no están solo asociadas a deterioros en nuestras costas y playas, sino que también están directamente asociadas a su creciente influencia en incendios y sequías, inundaciones y olas de calor; a la pérdida de confort urbano e incrementos en los consumos energéticos asociados a calefacción y refrigeración; a cambios en la vulnerabilidad territorial, en los ecosistemas y en la biodiversidad; a graves afecciones al sector primario y, en particular, a un sector agrario muy dependiente de la disponibilidad de agua e, indudablemente, con merma en el atractivo de una demanda turística de calidad. Y ello, a la vez que el cambio climático incrementa la posibilidad de introducción y expansión de enfermedades y pandemias propias de zonas más meridionales, con los consiguientes riesgos sobre la salud, que van más allá de los citados y tradicionales “golpes de calor”, de los efectos

de la contaminación, y de los asociados a las desgracias humanas por inundaciones, temporales o sequías.

En la actualidad, tal vez no sea fácil cambiar la Ley de Costas vigente, pero es obligatorio cumplir la obligación de prevenir riesgos desproporcionados, mantenimiento de la calidad de las aguas y mantenimiento del patrimonio territorial de nuestras costas, facilitando la sostenibilidad de un turismo de calidad generador de renta y empleo compatible con los objetivos anteriores. Para ello, debe ponerse en marcha una política, con las inversiones correspondientes –aprovechando los Fondos asignables del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia disponibles a partir del Mecanismo

de Recuperación y Resiliencia Europeo, de conservación de las costas todavía en estado aceptable y una política de regeneración del territorio degradado. Lo que implica el freno radical de nueva urbanización en ámbitos saturados desde hace muchos años, una política de retirada de la urbanización del litoral en las cada vez más amplias áreas de riesgo, donde la intervención pública de defensa, es cada vez más cara e inviable, y la plasmación de estos objetivos en un planeamiento territorial litoral, cuya materialización debe realizarse en un marco de concertación entre las administraciones, el sector turístico y el resto de la sociedad civil, tal y como se propone en los procesos de Gestión Integrada de Zonas Costeras por la Unión Europea.



Mediterráneo. Xàbia (Alicante)

*Foto: E. Antequera*



# 10ciot

Valencia, 17, 18 y 19 de noviembre de 2021

[www.10ciot.org](http://www.10ciot.org)

PATROCINAN



Departamento de  
Planificación Territorial,  
Vivienda y Transportes

JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio  
Dirección General de Urbanismo y Ordenación del Territorio

COLABORAN



la antigua y por la insatisfacción de los resultados aportados por la geografía tradicional. La crítica del pensamiento geográfico antiguo (irracionalista) se va a centrar en algunos de sus dogmas esenciales: el antidereterminismo teórico, la unidad de la geografía, la metodología sintética, la excepcionalidad del conocimiento geográfico(1).

Esta nueva línea científica comienza en el urbanismo en lo que se ha llamado Escuela de Chicago.

En esta tendencia se afirma una concepción formal de la ciencia, ciencia que queda condicionada por la propia metodología, en la que la formalización lógica priva sobre cualquier otra preocupación, y en la que el cuantitativismo resulta una derivación impuesta como lenguaje abstracto y generalmente aplicable a toda definición formal de la ciencia.

Frente al conocimiento inútil, puro, ocioso de la geografía antigua, la geografía nueva va a presentar una actitud práctica activa, pragmática siempre integrada en las necesidades de la sociedad. Ya no hay más propuestas utópicas que no se lleven a la práctica sino racionalización de aquello que se lleva a la práctica.

En esta época el conocimiento científico —como antes se ha indicado— viene caracterizado por el desarrollo del cómo frente al qué. Ortega(2)

1. Ortega, J. (1975). Memoria sobre el Concepto, Método y Fuentes de la Geografía, mimeo. Valladolid, indica que la presentación de esta crítica se va a encontrar en el artículo de F. Schaefer (1953) 'Exceptionalism in Geography', publicado en *Annals of the Association of American Geographers*, pp. 226-249.
2. Ortega (1975) op. cit. pp. 27-28.
3. En la práctica de la planificación urbana en Gran Bretaña se utilizan gran cantidad de métodos deductivos, por ejemplo, de la administración de empresas.

