

Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO DE INUNDACIÓN. 3.º CICLO

Texto Consulta Pública

Agosto 2024



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA DEL
CANTÁBRICO, O.A.



Índice

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objeto y ámbito de aplicación	2
1.2 Marco normativo	5
1.3 Ámbito territorial.....	9
1.4 Resultados de la EPRI del primer ciclo y segundo ciclo	10
1.5 Recomendaciones de la Comisión Europea para la EPRI del 3.º ciclo.....	13
1.6 Coordinación internacional	16
2 METODOLOGÍA GENERAL PARA LA REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA EPRI...18	
2.1 Inundaciones de origen fluvial.....	19
2.1.1 Metodología empleada	19
2.1.2 Revisión de las ARPSIs del 2.º ciclo.....	20
2.2 Inundaciones de origen pluvial.....	21
2.3 Inundaciones debidas al mar	22
3 RESUMEN DE LAS INUNDACIONES OCURRIDAS EN EL PERIODO 2019-2024 Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	23
3.1 Resumen de inundaciones 2019-2024.....	23
3.2 Impacto de inundaciones pasadas.....	29
4 INCIDENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RIESGO DE INUNDACIÓN	36
4.1 Actualización de los estudios y experiencias durante el segundo ciclo de la Directiva de Inundaciones (2018-2024).....	37
4.1.1 Proyecciones climáticas: nuevos escenarios climáticos	37
4.1.2 Proyecciones de la influencia del cambio climático en las inundaciones	39
4.1.3 Visores de escenarios de cambio climático	43
4.2 Identificación de nuevas ARPSIs como consecuencia del aumento del riesgo debido al cambio climático	45
4.2.1 Metodología	45
4.2.2 Resultados	47
4.3 Impactos de la variabilidad climática y el cambio climático en las inundaciones	49
4.3.1 Estudio cualitativo de los cambios en caudales máximos.....	51
4.3.2 Cambio climático en otros factores que influyen en el riesgo de inundación.....	52

4.4 Elaboración de una base de datos de paleoinundaciones como apoyo a la revisión de la EPRI incluyendo los efectos del cambio climático: la base de datos PaleoRiada	55
4.5 Estudio de la influencia del cambio climático en las inundaciones debidas al mar	56
5 RESULTADOS Y PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO DE INUNDACIÓN.....	63
5.1 Inundaciones históricas e impacto de inundaciones	63
5.2 Cambio climático	64
5.3 Obras de defensa y otros cambios locales.....	64
5.4 Conclusiones finales.....	66
5.4.1 ARPSIs fluviales, mixtas y costeras.....	66
5.4.2 ARPSIs pluviales.....	66
6 CONSULTA PÚBLICA	73
7 DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA.....	74

ANEXOS

Anexo 1: Registro de eventos de inundación

Anexo 2: Mapas

Mapa general

Topografía

Unidades hidrológicas

Usos del suelo

Mapa guía de localización de las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) en el ámbito de la demarcación

Anexo 3: Fichas de las ARPSIs

Índice de figuras

Figura 1. Cronograma de los hitos principales de la DMA y de la Directiva de Inundaciones .6	6
Figura 2. Ámbito geográfico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental	9
Figura 3. Localización de ARPSIs en la DH del Cantábrico Oriental.....	11
Figura 4. Relación entre ARPSIs y TRI en la parte internacional de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.....	17
Figura 5. Superaciones de umbral en los puntos de observación hidrológica de la demarcación durante el episodio de avenidas de los días 28-29 de noviembre de 2021	26
Figura 6. Inundaciones registradas los días 28-29 de noviembre de 2021	27
Figura 7. Ejemplos de las inundaciones de los días 28-29 de noviembre de 2021: desde arriba a la izquierda, y en el sentido de las agujas del reloj, Muskiz, Sodupe, Zorroza y Basauri ...	27
Figura 8. Superaciones de umbral en los puntos de observación hidrológica de la demarcación durante el episodio de avenidas de los días 9-11 de diciembre de 2021	28
Figura 9. Inundaciones registradas los días 9-11 de diciembre de 2021.....	28
Figura 10. Ejemplos de las inundaciones de los días 9-11 de diciembre de 2021: desde arriba a la izquierda, y en el sentido de las agujas del reloj, Gernika, Mendaro, Andoain y Villabona	29
Figura 11. Evolución temporal entre 1996 y 2023 de las indemnizaciones por inundación abonadas por el CCS en la DH del Cantábrico Oriental	30
Figura 12. Distribución espacial de la siniestralidad para el periodo 1997-2023	31
Figura 13. Distribución espacial de la tasa de siniestralidad para el periodo 1997-2023.....	32
Figura 14. Distribución espacial del número de expedientes del CCS relacionados con inundaciones para el periodo 1997-2023.....	33
Figura 15. Caracterización de uno de los eventos de inundación del estudio «Caracterización y análisis del riesgo por inundaciones en las cuencas de Euskadi»: 16 de junio de 2010. Arriba: precipitación acumulada en 72 horas en el País Vasco. Abajo: evolución de las precipitaciones en Deusto.....	34
Figura 16. Resumen de las situaciones atmosféricas asociadas con inundaciones. Izquierda: proporción de los tres tipos de situaciones a lo largo del periodo 2001-2021. Centro: distribución de daños económicos por tipo de situación atmosférica. Derecha: número de partes por tipo de situación atmosférica	34

Figura 17. Principales eventos de inundación en el País Vasco para el periodo 2001-2021, estimación del impacto y tipo de situación atmosférica.....	35
Figura 18. Ejemplos de distribución de daños a partir de datos del Consorcio de Compensación de Seguros en las cuencas de los ríos Bidasoa (izquierda) y Artibai (derecha)	35
Figura 19. Evolución temporal del CO ₂ para los distintos escenarios SSP y su correspondencia aproximada con los escenarios RCP del AR5 (Riahi et al., 2017)	38
Figura 20. Análisis estacional de los cambios en la precipitación diaria máxima (índice RX1D) proyectado (%) del conjunto de modelos múltiples entre el periodo de referencia (1971-2000) y el periodo futuro próximo (2021-2060) para los escenarios de emisiones RCP 4.5 (izquierda) y RCP 8.5 (según Lorenzo y Álvarez, 2020). Los puntos grises señalan las zonas en las que las diferencias son significativas al nivel de significación del 5 % según la prueba de suma de rangos de Wilcoxon	39
Figura 21. Ejemplo de curvas de frecuencia de inundaciones esperadas (Tr periodo de retorno) en el futuro para el RCP 8.5 para el río Arga (Garijo y Mediero, 2018). La línea azul gruesa representa la simulada con modelos hidrológicos, la línea roja sólida muestra la mediana de los modelos climáticos; y las líneas rojas discontinuas muestran los percentiles 33º y el 67º de los modelos climáticos	42
Figura 22. Salida gráfica del visor AdapteCCa para proyecciones de la variable precipitación de un percentil 95 (periodo de retorno medio de 20 años) para el escenario RCP 8.5 sobre una rejilla ajustada al territorio español	44
Figura 23. Salida gráfica de las proyecciones de la variable precipitación del percentil 95 para el escenario RCP8.5 en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental	44
Figura 24. Salida gráfica del visor de Escenarios Climáticos en Euskadi y Series de Datos para la variable días de precipitación intensa ($P \geq 10$ mm) para el escenario RCP 8.5I	44
<i>Figura 25. Tasas de cambio en cuantil de caudal para los cauces y ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental para el periodo de impacto 2041-2070 (T500) y los escenarios RCP4.5 (arriba) y RCP8.5 (abajo)</i>	<i>47</i>
<i>Figura 26. Gráfico de variabilidad de las tasas de cambio en cuantil de caudal T500 para las ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental.....</i>	<i>48</i>
Figura 27. Esquema metodológico para el análisis de la variabilidad climática (extremos pasadas y presentes) y del cambio climático bajo escenarios de emisiones (extremos presentes y futuro)	50
Figura 28. Mapas con la distribución espacial de las series de caudales máximos con puntos de ruptura en la media (derecha) y varianza (izquierda). Los triángulos indican descenso en la media o varianza después del punto de ruptura, mientras los círculos indican incremento (López de la Cruz, 2013)	52

Figura 29.- Proyecciones regionalizadas de aumento del nivel del mar (m) en el período 2081-2100 (con respecto al período 1986-2005) para los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) en las costas españolas. Fuente: adaptado de Slangen et al. (2014)59

Figura 30. Inundación de la ría de Bilbao por el nivel del mar en diferentes escenarios de cambio climático, de acuerdo con el estudio «KOSTAEGOKI Vulnerabilidad, riesgo y adaptación de la costa del País Vasco frente al cambio climático»61

Figura 31. Distribución del impacto de las inundaciones del periodo 2001-2021 en el ámbito del País Vasco coincidentes con ARPSIs (TRUE; azul) y no coincidentes con ARPSIs (FALSE; rojo). El impacto se expresa en función de los daños reportados en euros (E) y del número de partes (P) tramitados por el Consorcio de Compensación de Seguros.63

Índice de tablas

Tabla 1. Ámbito de aplicación de la EPRI.....	2
Tabla 2. Documentos de implementación de la Directiva de Inundaciones en la demarcación	5
Tabla 3. Relación de ARPSIs en la DH del Cantábrico Oriental	13
Tabla 4. ARPSIs marinas en la DH del Cantábrico Oriental.....	22
Tabla 5. Número de tramos ARPSI de la DH Cantábrico Oriental según el porcentaje de tasa de cambio en cuantil de caudal en T500 en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5.....	48
Tabla 6. Principales componentes metodológicos usados para la generación de mapas de peligrosidad en el 1.º y 2.º ciclo de la Directiva, y elementos de análisis para avanzar en el estudio de los impactos del cambio climático sobre la delimitación de zonas inundables	53
Tabla 7. Relación de actuaciones de defensa ante inundaciones realizadas en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental	65
Tabla 8. Relación de ARPSIs identificada en la EPRI 3.º ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.....	71

1 Introducción

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 (en adelante, Directiva de Inundaciones)** establece la necesidad de desarrollar herramientas para analizar y gestionar la problemática de las inundaciones, que constituyen el principal riesgo natural en la Unión Europea. Esta directiva fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante **Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación**.

El Real Decreto 903/2010 tiene como principales objetivos obtener un adecuado conocimiento y evaluación de los riesgos asociados a las inundaciones y lograr una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y la sociedad para reducir las consecuencias negativas de las inundaciones. Este Real Decreto establece, en su artículo 7, que los organismos de cuenca, en colaboración con las autoridades de Protección Civil de las comunidades autónomas y de la Administración General del Estado y otros órganos competentes de las comunidades autónomas, o las Administraciones competentes en las cuencas intracomunitarias, realizarán la evaluación preliminar del Riesgo de inundación, e integrarán la que elaboren las Administraciones competentes en materia de costas, para las inundaciones causadas por las aguas costeras y de transición. El mismo Real Decreto indica en su artículo 21 que la evaluación preliminar del riesgo de inundación se actualizará a más tardar el 22 de diciembre de 2018, y a continuación cada seis años.

La **Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI)** es un diagnóstico general de la problemática de las inundaciones en la demarcación y su objetivo fundamental es la delimitación de las denominadas **Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs)**, que son las zonas del territorio para las cuales existe un riesgo potencial de inundación significativo o en la cuales la materialización del riesgo puede considerarse probable. Este diagnóstico se hace a escala de **demarcación hidrográfica**. La EPRI es, por tanto, un documento de gran importancia porque define los ámbitos en los que se centran los dos hitos o fases posteriores del marco normativo en materia de evaluación y gestión del riesgo de inundación: los **Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación (MAPRI)** y el **Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI)**.

La aplicación de la Directiva de Inundaciones es un proceso periódico que se renueva en ciclos de seis años. En cada uno de estos ciclos se analiza de nuevo la problemática de inundaciones de la demarcación hidrográfica, de forma que las medidas de gestión sean lo más efectivas posibles.

1.1 Objeto y ámbito de aplicación

El objeto del presente documento es **revisar y actualizar la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental** con el fin de seleccionar las ARPSIs del tercer ciclo. Este trabajo consiste, fundamentalmente, en una revisión y comprobación de las ARPSIs definidas en el segundo ciclo de planificación. Asimismo, se analiza la posibilidad de definir nuevas ARPSI a la luz de la información generada desde la aprobación de la EPRI de segundo ciclo.

Puesto que se trata del tercer ciclo de aplicación de la Directiva, esta EPRI se ha centrado en la revisión de las ARPSIs ya designadas en ciclos anteriores, pasando después a analizar posibles casos que pudieran concretarse en la identificación y preselección de nuevos tramos de ARPSI siguiendo las metodologías ya desarrolladas en el anterior ciclo.

La tabla siguiente describe el ámbito de aplicación de la EPRI, tal y como se define en la normativa:

Directiva 2007/60/CE (Artículo 2)	Real Decreto 903/2010 (Artículo 2)
<i>Anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos por agua. Esta definición incluye las inundaciones ocasionadas por ríos, torrentes de montaña, corrientes de agua intermitentes del Mediterráneo y las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras, y puede excluir las inundaciones de las redes de alcantarillado</i>	<i>Las disposiciones contenidas en este real decreto serán de aplicación a las inundaciones ocasionadas por desbordamiento de ríos, torrentes de montaña y demás corrientes de agua continuas o intermitentes, así como las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras y las producidas por la acción conjunta de ríos y mar en las zonas de transición</i>

Tabla 1. Ámbito de aplicación de la EPRI

Aunque el ámbito de las ARPSIs se ciñe a las zonas inundables por el desbordamiento de corrientes de agua y las causadas por el mar en las zonas costeras, también se incluyen las inundaciones de tipo pluvial, es decir, aquellas causadas directamente por las precipitaciones, excluyendo las relacionadas con las redes de alcantarillado.