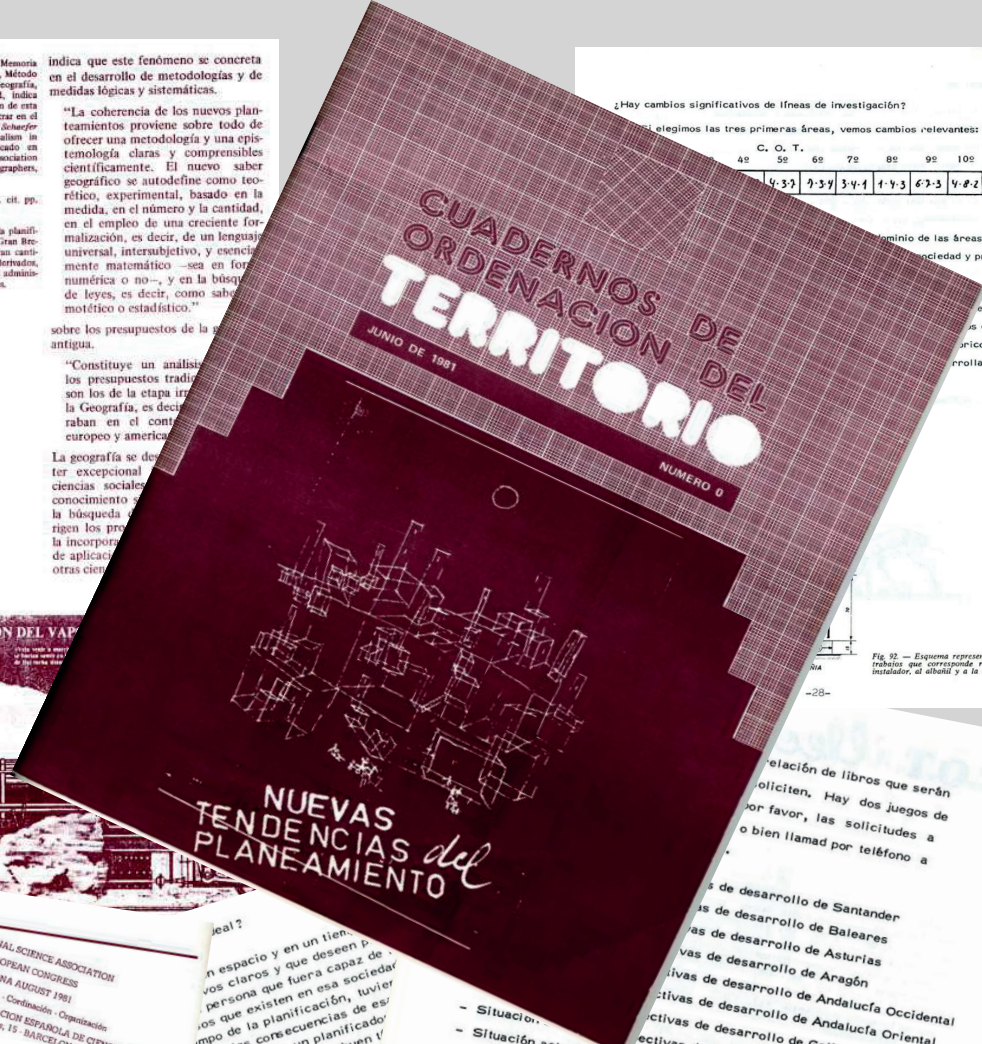
indica que este fenómeno se concreta en el desarrollo de metodologías y de medidas lógicas y sistemáticas.

"La coherencia de los nuevos planteamientos proviene sobre todo de ofrecer una metodología y una epistemología claras y comprensibles científicamente. El nuevo saber geográfico se autodefine como teórico, experimental, basado en la medida, en el número y la cantidad, en el empleo de una creciente formalización, es decir, de un lenguaje universal, intersubjetivo, y esencialmente matemático —sea en forma numérica o no—, y en la búsqueda de leyes, es decir, como saber metódico o estadístico."

sobre los presupuestos de la geografía antigua.

"Constituye un análisis de los presupuestos tradicionales con los de la etapa intermedia. La Geografía, es decir, se desarrollaban en el contexto europeo y americano."

La geografía se desarrolla en un contexto excepcional de las ciencias sociales. El conocimiento científico se centra en la búsqueda de leyes que rigen los procesos. Se incorporan los métodos de aplicación de otras ciencias.