Durante la implantación de esta Directiva, a partir de los trabajos de coordinación de la Comisión Europea, se han identificado los posibles orígenes o fuentes de las inundaciones, normalmente derivadas de episodios de altas precipitaciones, que pueden dar lugar a daños *in situ* o provocar el desbordamiento de cauces y otras corrientes de agua cuando alcanzan valores importantes en la cuenca hidrográfica, asociadas o no a la fusión nival, a la gestión de las infraestructuras hidráulicas de la cuenca, y en las zonas cercanas al mar, las debidas a la entrada del mar en las zonas costeras en episodios de temporales marítimos. En la práctica, salvo en las inundaciones exclusivamente marinas, el resto de las inundaciones pueden actuar conjuntamente en un episodio de inundación, agravando los efectos de las inundaciones.

En este documento se estudian las inundaciones derivadas del desbordamiento de ríos y otros cauces o corrientes (inundaciones fluviales) incorporando en ellas la gestión de las infraestructuras hidráulicas, las inundaciones debidas a episodios de lluvias intensas (inundaciones pluviales) que pueden derivar en inundaciones fluviales especialmente en corrientes de pequeña magnitud y las inundaciones debidas al mar, todo ello en los términos del Real Decreto 903/2010.

De acuerdo con lo anterior, no son de aplicación en el marco de la Directiva 2007/60/CE, las inundaciones derivadas de la incapacidad de las redes de alcantarillado, que se rigen por las normativas específicas de las administraciones de urbanismo y ordenación del territorio, ni las derivadas de la rotura o mal funcionamiento de presas, que se rigen por lo establecido en el Título VII, “de la seguridad de presas, embalses y balsas” del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH). Tampoco son de aplicación las inundaciones derivadas de tsunamis y maremotos, que se rigen por el Real Decreto 1053/2015, de 20 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de maremotos.

Siguiendo el mismo procedimiento administrativo, derivado del artículo 7 del citado RD 903/2010, el resultado de la actualización y revisión de la evaluación preliminar del riesgo de inundación se someterá a consulta pública durante un plazo mínimo de tres meses. Una vez analizadas las alegaciones, se someterá a informe del Comité de Autoridades Competentes de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico en el ámbito competencial de cuencas intercomunitarias del Estado (Real Decreto 126/2007, de 2 de febrero) y de la Asamblea de Usuarios de la Agencia Vasca del Agua en el ámbito competencial de las cuencas internas del País Vasco (Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas). La EPRI será sometida a informe por parte de las autoridades de Protección Civil (Consejo Nacional de Protección Civil y Comisión de Protección Civil de Euskadi para los ámbitos de cuencas intercomunitarias y cuencas intracomunitarias, respectivamente). Finalmente, la EPRI será remitida al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y aprobada mediante sendas resoluciones de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y de la Dirección General de la Agencia Vasca del Agua en los ámbitos competenciales del Estado y de la Comunidad Autónoma del País Vasco, respectivamente.

Posteriormente, tal y como se indica en el artículo 22 del Real Decreto 903/2010, las revisiones y actualizaciones se remitirán a la Comisión Europea en un plazo de tres meses a partir de la fecha indicada en el artículo 7 – apartado 8. En el caso del 3.^{er} ciclo, la información deberá remitirse a la Comisión antes del 22 de marzo de 2025.

El presente documento se compone de los siguientes apartados:

- **Introducción:** motivación y antecedentes de los trabajos.
- **Metodología general para la revisión y actualización de la EPRI:** descripción de los aspectos metodológicos seguidos en la revisión y actualización de la EPRI y en la propuesta de ARPSIs.
- **Resumen de las inundaciones ocurridas en el periodo 2019-2024:** descripción de

las inundaciones que han tenido lugar desde la aprobación de la EPRI del segundo ciclo y una evaluación del impacto de las inundaciones pasadas.

- **Incidencias del cambio climático en el riesgo de inundación:** análisis de los posibles efectos que el cambio climático pueda tener en el riesgo de inundación de la demarcación y en la revisión y actualización de la EPRI.
- **Resultados y propuesta de actualización de las ARPSIs:** presentación de los resultados obtenidos y propuesta de las ARPSIs del tercer ciclo.
- **Consulta pública:** donde se incluirán los resultados de la consulta pública efectuada.
- **Documentación y bibliografía**
- **Anexos**
 - Anexo 1: Registro de eventos de inundación
 - Anexo 2: Mapas
 - Anexo 3: Fichas de las ARPSIs

1.2 Marco normativo

La revisión y actualización de la EPRI está motivada por la Directiva 2007/60/CE, que como se ha comentado anteriormente, está transpuesta a la normativa estatal mediante Real Decreto 903/2010. La tabla siguiente resume los documentos que han sido aprobados en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental en el marco de la implementación de esta normativa:

DOCUMENTO	APROBACIÓN
Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI)	<u>Primer ciclo</u> Resolución de 13 de diciembre de 2011, del Director General de la Agencia Vasca del Agua, por la que se aprueba el documento de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) en el ámbito de competencia autonómica del País Vasco de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Aprobación de 14 de diciembre de 2011, de la Directora General del Agua, por la que se aprueba el documento de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (ámbito intercomunitaria).
	<u>Segundo ciclo</u> Resolución de 13 de marzo de 2019, del Director General de la Agencia Vasca del Agua, por la que se aprueba el documento de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) del segundo ciclo en el ámbito de competencias autonómicas del País Vasco de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Resolución de 12 de abril de 2019, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se aprueba la revisión y actualización de la Evaluación Preliminar de Riesgo de Inundación de las Demarcaciones Hidrográficas Intercomunitarias.
Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación (MAPRI)	<u>Primer ciclo</u> Informe favorable del Comité de Autoridades Competentes a los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental en el ámbito de competencias del Estado, con fecha 17 de marzo de 2015. Informe favorable de la Asamblea de Usuarios, de 19 de diciembre de 2013.
	<u>Segundo ciclo</u> Informe favorable del Comité de Autoridades Competentes a los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental en el ámbito de competencias del Estado, con fecha 27 de febrero de 2020. Informe favorable de la Asamblea de Usuarios, de 12 de marzo de 2020 a los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental en el ámbito intracomunitario.
Planes de Gestión del Riesgo de inundación (PGRI)	<u>Primer ciclo</u> Real Decreto 20/2016, de 15 de enero, por el que se aprueban los Planes de gestión del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental y de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.
	<u>Segundo ciclo</u> Real Decreto 197/2023, de 21 de marzo, por el que se aprueba la revisión y actualización del plan de gestión del riesgo de inundación de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

Tabla 2. Documentos de implementación de la Directiva de Inundaciones en la demarcación

La aprobación de estos documentos fue precedida de diferentes procesos públicos con el objetivo de dar a conocer su contenido y fomentar la participación de los agentes implicados. Las EPRI y MAPRI fueron sometidos a sendas consultas públicas de tres meses. Por otro lado, los PGRI fueron sometidos también a información pública durante un plazo de tres meses en los dos ciclos de planificación.

Toda la información relativa a los ciclos primero y segundo de aplicación de la Directiva de Inundaciones está disponible en los portales web de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico¹ y de la Agencia Vasca del Agua².

La Directiva de Inundaciones guarda una estrecha relación con la Directiva 2000/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA). La Directiva de Inundaciones y la DMA se encuentran estrechamente relacionadas, no solo en los tiempos y forma de aprobación de los documentos que las componen, sino también en los objetivos ambientales y en su desarrollo normativo. Por un lado, las medidas del PGRI deben ser compatibles con los objetivos establecidos por la Directiva Marco del Agua para la conservación y mejora del estado ecológico de las masas de agua. Por otro lado, los calendarios de implantación de ambas directivas han de coordinarse, tal y como se muestra en la siguiente figura.

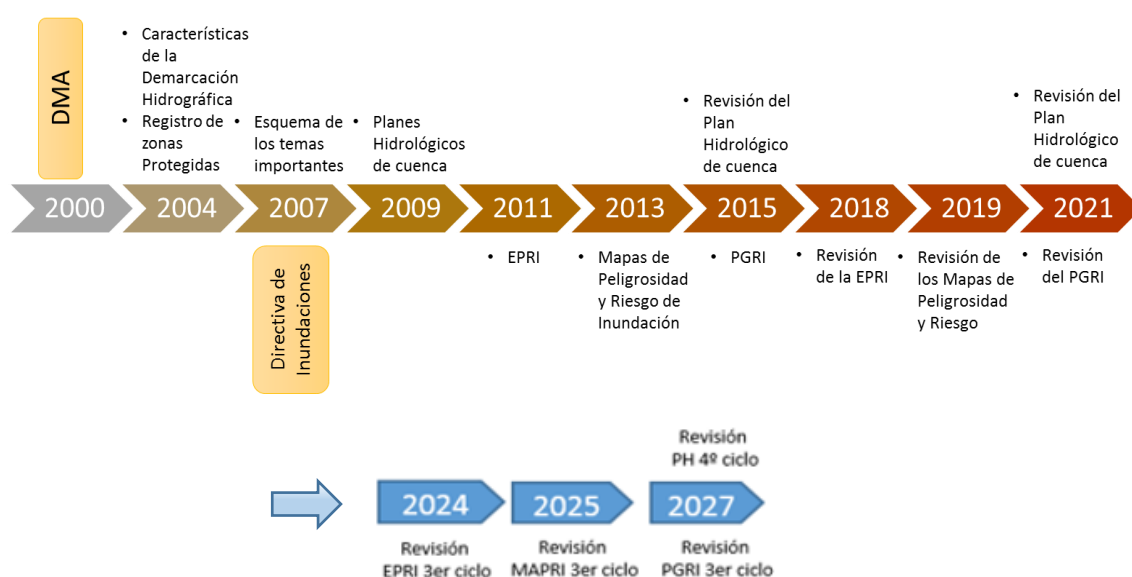


Figura 1. Cronograma de los hitos principales de la DMA y de la Directiva de Inundaciones

La aprobación de la Directiva de Inundaciones se produjo cuando ya estaba en marcha la implantación del primer ciclo de la DMA. Los trabajos de implantación de la Directiva de Inundaciones comenzaron tras la aprobación de los Planes Hidrológicos del primer ciclo de

¹ <https://www.chcantabrico.es/gestion-cuencas/inundabilidad/evaluacion-gestion-riesgos-inundacion>

² <http://www.uragentzia.euskadi.eus/gestion-de-la-inundabilidad-en-la-cav/u81-000341/es/>

planificación y la aprobación del PGRI coincidió con la primera revisión del Plan Hidrológico, al igual que en el segundo ciclo, en el que los calendarios de ambas directivas se coordinaron. Finalmente, la revisión del PGRI coincidirá con las sucesivas revisiones del Plan Hidrológico. El calendario de revisión de los tres documentos que componen la Directiva de Inundaciones es el siguiente:

- 1) La evaluación preliminar de riesgo de inundaciones se revisará y se actualizará a más tardar el 22 de diciembre de 2018, y a continuación cada seis años.
- 2) Los mapas de peligrosidad por inundaciones y los mapas de riesgo de inundación se revisarán, y si fuese necesario, se actualizarán a más tardar el 22 de diciembre de 2019 y, a continuación, cada seis años.
- 3) Los planes de gestión del riesgo de inundación se revisarán y se actualizarán a más tardar el 22 de diciembre de 2021 y, a continuación, cada seis años.

La implementación de la Directiva de Inundaciones y del Real Decreto 903/2010 ha motivado, durante los últimos años, varias actualizaciones del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas):

- El **Real Decreto 9/2008** creó el **Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables** (SNCZI)³, que engloba todos los estudios de inundabilidad elaborados por el Ministerio de Medio Ambiente y sus organismos de cuenca, en colaboración con las correspondientes comunidades autónomas y, en su caso, con las administraciones locales afectadas. El SNCZI constituye la herramienta básica de coordinación de la información cartográfica de inundaciones, por lo que integra todos los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación de la demarcación. La cartografía del SNCZI está coordinada con la cartografía de los visores de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico⁴ y de la Agencia Vasca del Agua⁵.
- El **Real Decreto 9/2008** introdujo también algunas novedades técnicas relevantes en relación con la zonificación del espacio inundable. Por un lado, se creó el concepto de **zona de flujo preferente**, que delimita el espacio fluvial en el que se registran condiciones de calado y velocidad por encima de unos determinados umbrales y cuya preservación resulta fundamental para que no se produzca un empeoramiento de la inundabilidad en el entorno. El Real Decreto 9/2008 también completó el concepto de **cauce**, que pasó de tener una definición estrictamente hidráulica a incorporar otros criterios de tipo geomorfológico e histórico.
- El **Real Decreto 638/2016** introdujo una serie de medidas preventivas para la

³ <https://sig.mapama.gob.es/snczi/>

⁴ <https://nodoide.chcantabrico.es/sigweb/index.html>

⁵ <https://www.uragentzia.euskadi.eus/visor-de-informacion-geografica-de-la-agencia-vasca-del-agua/webura00-minima/es/>

limitación de usos, obras y construcciones en zonas inundables.

- El **Real Decreto 665/2023** introdujo el procedimiento para la elaboración e integración de cartografía de zonas inundables en el SNCZI.

Por otro lado, la **Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética**, tiene por objeto establecer medidas para la mitigación y adaptación al cambio climático. Esta ley establece la necesidad de integrar el cambio climático en la planificación y gestión hidrológica con el fin de gestionar los riesgos derivados de este fenómeno, incluyendo los riesgos relacionados con las avenidas y la subida del nivel del mar.

A continuación, se cita el resto de la normativa relacionada:

- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (RPH), en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas y modificaciones realizadas con posterioridad.
- Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, aprobada por el Consejo de Ministros en su reunión del día 9 de diciembre de 1994.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas y posteriores modificaciones.
- Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas y sus modificaciones.
- Resolución de 2 de agosto de 2011, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 29 de julio de 2011, por el que se aprueba el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.
- Ley 17/2015, de 9 de julio del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.
- Real Decreto 197/2023, de 21 de marzo, por el que se aprueba la revisión y actualización del plan de gestión del riesgo de inundación de la parte española de la demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental.
- Plan Especial de Emergencias ante el Riesgo de Inundaciones de la CAPV.
- Plan Especial de Emergencia ante el Riesgo de Inundaciones de la Comunidad Foral de Navarra
- Plan de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en Castilla y León (INUNCyl)
- Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas.

Desde el inicio de los trabajos del primer ciclo, los organismos de cuenca y comunidades autónomas han trabajado de forma coordinada a través del denominado Grupo Español de Inundaciones, coordinado por la **Dirección General del Agua (DGA)**. Forman parte de este grupo tanto la Confederación Hidrográfica del Cantábrico como la Agencia Vasca del Agua,

las dos administraciones responsables de la elaboración de los documentos de la Directiva de Inundaciones en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Este grupo de trabajo ha coordinado los trabajos de implementación de la Directiva de Inundaciones a lo largo de todo el primer y segundo ciclo de planificación, estableciendo criterios y metodologías comunes. De cara a la revisión y actualización de la EPRI, el Grupo Español de Inundaciones ha realizado un especial esfuerzo para avanzar en el análisis de los posibles efectos del cambio climático en la inundabilidad.

1.3 Ámbito territorial

El Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, define la extensión geográfica de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, en cumplimiento de las prescripciones de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE). Esta Demarcación Hidrográfica comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos que vierten al mar Cantábrico desde la cuenca del Barbadun hasta la del Oiartzun, incluyendo la intercuenca entre la del arroyo de La Sequilla y la del río Barbadun, así como todas sus aguas de transición y costeras, y el territorio español de las cuencas de los ríos Bidasoa, incluyendo sus aguas de transición, Nive y Nivelles. Las aguas costeras tienen como límite oeste la línea de orientación 2 que pasa por Punta del Covarón y como límite este la frontera entre el mar territorial de España y Francia.

La parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental engloba territorios pertenecientes a la Comunidad Foral de Navarra y las Comunidades Autónomas del País Vasco y de Castilla y León. La planificación hidrológica y la gestión del agua en esta demarcación se realiza de forma coordinada entre la Administración General del Estado, a través de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico en las cuencas intercomunitarias, y la Comunidad Autónoma del País Vasco en las cuencas internas del País Vasco, a través de la Agencia Vasca del Agua, administración hidráulica competente según la Ley de Aguas del País Vasco de 23 de junio de 2006.

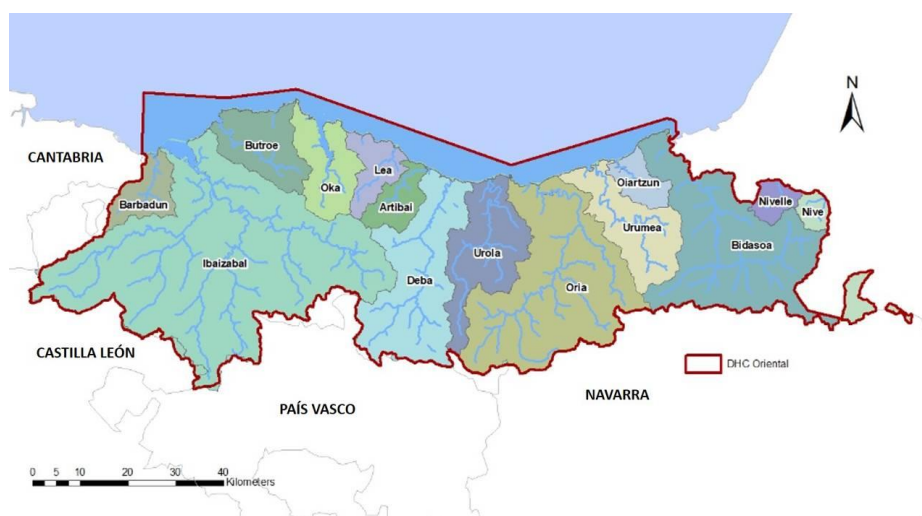


Figura 2. Ámbito geográfico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

Las cuencas hidrográficas que forman esta demarcación son relativamente pequeñas y se caracterizan por un relieve abrupto, lo que da lugar a una respuesta rápida de las avenidas frente a episodios de precipitaciones intensas. La demarcación incluye también 209 km de costa cantábrica incluyendo varios estuarios en los que se ubican las principales áreas inundables del litoral.

De acuerdo con sus respectivas competencias, la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y la Agencia Vasca del Agua pretenden desarrollar y presentar de forma coordinada la EPRI de la Demarcación, para la que se ha adoptado una metodología de análisis similar y se han establecido criterios comunes de selección de las ARPSIs. Por lo tanto, el documento que aquí se presenta se encuentra consensuado y refrendado por ambos organismos y en su elaboración han participado activamente la Dirección de Atención de Emergencias de la Comunidad Autónoma del País Vasco y los Servicios de Protección Civil de Navarra y Castilla y León.

1.4 Resultados de la EPRI del primer ciclo y segundo ciclo

La **EPRI del primer ciclo** de la parte española de la Demarcación Hidrográfica (DH) del Cantábrico Oriental analizó de forma conjunta el riesgo de inundación en el dominio fluvial, en la zona de transición fluvial-litoral y en la franja costera. El resultado final de este análisis fue la definición de un total de 92 ARPSIs en todo el ámbito de la demarcación, de las cuales 81 se corresponden con ARPSIs puramente fluviales, 8 son ARPSIs de transición fluvial-costero y, finalmente, 3 ARPSIs tienen un carácter costero.

La distribución de las 92 ARPSIs identificadas en la DH del Cantábrico Oriental en la EPRI del 1.^{er} ciclo, por Comunidades Autónomas, fue la siguiente:

- País Vasco (76)
- Navarra (15)
- Castilla León (1)

La EPRI del primer ciclo advertía que los tramos de la red fluvial y del litoral no catalogados como ARPSIs no presentaban un riesgo de inundación nulo. Si bien el riesgo de inundación de estas zonas estaba por debajo del umbral considerado para la definición de ARPSIs, seguía existiendo en ellas un riesgo residual significativo, por lo que debían ser objeto de análisis más detallado en futuros ciclos de implantación de la Directiva de Inundaciones.

La **EPRI del segundo ciclo** de la parte española de la DH del Cantábrico Oriental realizó los siguientes cambios en las ARPSIs definidas en el primer ciclo:

- Creación de una nueva ARPSI: ES017-BIZ-OKA-04 (Muxika)
- Ampliación del ARPSI ES017-GIP-15-3 (Andoain) para incluir el tramo inferior de arroyo Ziako.

- Extensión de las ARPSIs ES017-GIP-15-1 y ES017-GIP-15-2 para incluir las zonas urbanas inundables de los términos municipales de Anoeta e Irura en el ARPSI ES017-GIP-15-1, así como la zona industrial de Usabal (Tolosa), en el ARPSI ES017-GIP-15-2.
- Ampliación del ARPSI ES017-BIZ-2 (Igorre) para incluir el núcleo urbano de Dima.
- Ampliaciones menores para incluir zonas vulnerables adyacentes en las ARPSIs ES017-BIZ-12-1, ES017-BIZ-12-2, ES017-BIZ-7-1, ES017-BIZ-9-4, ES017-GIP-14-1, ES017-GIP-14-2, ES017-GIP-14-3, ES017-GIP-15-1, ES017-GIP-15-3, ES017-GIP-16-2.
- Fusión del ARPSI ES017-GIP-BID-01 en el ARPSI ES017-GIP-4-1.

La revisión y actualización de la EPRI de segundo ciclo incluyó un análisis de dos factores importantes que no fueron estudiados con la suficiente precisión en el primer ciclo: las **inundaciones pluviales** y los **posibles efectos del cambio climático**. Se concluyó que ninguno de estos factores justificaba la creación de ninguna ARPSI nueva ni la modificación de las ya existentes.

En consecuencia, en la EPRI del segundo ciclo se definieron un total de 92 ARPSIs, repartidas en las Comunidades Autónomas de País Vasco (76), Navarra (15) y Castilla y León (1). De estas 92 ARPSIs, 83 tenían un carácter exclusivamente fluvial, 6 se correspondían con zonas de transición fluvial-costero y 3 tenían un carácter puramente costero. No se incluyó ningún ARPSI de origen pluvial.

En la siguiente figura se muestra la localización geográfica de las ARPSIs definidas en ambos ciclos en la parte española de la DH del Cantábrico Oriental.

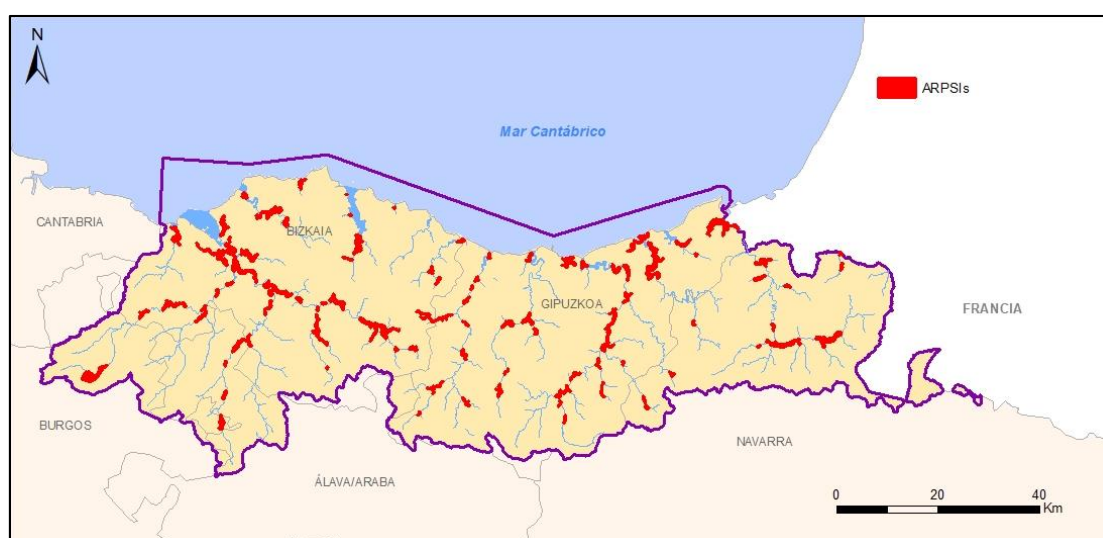


Figura 3. Localización de ARPSIs en la DH del Cantábrico Oriental

A continuación, se muestra una tabla donde se resume la trazabilidad de las ARPSIs de la demarcación, con el ciclo en el que se definieron y los cambios producidos.

CÓDIGO ARPSI	CICLO	ORIGEN	CÓDIGO ARPSI	CICLO	ORIGEN
ES017-ALA-10-2	1	Fluvial	ES017-NAV-11-1	1	Fluvial
ES017-ALA-10-3	1	Fluvial	ES017-NAV-12-1	1	Fluvial
ES017-BIZ-2-1	1	Fluvial	ES017-NAV-12-2	1	Fluvial
ES017-BIZ-2-2	1	Fluvial	ES017-BIZ-ART-01	1	Fluvial
ES017-BIZ-5-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-ART-02	1	Fluvial
ES017-BIZ-6-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-ART-03	1	Fluvial
ES017-BIZ-7-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-BAR-01	1	Fluvial
ES017-BIZ-7-2	1	Fluvial	ES017-BIZ-BUT-01	1	Fluvial
ES017-BIZ-7-3	1	Fluvial	ES017-BIZ-BUT-02	1	Fluvial
ES017-BIZ-8-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-BUT-03	1	Fluvial
ES017-BIZ-8-2	1	Fluvial	ES017-BIZ-BUT-04	1	Fluvial
ES017-BIZ-9-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-DEB-05	1	Fluvial
ES017-BIZ-9-2	1	Fluvial	ES017-BIZ-IBA-01	1	Fluvial / Marina
ES017-BIZ-9-3	1	Fluvial	ES017-BIZ-IBA-02	1	Fluvial
ES017-BIZ-9-4	1	Fluvial	ES017-BIZ-IBA-03	1	Fluvial
ES017-BIZ-10-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-IBA-04	1	Fluvial
ES017-BIZ-11-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-IBA-05	1	Fluvial
ES017-BIZ-12-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-LEA-01	1	Fluvial
ES017-BIZ-12-2	1	Fluvial	ES017-BIZ-OKA-01	1	Fluvial
ES017-BIZ-12-3	1	Fluvial	ES017-BIZ-OKA-02	1	Fluvial
ES017-GIP-1-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-OKA-03	1	Fluvial
ES017-GIP-3-1	1	Fluvial	ES017-BIZ-OKA-04	2	Fluvial
ES017-GIP-13-1	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-01	1	Fluvial / Marina
ES017-GIP-13-2	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-02	1	Fluvial
ES017-GIP-14-1	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-03	1	Fluvial
ES017-GIP-14-2	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-04	1	Fluvial
ES017-GIP-14-3	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-06	1	Fluvial
ES017-GIP-15-1	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-07	1	Fluvial
ES017-GIP-15-2	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-08	1	Fluvial
ES017-GIP-15-3	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-09	1	Fluvial
ES017-GIP-16-1	1	Fluvial	ES017-GIP-DEB-10	1	Fluvial
ES017-GIP-16-2	1	Fluvial	ES017-GIP-OIA-01	1	Fluvial
ES017-GIP-17-1	1	Fluvial	ES017-GIP-OIA-02	1	Fluvial
ES017-BUR-2-1	1	Fluvial	ES017-GIP-ORI-01	1	Fluvial
ES017-NAV-1-2	1	Fluvial	ES017-GIP-ORI-02	1	Fluvial / Marina
ES017-NAV-1-1	1	Fluvial	ES017-GIP-ORI-03	1	Marina
ES017-NAV-2-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URO-01	1	Fluvial / Marina
ES017-NAV-3-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URO-02	1	Fluvial
ES017-NAV-4-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URO-03	1	Fluvial
ES017-NAV-5-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URO-04	1	Fluvial

CÓDIGO ARPSI	CICLO	ORIGEN	CÓDIGO ARPSI	CICLO	ORIGEN
ES017-NAV-5-2	1	Fluvial	ES017-GIP-URO-05	1	Fluvial
ES017-NAV-6-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URO-06	1	Fluvial
ES017-NAV-7-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URU-01	1	Fluvial / Marina
ES017-NAV-8-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URU-02	1	Fluvial
ES017-NAV-9-1	1	Fluvial	ES017-GIP-URU-03	1	Marina
ES017-NAV-10-1	1	Fluvial			
ES017-GIP-BID-01	1	Fluvial / Marina	Este ARPSI desaparece en el segundo ciclo al integrarse en el ARPSI ES017-GIP-4-1		

Tabla 3. Relación de ARPSIs en la DH del Cantábrico Oriental

1.5 Recomendaciones de la Comisión Europea para la EPRI del 3.^{er} ciclo

Uno de los objetivos básicos de la Directiva Europea 2007/60/CE es establecer una acción coordinada y concertada a nivel comunitario de la gestión de los riesgos de inundación, lo que supone un valor añadido considerable y mejora el grado general de protección contra las inundaciones.