¿Hay cambios significativos de líneas de investigación?

Si elegimos las tres primeras áreas, vemos cambios relevantes:

C. O. T.	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
	4.52	7.37	3.44	4.43	6.73	4.82	Áreas

Inicio de las áreas urbanas y productividad y producción de energía eléctrica y otros servicios. Se han desarrollado dos tipos de planificación: el tradicional y el moderno. Se han desarrollado los procedimientos.

Fig. 92. — Esquema representando los trabajos que corresponden realizar al instalador, al albañil y a la compañía.

REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION  
XXI EUROPEAN CONGRESS  
BARCELONA AUGUST 1981

ASOCIACION ESPAÑOLA DE CIENCIA REGIONAL  
Ejército, 15 - BARCELONA-1

...informa

BRESCIA, Lombardia  
"TRANSFORMACIONES URBANAS Y ARQUITECTURA EN BRESCIA EN LA PRIMERA MITAD DEL '700"  
Palazzo Longhi marzo '81 - octubre '81  
"ASPECTOS DE LA SOCIEDAD BRESCIANA EN EL '700 - LA ECONOMIA, EL TERRITORIO."  
Monastero di Santa Giusta - diciembre '80 - septiembre '81  
Ciclo expo-cultural en el teatro A. M. Quario

CONSEJO DE EUROPA  
"CAMPANA EUROPEA PARA EL RENACIMIENTO DE LAS CIUDADES"  
Octubre 1980 - octubre 1981  
VI CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA POBLACION Y EL FUTURO URBANO.  
MADRID 1982.

UNIVERSITY OF DURHAM (GREAT BRITAIN)  
Symposium: "National and Regional Development in the Mediterranean Basin"  
Grupos de trabajo: cambios estructurales, áreas periféricas, retorno de emigrantes, problemas locales, cambios en la organización espacial de la producción en los países mediterráneos. ... 130.000,- pts./persona

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY  
SCIENCES LABORATORIES, SOUTH ROAD,  
DURHAM, ENGLAND DH1 1TA

(El precio de transporte) C 30 T

1.2.- Alojamiento en Managua 34.000,- pts./persona  
Hotel "Casino Real" (en habitación doble y régimen) 22.500,- pts./personas  
14 noches 186.500,- pts./persona  
Gastos estativos de comida y desplazamiento por Nicaragua y ciudades.....  
TOTAL opción "a" .....

2.- OPCION "b"  
Se ampliará la estancia en CUBA durante 10 días (llegada a Madrid el día 10 de Agosto.)

2.1.- Igual a 1.1. (130.000,- pts./pers.)  
2.2.- Alojamiento en Managua. Idem a 1.2. (36.500,- pts./persona) 223.000,- pts./persona  
2.3.- Estancia en Cuba. ITINERARIO I Hotel "Velador" en La Habana. 233.000,- pts./p.

3.- OPCION "b"  
Estancia en CUBA durante 15 días (llegada a Madrid el día 15 de Agosto)

3.1.- Igual a 1.1. (130.000,- pts./p.)  
3.2.- Alojamiento en Managua. Idem a 1.2. (36.500,- pts./persona) 233.000,- pts./p.  
3.3.- Estancia en Cuba. ITINERARIO II Hotel "Velador" en La Habana. 233.000,- pts./p.

relación de libros que serán solicitados. Hay dos juegos de por favor, las solicitudes a o bien llam por teléfono a

de desarrollo de Santander  
de desarrollo de Baleares  
de desarrollo de Asturias  
de desarrollo de Aragón  
de desarrollo de Andalucía Occidental  
de desarrollo de Andalucía Oriental  
de desarrollo de Galicia  
de desarrollo de la Región del Duero  
de desarrollo de la Región Valenciana

- Situación...
- Situación actual y perspectivas de desarrollo de la Región Valenciana



CUADERNOS DE ORDENACION DEL TERRITORIO

ABRIL DE 1986

ASOCIACION INTERPROFESIONAL DE ORDENACION DEL TERRITORIO

## NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA

La revista Cuadernos de Ordenación del Territorio publica artículos científico-técnicos relacionados con la dimensión ambiental, social, económica y territorial que engloba esta disciplina.