La Directiva de Inundaciones establece unos mecanismos para la entrega a la Comisión Europea, por parte de los Estados miembros, de la documentación elaborada en cada una de las tres fases (EPRI, MAPRI y PGRI). De acuerdo con lo indicado en el artículo 15 de la Directiva, la evaluación preliminar del riesgo de inundación deberá remitirse a la Comisión en un plazo de tres meses a partir de las fechas establecidas para su finalización. En el caso del segundo ciclo, esta fecha fue el 22 de diciembre de 2018, según se especifica en el artículo 14.1 de la propia Directiva.

Tras analizar la información aportada por los Estados miembros relativa a la EPRI de segundo ciclo y la selección de ARPSIs, la Comisión Europea emitió un informe general de todo el proceso en el conjunto de la Unión, y unos informes individualizados por país, en los que se ponen de manifiesto los aspectos más destacables de los documentos entregados y se emiten una serie de recomendaciones de cara al desarrollo del segundo ciclo de la Directiva⁶. En el caso de España, el informe de la EPRI de segundo ciclo se basa fundamentalmente en la documentación de trece Demarcaciones Hidrográficas: ES010 (Miño-Sil), ES014 (Galicia-Costa), ES030 (Tajo), ES050 (Guadalquivir), ES060 (Cuencas Mediterráneas de Andalucía), ES063 (Guadalete-Barbate), ES064 (Tinto-Odiel-Piedras), ES070 (Segura), ES091 (Ebro), ES100 (Cuencas Internas de Cataluña), ES122 (Fuerteventura), ES123 (Lanzarote) and

⁶ European Commission, Directorate-General for Environment, Assessment of Second Cycle Preliminary Flood Risk Assessments and Identification of Areas of Potential Significant Flood Risk under the Floods Directive – Member State – Spain, Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/376058>

ES125 (La Palma). En el resto de Demarcaciones Hidrográficas, incluyendo la DH del Cantábrico Oriental, la documentación es analizada con un grado de detalle menor.

A continuación, se hace un resumen de las principales conclusiones del informe de la Comisión Europea respecto de las EPRI de segundo ciclo de las demarcaciones hidrográficas españolas, con algunas puntualizaciones sobre el caso particular de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental:

1. Desde el punto de vista metodológico, las autoridades estatales garantizan la aplicación de la Directiva de Inundaciones, estableciendo una serie de directrices, seguidas rigurosamente por los organismos de cuenca. Toda la información necesaria ha sido reportada a la Comisión.
2. Se ha realizado una EPRI para cada demarcación hidrográfica, elaborándose mapas a una escala adecuada, incluidos los límites de las cuencas fluviales y las zonas costeras, cuando procede. Estos mapas muestran la topografía y, no en todos los casos, el uso del suelo. Podrían incluirse las potenciales extensiones de inundación y de acumulación de flujo, así como evaluar claramente los impactos adversos que se han supuesto.
3. Todos los tipos de inundación requeridos por el artículo 2.1. de la Directiva han sido incluidos en la evaluación.
4. Todos los aspectos requeridos en el artículo 4 de la Directiva han sido considerados en las EPRI. Desde el punto de vista metodológico, se ha desarrollado e implementado una sistemática para identificar las inundaciones pasadas que tuvieron impactos adversos significativos y para detectar las inundaciones importantes pasadas que, de repetirse, podrían tener efectos adversos importantes, así como potenciales inundaciones futuras. Sin embargo, sería conveniente ahondar en la homogeneización de criterios para su selección y recogerlos en los documentos de referencia correspondientes.
5. Para la consideración de la potencial influencia del cambio climático sobre el riesgo de inundación, se ha llevado a cabo un importante estudio a nivel nacional con el apoyo de distintos sectores (administraciones hidráulicas, grupos científicos, etc.).
6. La coordinación internacional con Francia se rige por el Acuerdo de Toulouse.
7. Es necesario mejorar la documentación presentada y los criterios para la definición de las ARPSIs que se describe en los puntos a, b, c y d del Artículo 4.2 de la Directiva de Inundaciones:

Punto a. *“Mapas de la demarcación hidrográfica, a la escala adecuada, que presenten los límites de las cuencas y subcuencas hidrográficas y, cuando existan, las zonas costeras, y que muestren la topografía y los usos del suelo”.* En la presente EPRI se ha mejorado el contenido de la cartografía para garantizar que se facilita toda esta información.

Punto b. *“Una descripción de las inundaciones ocurridas en el pasado que hayan tenido impactos negativos significativos para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica y que tengan una probabilidad significativa de volver a producirse, con una indicación de la extensión y las vías de evacuación de dichas inundaciones y una evaluación de las repercusiones negativas que hayan provocado”.* **En el caso particular de la DH del Cantábrico Oriental, el informe destaca que la EPRI no detalla el tipo de impacto adverso ocasionado por los episodios de inundación: económicos, patrimonio, medio ambiente y salud humana. Este punto se ha solventado mediante un análisis de los impactos ocasionados por las inundaciones pasadas en base a la información de siniestralidad aportada por el Consorcio de Compensación de Seguros.**

Puntos c y d. En relación con los eventos futuros, la Directiva indica que los Estados miembros deberían proporcionar una descripción de las inundaciones pasadas significativas que no hayan supuesto impactos adversos significativos conocidos, pero cuya probabilidad de repetición en el futuro siga siendo relevante y sus consecuencias adversas sí podrían ser importantes, así como de las posibles inundaciones futuras con consecuencias adversas (sobre población, actividad económica, patrimonio cultural y medio ambiente), independientemente de la importancia, y teniendo en cuenta cuestiones como la topografía, los cursos de agua y sus características hidrológicas y geomorfológicas, infraestructuras de defensa, etc. **En el caso particular de la DH del Cantábrico Oriental, el informe destaca que la EPRI no detalla los mecanismos y características que pueden dar lugar a futuros episodios de inundación: desbordamientos, superación de defensas, etc. Para solventar este punto, se ha añadido esta información a las fichas de las ARPSIs.**

8. Como parte de la metodología para designar las ARPSIs, las zonas con riesgo potencial significativo de inundación, los Estados miembros deben especificar en su *reporting* los criterios seguidos para la determinación del riesgo de inundación significativo presente o futuro, los criterios para incluir o excluir áreas y cuáles son las consecuencias esperables para la salud humana, medio ambiente, patrimonio cultural y actividad económica. **En el caso particular de la DH del Cantábrico Oriental, el informe destaca que, si bien la afección a edificios es utilizada como un criterio para la determinación del riesgo significativo, este criterio no figura entre los efectos adversos de las inundaciones. En este sentido, conviene aclarar que en todas las ARPSIs de la demarcación las inundaciones (tanto pasadas como futuras) tienen un impacto significativo en la población. Se ha recalcado esta circunstancia en el inventario de inundaciones históricas y en las fichas de las ARPSIs.**
9. El artículo 14 de la Directiva de inundaciones exige realizar revisiones y actualizaciones de cada uno de los tres pasos para la gestión del riesgo de inundación y específicamente solicita que se tenga en cuenta la influencia del cambio climático en

la ocurrencia de las inundaciones. En la presente EPRI se describen diversos estudios que analizan el efecto del cambio climático en la inundabilidad y en la definición de ARPSIs.

1.6 Coordinación internacional

De acuerdo con el Real Decreto 125/2007, la cooperación entre España y Francia respecto a los ríos compartidos entre la DH del Cantábrico Oriental y el Distrito Adour-Garona se articula mediante acuerdos entre ambos países.

En febrero del año 2006 se firmó en Toulouse el Acuerdo Administrativo entre España y Francia sobre gestión del agua. A tal efecto, se consideró que, debido a la reducida longitud y escasa importancia de los cursos de agua que fluyen conjuntamente por Francia y España, y a la vista de las indicaciones citadas en el artículo 3 de la DMA, las autoridades competentes no estimaron necesario delimitar un distrito hidrográfico internacional ni instituir una Comisión internacional hidrográfica.

En su lugar, se acordó que los dos Estados realizasen una gestión del agua sostenible e integrada de los cursos de agua que fluyen por ambos países, trabajando de forma coordinada en la aplicación de las exigencias de la DMA y, por extensión, de la Directiva de Inundaciones. Para promover dicha coordinación entre administraciones, se crea un Comité de Coordinación encargado del seguimiento de la gestión de los cursos de agua transfronterizos.

La Directiva de Inundaciones establece que en la elaboración de las EPRI de las demarcaciones hidrográficas internacionales deben asegurarse un intercambio adecuado de información entre los estados afectados. Por otra parte, el Real Decreto 903/2010 describe en su artículo 20 la cooperación internacional necesaria para la aplicación de la Directiva de Inundaciones. En el caso de Francia, se establece que «se articularán mecanismos de cooperación y coordinación para alcanzar los objetivos de los planes de gestión del riesgo de inundación, incluyendo también los ríos que no se incluyen en las Demarcaciones Hidrográficas correspondientes a las cuencas hidrográficas compartidas con otros países».

La unidad de gestión hidrológica en la zona francesa que limita con la DH del Cantábrico Oriental es la cuenca Adour-Garonne, en cuya EPRI se definen 19 TRIs (*Territorie à risque important d'inondation*), equivalentes a las ARPSIs. Las cuencas de los ríos Bidasoa, Nivelle y Nive se encuentran afectadas por el TRI *Côtier Basque*, que abarca una amplia franja costera que incluye varias zonas estuarinas y tramos costeros afectados por inundaciones mixtas y costeras.

La EPRI del primer ciclo definió doce ARPSIs en las cuencas internacionales de la demarcación, de las cuales diez se encuentran dentro de la cuenca del Bidasoa y dos en la cuenca del río Nivelle. La mayor parte de las ARPSIs de la cuenca del Bidasoa se distribuyen por los tramos medio y alto de la cuenca, que se encuentra ubicada íntegramente dentro de territorio español. En cambio, el ARPSI ES017-GIP-BID-01, que afecta a las localidades de Irún y Hondarribia, se encuentra dentro del estuario del Bidasoa, donde las inundaciones son una problemática compartida con la orilla francesa, en la que se ubica la localidad de Hendaya,

afectada por el TRI *Côtier Basque*. Finalmente, las ARPSIs de la cuenca del río Nivelle afectan a las localidades de Urdax (ES017-NAV-1-1) y Dantxarinea (ES017-NAV-1-2), en la parte de cabecera de la cuenca. La parte baja de la cuenca del río Nivelle está también afectada por el TRI *Côtier Basque*.

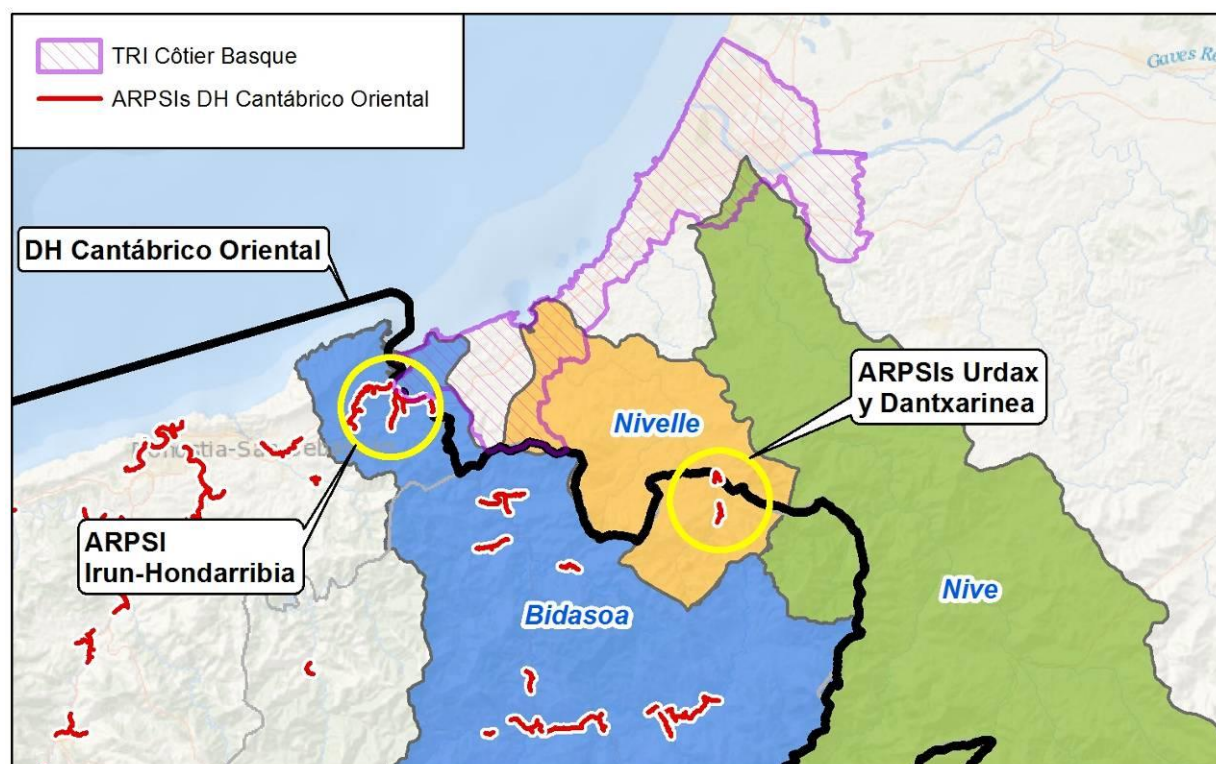


Figura 4. Relación entre ARPSIs y TRI en la parte internacional de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

Teniendo en cuenta todo lo anterior, **la zona más relevante de cara a la coordinación internacional en el marco de la Directiva de Inundaciones es el estuario del Bidasoa, donde existen dos zonas de riesgo potencial de inundación adyacentes (ARPSI ES017-GIP-BID-01y TRI *Côtier Basque*) para cuya gestión resultan recomendables medidas coordinadas.**

2 Metodología general para la revisión y actualización de la EPRI

De acuerdo con el ámbito de aplicación de las disposiciones establecidas en el RD 903/2010 como se ha comentado en el punto 1.1 de este documento, si bien los orígenes o fuentes de las inundaciones son variados, en el marco de la revisión y actualización de esta EPRI se han agrupado en las siguientes categorías:

- **Inundaciones fluviales:** derivadas del desbordamiento de ríos, torrentes de montaña y demás corrientes continuas o intermitentes, considerando la gestión de las infraestructuras hidráulicas existentes en la cuenca. Estas inundaciones producen daños importantes, no solo por el calado y velocidad del agua, sino también por el transporte de sedimentos y otros materiales arrastrados por la corriente. No se incluye en esta categoría las posibles inundaciones derivadas de la rotura o mal funcionamiento de las mismas que se rigen por lo establecido en el Título VII del RDPH.
- **Inundaciones pluviales:** son aquellas que se producen debido a altas intensidades de precipitación, las cuales pueden provocar daños “in situ” y pueden evolucionar y derivar, a su vez, en inundaciones significativas cuando la escorrentía se concentra en corrientes de pequeña magnitud, produciendo desbordamientos. Como se ha comentado con anterioridad, de acuerdo al ámbito de aplicación del RD 903/2010, no se incluyen en esta categoría ni las inundaciones derivadas de problemas exclusivamente de falta de capacidad de las redes de alcantarillado urbano ni aquellas que no se deriven del desbordamiento de una corriente continua o discontinua.
- **Inundaciones debidas al mar:** derivadas del incremento de la cota del mar en la costa y la consiguiente propagación aguas adentro en temporales marítimos. En este caso, igualmente, no se considera de aplicación en el marco de esta Directiva, por la baja probabilidad existente, las inundaciones producidas por un eventual tsunami o maremoto.

Como se ha expuesto anteriormente, en numerosas ocasiones, estos orígenes se solapan, Es decir, pueden producirse inundaciones pluviales conjuntamente con inundaciones fluviales, por ejemplo, en cauces intermitentes, de cuencas pequeñas o en episodios de alta torrencialidad. Lo mismo sucede en los episodios en cauces y corrientes cercanos al mar, en los que los efectos de las inundaciones dependen de la interacción entre el agua procedente de la lluvia, de los cauces y de los niveles del agua del mar que a su vez pueden condicionar la capacidad de desagüe de los cauces.

Es por ello que, aunque en este punto se traten los orígenes considerando estas categorías, en la práctica, salvo en las inundaciones exclusivamente marinas, el resto de orígenes pueden actuar conjuntamente y existen ARPSI con varios posibles orígenes de las inundaciones.

2.1 Inundaciones de origen fluvial

La mayor parte de las ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental están motivadas por inundaciones de tipo fluvial, así que la metodología para su definición y delimitación es la más relevante. A continuación, se describe la metodología utilizada para la definición de las ARPSIs fluviales del 1.º ciclo y para la revisión y actualización del 2.º ciclo. Finalmente, se describe la metodología desarrollada para la revisión y actualización correspondiente al 3.º ciclo.

2.1.1 Metodología empleada

La **metodología empleada en la EPRI del primer ciclo** de la DH del Cantábrico Oriental se basó en el seguimiento del esquema general contenido en la *“Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). Evaluación Preliminar del Riesgo”*, elaborada por el Ministerio.

El desarrollo metodológico de la EPRI del primer ciclo en la DH del Cantábrico Oriental es el más completo, dada la ausencia de información homogénea para toda la demarcación en ese momento. De forma resumida se relacionan las fases desempeñadas:

A) Ámbito intercomunitario

En el ámbito de competencia estatal de la DH del Cantábrico Oriental, la EPRI se desarrolló en 6 fases, siguiendo el esquema general recogido en la citada guía metodológica. Se puede apreciar que, si bien el esquema general es el mismo, las diferentes fases se han adaptado a las características de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y, especialmente, a la información disponible para llevar a cabo la EPRI:

- Fase 1: Recopilación y análisis de la información disponible
- Fase 2: Identificación de zonas de peligrosidad con los datos históricos y estudios previos
- Fase 3: Estimación de daños y valoración de impactos
- Fase 4: Identificación de zonas con riesgo potencial de inundación
- Fase 5: Análisis posibles modificaciones del riesgo debido a la implantación de obras de defensa o cambios de uso del suelo recientes o futuros.
- Fase 6: Definiciones de umbrales y selección de las áreas con riesgo potencial significativo.

B) Ámbito intracomunitario

En el ámbito intracomunitario la metodología para el desarrollo de la EPRI del primer ciclo incluía dos enfoques para la estimación del riesgo: analizar de forma cuantitativa los impactos de las inundaciones registradas en el pasado y analizar el grado de exposición actual. Los registros existentes en la demarcación no se consideraron suficientes para llevar a cabo un análisis histórico cuantitativo representativo del riesgo de inundabilidad actual, por lo que se

optó por el método de exposición empleando la información histórica como contraste de los resultados.

De forma resumida la definición de las ARPSIs en el ámbito competencial intracomunitario se basó en un análisis que respondía a las siguientes fases:

- Fase 1: Recopilación de información
- Fase 2: Definición de la red de análisis
- Fase 3: Evaluación de la peligrosidad
- Fase 4: Estimación de daños y valoración de impactos
- Fase 5: Definición de umbrales
- Fase 6: Priorización y selección de las ARPSIs.

La metodología empleada se explica de manera más ampliada en el apartado “4. *Metodología de análisis*” y resto de apartados del documento de la EPRI 1.^{er} ciclo de la DH del Cantábrico Oriental.

2.1.2 Revisión de las ARPSIs del 2.º ciclo

La **revisión y actualización de la EPRI del segundo ciclo** se elaboró contando con la metodología de la EPRI del primer ciclo y la información proporcionada por los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación de ese ciclo, así como otra información actualizada. A continuación, se sintetiza la metodología utilizada en la elaboración de la revisión y actualización de la EPRI del segundo ciclo.

- Validación de las ARPSIs definidas en el primer ciclo, tomando en consideración los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación del primer ciclo).
- Revisión de información histórica de eventos de inundación: Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH), base de datos del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), Datos SAI de la CH Cantábrico, Obras de emergencia y actuaciones de defensa, consulta Hemeroteca y otros).
- Recopilación de estudios previos (hidrológico-hidráulicos, geomorfológicos, etc.)
- Identificación de zonas con cambios en la inundabilidad.
- Tramos de interés de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, Protección Civil, otros organismos y por medio de otras fuentes.
- Análisis de si las medidas de gestión del riesgo de inundación contenidas en el PGRI justifican algún cambio en la delimitación de ARPSIs de la EPRI del primer ciclo
- Incidencia del cambio climático en el riesgo de inundación.

La metodología empleada en el segundo ciclo se explica de manera más ampliada en el documento de la EPRI 2.º ciclo de la DH del Cantábrico Oriental: Apartado “3. *Metodología general para la revisión y actualización de la EPRI*” del documento de la EPRI 2.º ciclo de la DH del Cantábrico Oriental.

Después de dos ciclos de planificación, las ARPSIs fluviales definidas en la DH del Cantábrico Oriental se han consolidado como una buena representación de las principales zonas en las que las inundaciones de tipo fluvial tienen un impacto significativo. De cara a la revisión y actualización de las ARPSIs fluviales del 3.º ciclo, se propone una metodología simplificada centrada en validar las ARPSIs ya definidas y localizar posibles zonas candidatas a nuevas ARPSIs. Este análisis se basa en tres criterios:

- 1) **Inundaciones históricas.** En primer lugar, se analiza la correspondencia entre las inundaciones más recientes documentadas en la demarcación (apartado 3.1) y los impactos registrados (apartado 3.2). el análisis de impactos recogido en el apartado 3.2. da cumplimiento a una de las recomendaciones de la Comisión Europea a la revisión y actualización de la EPRI (ver apartado 1.6). El análisis sobre el impacto de las inundaciones se ha centrado en evaluar la correspondencia espacial entre el impacto y las ARPSIs de la demarcación. Los resultados de este análisis se discuten en el apartado 5.1.
- 2) **Cambio climático.** En segundo lugar, se han revisado los trabajos realizados desde la EPRI de segundo ciclo en materia de cambio climático y se ha analizado si la mejora del conocimiento justifica alguna modificación de las ARPSIs vigentes. En el capítulo 4 se analiza la posible incidencia del cambio climático en las inundaciones y en el apartado 5.2 se discute su relevancia en relación con la definición de ARPSIs.
- 3) **Obras de defensa y otros cambios locales.** Finalmente, se ha analizado si, como consecuencia de obras de protección contra inundaciones u otras actuaciones locales, es necesario realizar cambios en las ARPSIs vigentes. Estos aspectos se discuten en el apartado 5.3.

2.2 Inundaciones de origen pluvial

En la EPRI del 2.º ciclo, se realizó un análisis específico del fenómeno de inundación pluvial con el fin de determinar si estaba justificada la incorporación de nuevas ARPSI de esta tipología o si era conveniente modificar las ya existentes. Este análisis constó de un estudio histórico, otro topográfico y una caracterización hidrometeorológica de la cuenca. La conjunción de estos tres análisis resultó en la identificación de las zonas con más riesgo de inundación pluvial. Esta metodología se encuentra explicada con mayor detalle en el apartado "3.2 Inundaciones de origen pluvial" del documento de Revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI 2.º ciclo) de la DH del Cantábrico Oriental.

En la revisión y actualización de la EPRI del 2.º ciclo se concluyó que, tomando en consideración el estudio de los eventos históricos, los aspectos topográficos e hidrometeorológicos y el conocimiento que se tiene del área de estudio, no había evidencias claras para la designación de ARPSIs de tipología pluvial.

A la vista de los resultados del ciclo anterior, para la revisión de las ARPSIs del 3.º ciclo se plantea una metodología basada, fundamentalmente, en la revisión de los episodios de inundación documentados y en el análisis de su correspondencia con las ARPSIs ya definida.

2.3 Inundaciones debidas al mar

En la EPRI del 1.º ciclo las ARPSIs de origen marino de la DH del Cantábrico Oriental se definieron en colaboración con el Centro de Estudios de Puertos y Costas, dependiente del CEDEX, y con la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. La metodología para la determinación de la peligrosidad se centró exclusivamente en un periodo de retorno de 500 años. La inundabilidad por mareas contempló no solo la componente astronómica y meteorológica sino también el valor del remonte medio, porque es un nivel que se sobrepasa aproximadamente la mitad del tiempo que dura un temporal. La inundabilidad por oleaje se relaciona con el efecto del remonte de las olas. Su influencia en estuarios y rías se limita, además, a una distancia a la desembocadura inferior a 10 veces su anchura.

En lo que respecta a la definición de los daños, se siguió una metodología similar a la empleada en ámbito fluvial a partir de la distribución de los impactos principales: población, bienes materiales y vías de comunicación y su agregación a celdas cuadradas de 4 has. Finalmente, se definieron 11 ARPSIs costeras, 8 de las cuales ya habían sido identificadas en el análisis de las zonas de transición desarrollado en la EPRI fluvial como consecuencia de la combinación de crecidas con mareas. Las 3 ARPSIs no coincidentes: Ondarroa, Zarautz Costa y Donostia Costa

Código ARPSI	Territorio histórico	Municipio/s	Tipo
ES017-BIZ-IBA-01	Bizkaia	Bilbao, Erandio y Barakaldo	Fluvial / Marino
ES017-BIZ-BUT-01	Bizkaia	Plentzia y Barrika	Fluvial / Marino
ES017-BIZ-ART-03	Bizkaia	Ondarroa y Berriatua	Marino
ES017-GIP-DEB-01	Gipuzkoa	Deba y Mutriku	Fluvial / Marino
ES017-GIP-URO-01	Gipuzkoa	Zumaia	Fluvial / Marino
ES017-GIP-ORI-01	Gipuzkoa	Zarautz	Marino
ES017-GIP-ORI-02	Gipuzkoa	Aia y Orio	Fluvial / Marino
ES017-GIP-URU-01	Gipuzkoa	Donostia – San Sebastián	Fluvial / Marino
ES017-GIP-URU-03	Gipuzkoa	Donostia – San Sebastián	Marino
ES017-GIP-OIA-01	Gipuzkoa	Oiartzun y Errenteria	Fluvial / Marino
ES017-GIP-BID-01	Gipuzkoa	Irun y Hondarribia	Fluvial / Marino

Tabla 4. ARPSIs marinas en la DH del Cantábrico Oriental

En la revisión y actualización de la EPRI del 2.º ciclo se concluyó que, tomando en consideración el estudio de los eventos históricos y el conocimiento que se tiene del área de estudio, no había evidencias claras para la designación de ARPSIs marinas.