Los trabajos han de ser originales y no deben haber sido publicados con anterioridad. El envío del manuscrito implica que no será remitido o publicado de manera simultánea en otro medio de comunicación y que todos los coautores aceptan su divulgación en esta revista.

**Tipología de los artículos.** La revista no se publica con periodicidad determinada, variando en función del material documental y la oportunidad del momento.

Los escritos han de ajustarse a una de las tres modalidades de publicación de la revista:

- Trabajos de investigación.
- Resúmenes: De tesis doctorales, proyectos de licenciatura, o proyectos de ordenación del territorio.
- Revisiones e informes: Sobre temas de interés general y con carácter divulgativo.

La extensión mínima será de 3 páginas y la máxima recomendable es de 25 páginas, incluyendo tablas y gráficos. Los trabajos podrán tener una extensión superior si consejo de socios, encargado de su revisión, así lo decida.

**Formato y estilo.** Los trabajos deben estar redactados en castellano o inglés y constarán de las siguientes partes:

- Título
- Relación de autores: Nombre y apellidos e institución a la que pertenece en minúsculas. En el caso de varios autores, la institución se indicará mediante superíndices. Se añadirá su dirección electrónica.
- Resumen y palabras clave: De no más de 250 palabras y 4-6 palabras significativas y elección libre.
- Texto del artículo: en el texto, las reseñas bibliográficas consultadas deben citarse mediante los apellidos completos de los autores, excepto cuando el número de estos sea superior a dos, en cuyo caso se incluirá sólo el apellido del primer autor seguido de 'et al' (en cursiva). Deben usarse comas para separar el nombre del autor(es) de la fecha y letras minúsculas para diferenciar dos o más artículos del mismo autor(es) publicados el mismo año (e.g, GÓMEZ, 1999a). Las citas múltiples deberán ordenarse cronológicamente, utilizando un punto y coma para separar las de distintos autores.
- Bibliografía: Debe incluir únicamente las referencias citadas en el texto. Se ordenará alfabéticamente por autores y se adaptará a las siguientes reglas:

- Libros: Apellidos e iniciales de todos los autores, (año de publicación): Título, Editorial, localidad de publicación (país), número total de páginas.

- Artículos de revistas científicas: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, (año de publicación): Título del trabajo, Nombre de la revista, número de volumen, primera y Última página del artículo.

- Artículos en volúmenes especiales o colectivos: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, (año de publicación): Título del trabajo. En: Título del Volumen especial (Iniciales y Apellidos de los editores del volumen). Editorial, localidad de publicación (país), primera y Última página del artículo.

- Actas y resúmenes publicados en congresos: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, (año de publicación): Título del trabajo. Nombre de la publicación del Congreso, número de volumen (si procede). Editorial, localidad de publicación (país), primera y Última página del artículo.

- Tesis e informes técnicos sin publicar: Apellidos e iniciales del nombre del autor(es), (año de realización): Título del trabajo. Universidad, localidad (país), número total de páginas.

Las tablas, gráficos y fotografías se incluirán al final del artículo, numerados y con un pie explicativo, debiéndose hacer referencia a ellos en el texto. En el margen del mismo debe indicarse su posición. Las tablas deben poder leerse en el ancho de una página y estas realizadas en formato MS Word y los gráficos y fotografías han de ser entregados en formato TIFF, BMP o JPEG.

**Envío de los originales.** Los manuscritos se enviarán como archivo adjunto a través de correo electrónico. Los archivos estarán necesariamente en formato Microsoft Word. Las fotografías, tablas y gráficos deben ser anexados en ficheros individuales.

**Derechos de autor.** Los autores al enviar un manuscrito consienten, en caso de ser aceptado para su publicación, ceder a la revista los derechos exclusivos e ilimitados para su reproducción en cualquier forma y medio de difusión. La revista no se hace responsable del contenido de los artículos publicados ni comparte necesariamente las opiniones vertidas por los colaboradores.

**Contraportada:** Atlántico. Cabo San Vicente (Portugal)

Foto: Enrique Antequera Terroso



En la página web de la asociación (<https://www.fundicot.org/>) se puede seguir las actividades desarrolladas o previstas por la asociación, así como en Facebook (<https://eses.facebook.com/Fundicot>) y Twitter (<https://twitter.com/fundicot?lang=es>)

CUADERNOS DE ORDENACIÓN DEL  
**TERRITORIO**