3 Resumen de las inundaciones ocurridas en el periodo 2019-2024 y análisis de impactos

De acuerdo con el Real Decreto 903/2010, la EPRI debe incluir una descripción de las inundaciones ocurridas en el pasado que hayan tenido impactos negativos significativos para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural, la actividad económica y las infraestructuras asociadas a las inundaciones que tengan una probabilidad significativa de volver a producirse, con una indicación de su extensión y de las vías de evacuación de dichas inundaciones, y una evaluación de las repercusiones negativas que hayan provocado. Las EPRI de primer y segundo ciclo de la DH del Cantábrico Oriental resolvían este requerimiento mediante un resumen en la memoria de la EPRI y un anexo con un catálogo de inundaciones históricas. En la revisión de tercer ciclo de la EPRI se mantiene este planteamiento: en el apartado 1 del presente capítulo se resumen las inundaciones ocurridas desde la aprobación de la EPRI de segundo ciclo (es decir, para el periodo 2019-2024) y se actualiza el catálogo de inundaciones históricas del Anexo 1. Por otro, y con el fin de dar respuesta a las recomendaciones recogidas en el informe de la Comisión Europea a la EPRI de segundo ciclo, se ha llevado a cabo un análisis de los impactos producidos por las inundaciones en el pasado, que se describe en el apartado 2.

3.1 Resumen de inundaciones 2019-2024

El registro de inundaciones históricas aporta información relevante sobre la problemática de las inundaciones, pues muestra aspectos concretos de los procesos que intervienen durante estos episodios y permiten caracterizar periodos de tiempo superiores a los habitualmente registrados por los pluviómetros y estaciones de aforo. Sin embargo, esta información debe ser tratada con cautela, dado que su precisión no es homogénea a lo largo del territorio, tiene una importante componente de subjetividad y pierden valor cuando se producen cambios morfológicos en las zonas afectadas.

El análisis de las inundaciones históricas de la EPRI del primer ciclo se elaboró teniendo en cuenta, fundamentalmente, los siguientes documentos:

1. «Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas» (CNIH), desarrollado por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior.
2. «Cuenca del Norte de España Inundaciones Históricas y Mapa de Riesgos Potenciales», redactado por la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (CTEI), que entre los años 1983 y 1986 realizó el trabajo de recopilación y clasificación de información sobre episodios acaecidos en las distintas cuencas hidrográficas de la España peninsular.
3. «Plan Especial de Emergencias ante el riesgo de Inundaciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco» (Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología - 1999), que contiene información sobre diferentes episodios de inundación, en particular sobre las ocurridas en agosto de 1983. Este plan fue revisado y actualizado

en 2015 de forma coordinada con la implementación de los documentos del primer ciclo de la Directiva de Inundaciones en el ámbito territorial del País Vasco.

4. Información procedente de la hemeroteca y de diversas páginas web.

En la EPRI de segundo ciclo la actualización del registro de inundaciones se llevó a cabo del modo siguiente:

1. Se incorporó la información procedente de la versión *online* del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas. Aunque esta versión del CNIH no incluía registros nuevos con respecto a la versión anterior, incorporaba la posibilidad de realizar búsquedas geográficas, mejorando así la capacidad de análisis de la información.
2. Se incorporó la información sobre inundaciones históricas contenida en los informes de seguimiento del PGRI de años anteriores.
3. Se añadieron nuevos episodios de inundación teniendo en cuenta, por un lado, el registro de avenidas en las estaciones de aforo y, por otro, información de hemeroteca.

El catálogo de inundaciones históricas del tercer ciclo se basa en el catálogo del segundo ciclo, con las siguientes actualizaciones:

1. Se incorpora la información sobre inundaciones históricas contenida en los informes de seguimiento del PGRI de años anteriores.
2. Se incorpora la información generada en el estudio «Caracterización y análisis del riesgo por inundaciones en las cuencas de Euskadi», que incluye un análisis de los partes de inundaciones tramitados por el Consorcio de Compensación de Seguros durante el periodo 2001-2021.
3. Se añaden nuevos episodios de inundación teniendo en cuenta, por un lado, el registro de avenidas en las estaciones de aforo y, por otro, información de hemeroteca.

Entre los años 2019 y 2024 se han registrado 17 episodios de inundación de suficiente entidad como para ser incluidos en este registro. A continuación, se hace un listado resumido, por orden cronológico, de todos los episodios de inundación registrados en la demarcación durante este periodo de tiempo. El Anexo 1 incluye estos episodios, junto con el resto de los registros históricos de la demarcación anteriores a 2019.

FECHAS	ZONAS AFECTADAS
23 y 24 de enero de 2019	Río Oiartzun: desbordamientos en Errentería Río Cadagua: desbordamientos en Balmaseda, Zalla, Güeñes y Alonsotegi. Río Oria: desbordamientos en Errotaberri
19 de mayo de 2019	Inundaciones en varias cuencas de Gipuzkoa, especialmente en el Bidasoa, Oiartzun y Urumea.
8 de noviembre de 2019	Inundaciones en las zonas industriales de Mallabia, Goitondo y Urtia.
13 de diciembre de 2019	Crecidas en los ríos Baztán y Urumea
25 de abril de 2020	Cuenca del río Oria: Ataun, Ordizia, Beasain y Zaldibia.
3 de octubre de 2020	Interior de Bizkaia: Kortezubi, Larrauri y Mungia. Incidencias menores causadas por el oleaje.
17 de octubre de 2020	Desbordamientos puntuales en la ría de Bilbao, especialmente en Deusto.
10 de noviembre de 2020	Desbordamientos puntuales y balsas de agua en varias localidades, en particular en Berango, Gatika y La Arboleda.
28-29 de noviembre de 2021	Inundaciones generalizadas en la demarcación, especialmente en los ríos Cadagua y Herrería.
9-11 de diciembre de 2021	Inundaciones generalizadas en toda la demarcación.
9-10 de enero de 2022	Inundaciones ocasionadas por caudales próximos a un periodo de retorno de 10 años (13 superaciones de umbrales en prealerta y alerta en estaciones de aforo), afectando a tramos no regulados de los ríos Bidasoa, Ibaizabal y Arratia.
15 y 17 de enero de 2023	Río Butroe: Mungia y zonas rurales adyacentes Río Gobela: Getxo (Salsidu) Río Asua: Sondika
20 de mayo de 2023	Río Urumea en Ereñozu
11 de septiembre de 2023	Río Urko: inundaciones en Etxebarria
12 de febrero de 2024	Jaizubia: inundaciones en varios puntos del término municipal de Hondarribia producidos por una marea alta
27 de febrero de 2024	Desbordamientos generalizados en toda la demarcación
11 de marzo de 2024	Desbordamiento de la ría de Bilbao en la localidad de Erandio por un episodio de pleamar

La mayor parte de los daños registrados se produjeron dentro de las ARPSIs ya definidas. En el apartado 5.1 de este documento se discute con más profundidad la interpretación que se hace de estos resultados de cara a la revisión y actualización de la EPRI. El apartado 5.1. incluye también los resultados de un estudio realizado sobre los impactos de las inundaciones ocurridas durante el periodo 2001-2021 en el ámbito del País Vasco, de acuerdo con datos facilitados por el Consorcio de Compensación de Seguros.

Ninguna de las inundaciones registradas durante el periodo 2019-2024 ha producido daños personales y el impacto material ha sido variable. De todos los episodios de inundación ocurridos durante este periodo de tiempo, hay dos que destacan por su intensidad y por los daños producidos. Se trata de dos episodios ocurridos a lo largo de un intervalo de apenas dos semanas que estuvieron desencadenados por unas lluvias muy persistentes que durante 21 días dejaron valores acumulados superiores a los 400-500 l/m² en varios puntos de la demarcación, con un máximo de 695 l/m² registrado en la estación de Eskas, en Goizueta. A continuación, se hace una descripción más detallada de estos dos eventos.

28-29 de noviembre de 2021

El día 21 de noviembre llegó a la península Ibérica una DANA que dejó abundantes precipitaciones en toda la demarcación. A partir del día 26 de noviembre, un nuevo frente de lluvias produjo nuevas precipitaciones, con una punta de precipitación el día 29, que dio lugar a avenidas generalizadas en la mayor parte de los cauces de la demarcación. Estas avenidas fueron acrecentadas por el aumento de las temperaturas el mismo día 29, que provocó un importante deshielo de la nieve acumulada en las zonas de cabecera. La figura siguiente muestra las superaciones de umbral registrados en las estaciones de la demarcación.

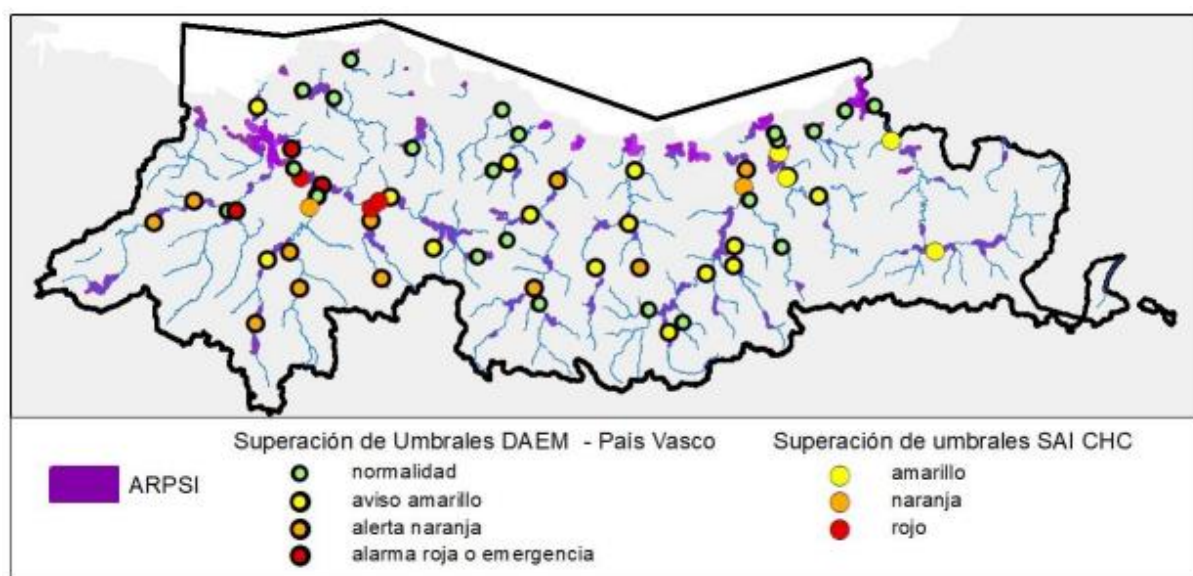


Figura 5. Superaciones de umbral en los puntos de observación hidrológica de la demarcación durante el episodio de avenidas de los días 28-29 de noviembre de 2021

Las avenidas de los días 28-29 de noviembre produjeron diversos episodios de inundación. Las principales incidencias se produjeron a lo largo de los ríos Cadagua y Herrerías, aunque también se registraron inundaciones de cierta importancia en la localidad de Muskiz, en Basauri y en otros puntos en la zona central y oriental de la demarcación.

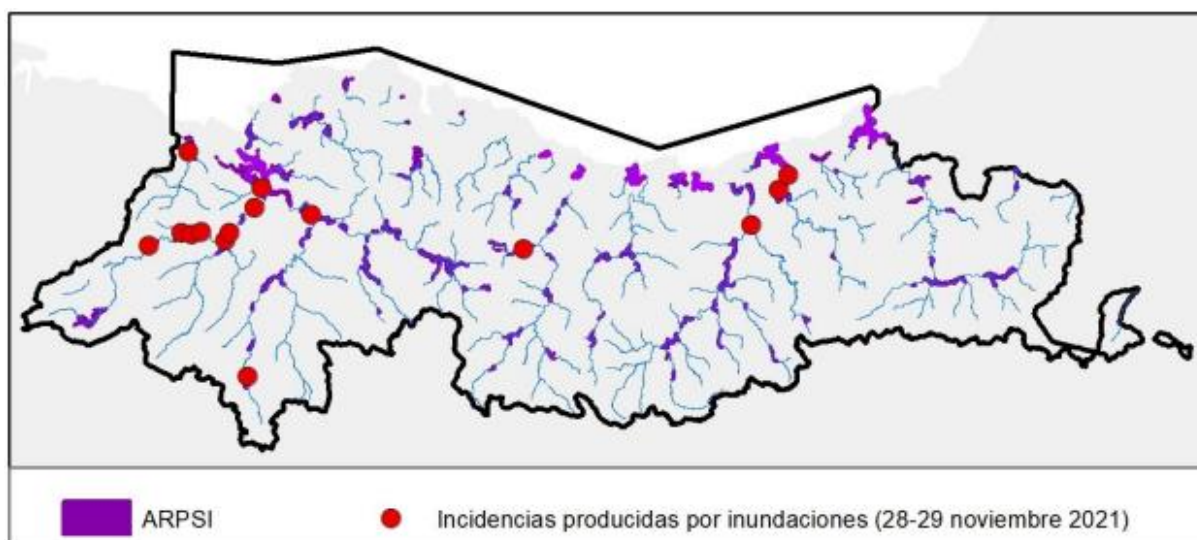


Figura 6. Inundaciones registradas los días 28-29 de noviembre de 2021



Figura 7. Ejemplos de las inundaciones de los días 28-29 de noviembre de 2021: desde arriba a la izquierda, y en el sentido de las agujas del reloj, Muskiz, Sodupe, Zorroza y Basauri

9-11 de diciembre de 2021

Las intensas precipitaciones que dieron lugar a las avenidas de los días 28-29 de noviembre se prolongaron durante un periodo de 21 días. Estas precipitaciones desencadenaron un segundo episodio de avenidas entre los días 9-11 de diciembre. En la figura siguiente se muestran las superaciones de umbral registradas durante este segundo episodio.

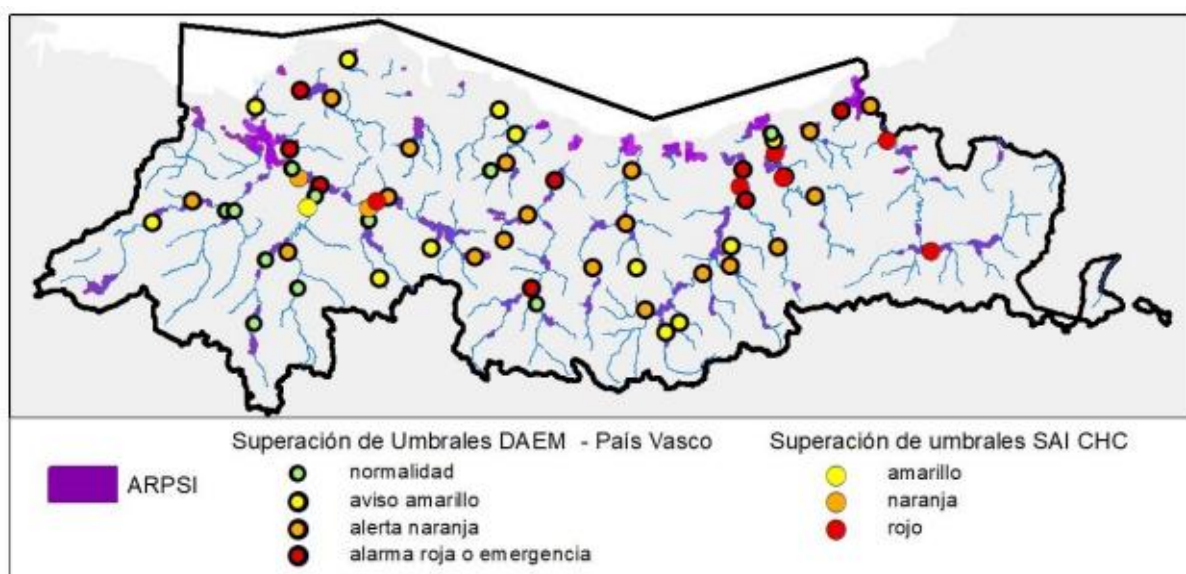


Figura 8. Superaciones de umbral en los puntos de observación hidrológica de la demarcación durante el episodio de avenidas de los días 9-11 de diciembre de 2021

En general, las avenidas de los días 9-11 de diciembre fueron más intensas que las registradas unos días atrás, excepto en los ríos Cadagua y Herrerías. Las incidencias causadas por estas inundaciones estuvieron muy repartidas por toda la demarcación, destacando las ocurridas en las localidades de Gernika, Mendaro, Villabona y Andoain.

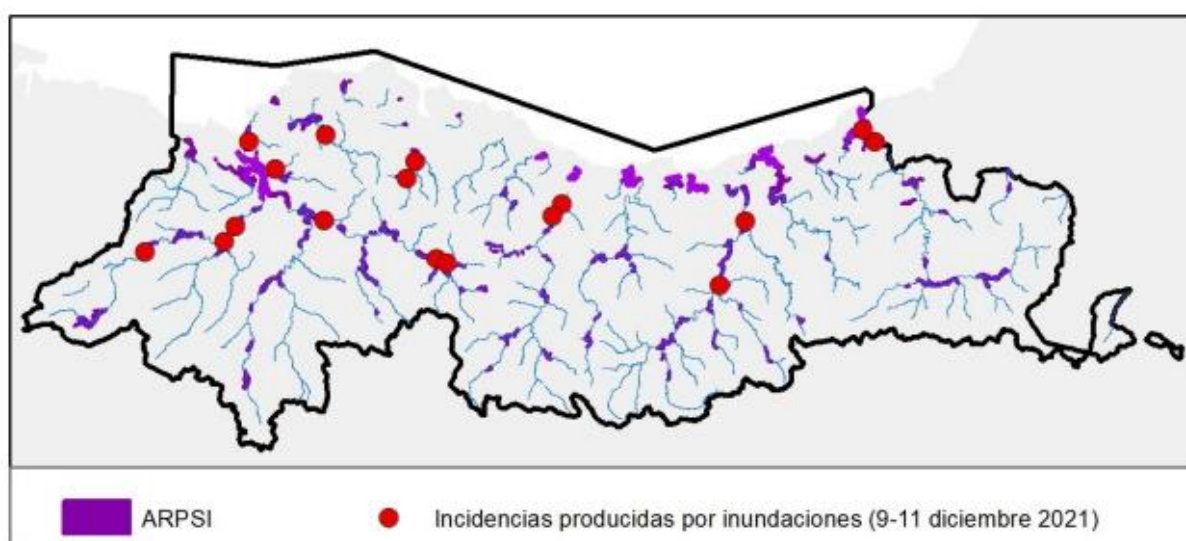


Figura 9. Inundaciones registradas los días 9-11 de diciembre de 2021



Figura 10. Ejemplos de las inundaciones de los días 9-11 de diciembre de 2021: desde arriba a la izquierda, y en el sentido de las agujas del reloj, Gernika, Mendaro, Andoain y Villabona

3.2 Impacto de inundaciones pasadas

Tal y como se comenta en el apartado 1.5, entre las recomendaciones de la Comisión Europea a la revisión de la EPRI de tercer ciclo destaca mejorar el cumplimiento del artículo 4 2.b de la Directiva de Inundaciones, en relación con la descripción de los impactos negativos de las inundaciones ocurrido en el pasado que tengan una probabilidad significativa de volver a producirse. Con el fin de avanzar en el cumplimiento de este aspecto de la Directiva de Inundaciones, se ha analizado la información facilitada por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), un organismo público encargado de la indemnización de los daños ocasionados por riesgos extraordinarios, como es el caso de las inundaciones.

El CCS ha recopilado los datos de indemnizaciones, número de siniestros, estimación de capitales asegurados y tasas de siniestralidad por inundaciones ocurridas en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental entre 1996 y 2023. Esta información permite evaluar el impacto de las inundaciones ocurridas en el ámbito de la demarcación durante los últimos 27 años. Conviene destacar que la cobertura del CCS se extiende únicamente a los bienes que cuentan con un seguro privado, de modo que este registro no documenta los daños producidos en bienes que no cuentan con un seguro. Sin embargo, el índice de aseguramiento en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental es extraordinariamente alto, por lo que la información del CCS es muy representativa de los daños reales ocasionados por las inundaciones.

El gráfico siguiente muestra las indemnizaciones abonadas por el CCS por inundación en el ámbito de la demarcación para el periodo 1996-2023. Para cada año de la serie se muestra

la indemnización total (negro) y las indemnizaciones relacionadas con viviendas, vehículos y otros bienes (naranja, rojo y amarillo, respectivamente). En el gráfico destacan varios episodios de inundación con indemnizaciones muy superiores a la media.

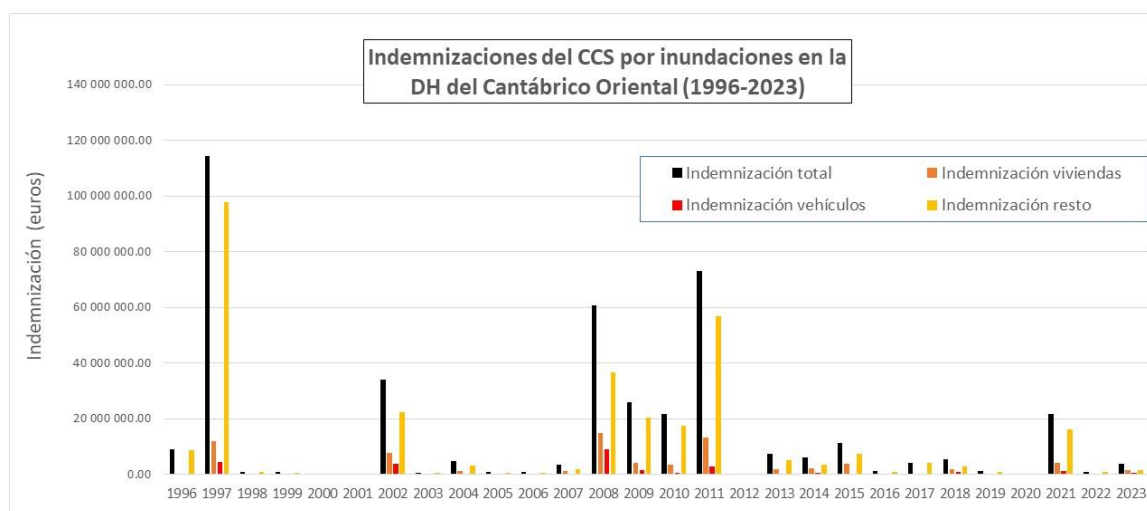


Figura 11. Evolución temporal entre 1996 y 2023 de las indemnizaciones por inundación abonadas por el CCS en la DH del Cantábrico Oriental

La formación suministrada por el CCS solo indica el año en el que se tramitan las reclamaciones de forma agrupada, por lo que no se tiene constancia de las fechas concretas en las que se produjeron las inundaciones que motivaron esas reclamaciones. En cualquier caso, existe una buena correspondencia entre la siniestralidad registrada (año, magnitud, localización) y episodios concretos de inundación registrados en la demarcación.

El año con una mayor indemnización acumulada 1997, con un total de 120 millones de euros. Esta elevada siniestralidad se corresponde con las inundaciones de junio de 1997, que afectaron sobre todo a la provincia de Gipuzkoa en las cuencas de los ríos Urumea, Oria, Oiartzun e Iñurritza. Tal y como se describe en el anejo 3 de la EPRI, estas inundaciones afectaron a numerosas localidades, especialmente a Donostia-San Sebastián, Astigarraga, Hernani, Lasarte, Ururbil y Zarautz. Con unas cuantías de indemnización menores a la registrada en 1997, destacan en la serie seis años con una elevada siniestralidad: 2002, 2008, 2009, 2010, 2011 y 2021. Estos seis años de elevada siniestralidad se correlacionan claramente con los siguientes episodios de inundación documentados en el anejo 3 de la EPRI.

La tabla siguiente resume los episodios de inundación relacionados con los principales eventos de siniestralidad registrados por el CCS. Existe una correspondencia clara entre la magnitud de inundación documentada para cada uno de estos episodios y el valor de las indemnizaciones realizadas por el CCS. Los valores de siniestralidad del resto de años de la serie 1997-2023 se corresponden con eventos de inundación de menor alcance que aparecen también registrados en el anejo 3 de la EPRI.

EPISODIO DE INUNDACIÓN	DESCRIPCIÓN	INDEMNIZACIÓN TOTAL CCS (millones de euros)
junio de 1997	Inundaciones en Gipuzkoa en las cuencas de los ríos Iñurritza, Oria, Urumea y Bidasoa.	119
24-26 de agosto de 2002	Inundaciones generalizadas en la costa y en la mayor parte de las cuencas del País Vasco.	34
31 de mayo de 2008	Inundaciones en varias cuencas de Bizkaia, especialmente en el río Gobela, que causó importantes daños en las localidades de Getxo y Berango.	61
enero de 2009	Inundaciones en Bizkaia, especialmente a lo largo del río Nervión y en Getxo, donde fueron afectadas algunas de las zonas inundadas en agosto de 2008.	26
16 de junio de 2010	Inundaciones el río Asua, que afectaron a zonas residenciales e industriales de Erandio y Sondika.	22
3-10 de noviembre de 2011	Inundaciones generalizadas en la mayor parte de las cuencas de Gipuzkoa, con especial afección a n el barrio de Martutene (Donostia – San Sebastián), Hernani, Zizurkil, Astigarraga, Andoain y Lizartza.	73
noviembre y diciembre de 2021	Inundaciones generalizadas en toda la demarcación, especialmente en las cuencas de los ríos Cadagua, Herrería y Deba.	22

La distribución espacial de los datos de siniestralidad aportados por el CCS es muy irregular en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental. La figura siguiente muestra la distribución geográfica de las indemnizaciones totales para el periodo 1997-2023. **Los valores de siniestralidad más elevados se corresponden con zonas ARPSIs, en especial con ARPSIs con un elevado riesgo de inundación estimado:** Durango, Basauri, Mungia, Andoain, Hernani, Donostia – San Sebastián, etc.

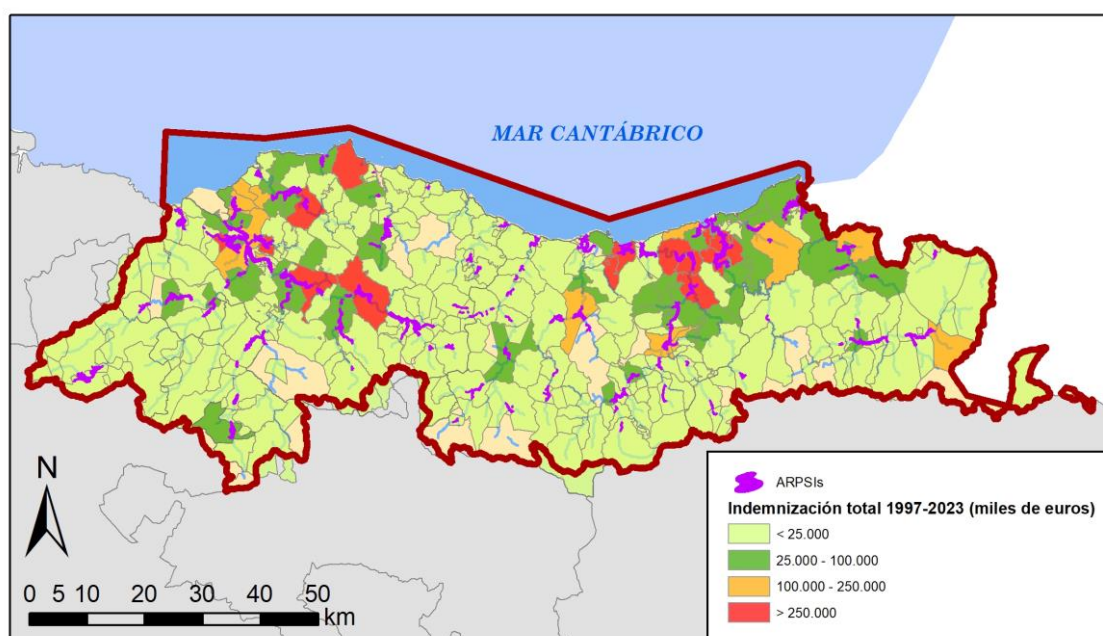


Figura 12. Distribución espacial de la siniestralidad para el periodo 1997-2023

La buena correspondencia entre la siniestralidad por inundación y las zonas ARPSIs demuestra que estas últimas identifican de forma adecuada las áreas en las que se concentran los daños ocasionados por las inundaciones del pasado.

La figura siguiente muestra la distribución de la tasa de siniestralidad, que es el cociente entre la siniestralidad y el capital asegurado. Este índice refleja los daños materiales relativos en función de los bienes materiales totales. La tasa de siniestralidad más alta de la demarcación para este periodo de retorno se registra en el término municipal de Bera, coincidiendo con el ARPSI ES017-NAV-9-1. También se registran tasas de siniestralidad relativamente altas en los cursos bajos de los ríos Oria y Urumea.

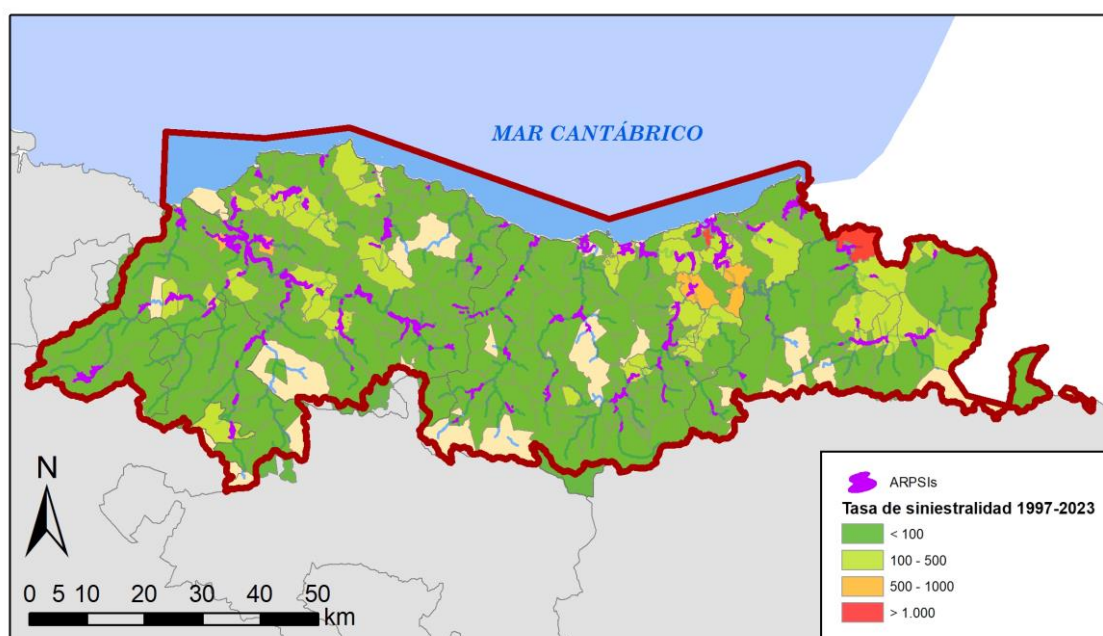


Figura 13. Distribución espacial de la tasa de siniestralidad para el periodo 1997-2023

Otro índice representativo del impacto de las inundaciones en la demarcación es el número de expedientes relacionados con inundaciones tramitados por el CCS, que se representa en la figura siguiente. De nuevo, las zonas con un mayor número de reclamaciones por inundación coinciden con las zonas ARPSI con un mayor riesgo de inundación, como son el tramo medio del Ibaizabal, la ría de Bilbao y los cursos bajos de los ríos Oria y Urumea.

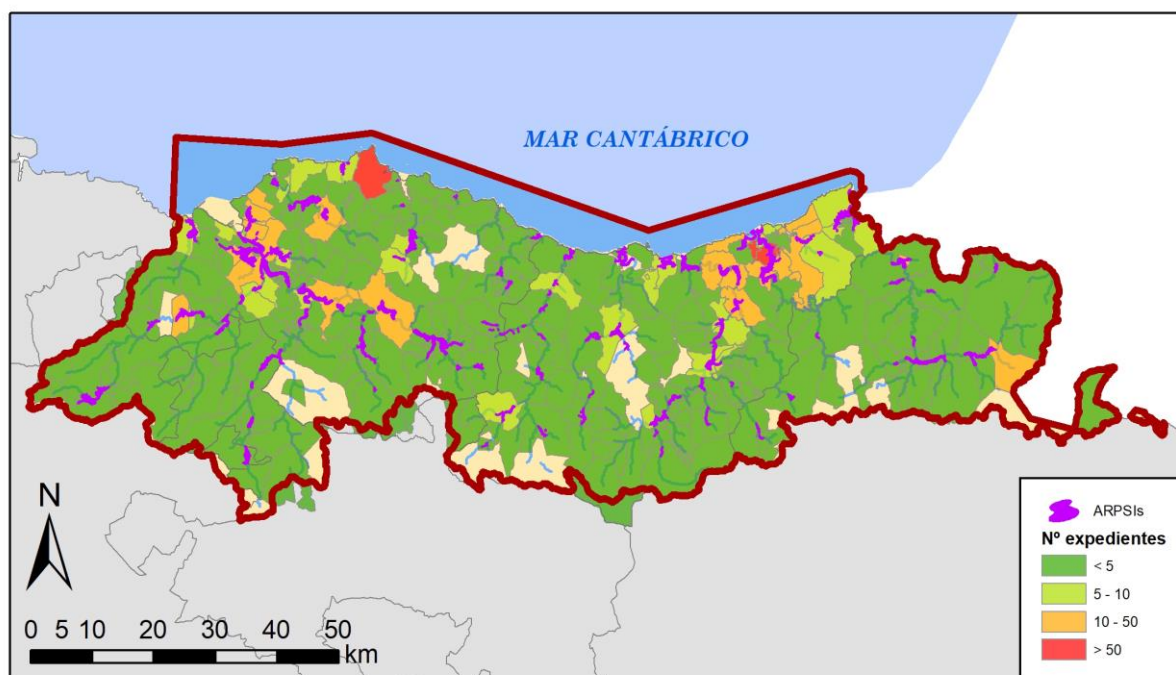


Figura 14. Distribución espacial del número de expedientes del CCS relacionados con inundaciones para el periodo 1997-2023

En 2022 la Agencia Vasca del Agua encargó el estudio «Caracterización y análisis del riesgo por inundaciones en las cuencas de Euskadi»⁷, cuyo objetivo es analizar de forma específica la relación entre las ARPSIs y la distribución espacial de los partes de daños del Consorcio de Compensación de Seguros para el ámbito del País Vasco. En esta primera etapa de trabajo, se han analizado las reclamaciones al seguro por inundaciones en el periodo 2001-2021, que incluye más de 33 000 partes de reclamación por una cuantía superior a los 250 millones de euros. Conviene destacar que la tasa de aseguramiento en el País Vasco es muy elevada, por lo que esta información es una aproximación muy realista del impacto material real de las inundaciones. Estos partes no incluyen los daños agrarios, cuya importancia económica es relativamente pequeña en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental. Estos partes tampoco incluyen información sobre daños a la salud humana; en cualquier caso, durante este periodo de tiempo las inundaciones no han ocasionado víctimas, por lo que esta ausencia no es relevante.

La primera parte del trabajo ha consistido en una caracterización básica de los episodios de inundación. Esta caracterización incluye, por una parte, una descripción de las condiciones atmosféricas y, por otro, el análisis espacial de los partes de daños. Con el fin de salvaguardar los datos de carácter personal, la información espacial de los partes se encuentra agregada por código postal, por lo que ha sido necesario un trabajo previo de interpretación de la distribución de daños.

⁷ Caracterización y análisis del riesgo por inundaciones en las cuencas de Euskadi (URA/009A/2022) Elaborado por Tecnalía para la Agencia Vasca del Agua. Junio de 2024.

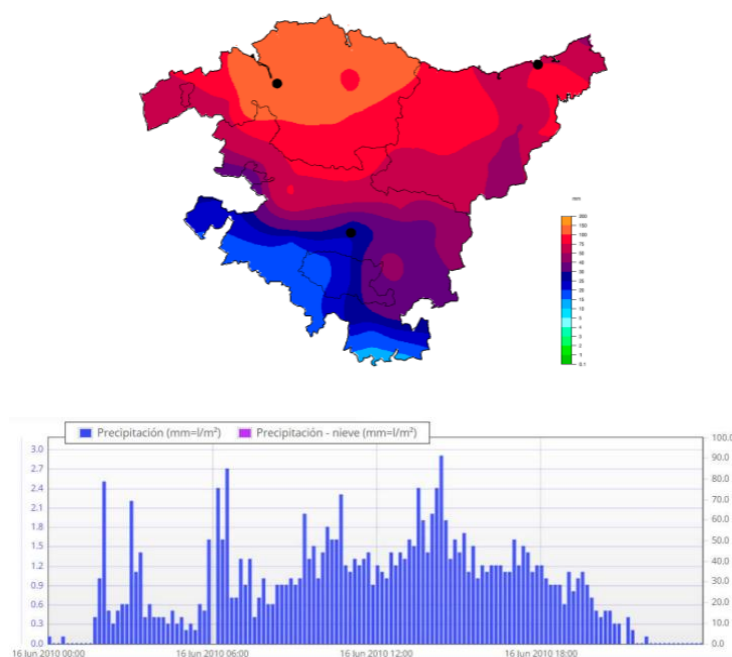


Figura 15. Caracterización de uno de los eventos de inundación del estudio «Caracterización y análisis del riesgo por inundaciones en las cuencas de Euskadi»: 16 de junio de 2010. Arriba: precipitación acumulada en 72 horas en el País Vasco. Abajo: evolución de las precipitaciones en Deusto

Las situaciones atmosféricas que ocasionan las inundaciones en la zona de estudio se agrupan en tres tipologías básicas: **situaciones invernales** con pasos frontales activos que se desplazan lentamente, situaciones tipo **DANA** o embolsamientos de aire frío en altura que generan un alto grado de inestabilidad y **tormentas**, entendiendo como tales situaciones de precipitación especialmente tensas que son más frecuentes en verano. La figura siguiente muestra la distribución de estas tres situaciones atmosféricas y su relación con el número de partes y daños.

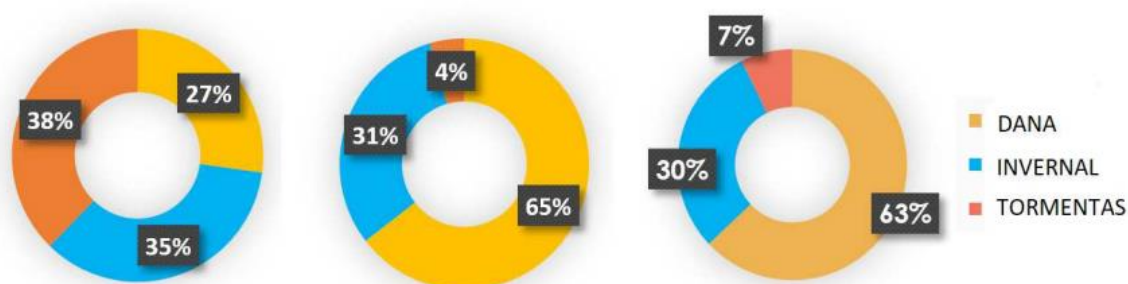


Figura 16. Resumen de las situaciones atmosféricas asociadas con inundaciones. Izquierda: proporción de los tres tipos de situaciones a lo largo del periodo 2001-2021. Centro: distribución de daños económicos por tipo de situación atmosférica. Derecha: número de partes por tipo de situación atmosférica

Los daños recogidos en la base de datos del Consorcio de Compensación de Seguros son coherentes con los episodios de inundación documentados previamente en las EPRI de primer y segundo ciclo. En la tabla siguiente se resumen los principales episodios de inundación identificados, ordenados por impacto.

Eventos	Estimación de reclamaciones (miles)	Estimación de indemnizaciones (millones de euros)	Tipología
4-7 nov 2011	4.7	58	DANA
31 may-1 jun 2008	5.6	55	DANA
24-28 ago 2002	4.7	19	DANA
16 jun 2010	1.2	18	DANA
9-11 dic 2021	1.4	17	Situación invernial
26-27 ene 2009	1.2	15	Situación invernial
29-31 ene 2015	1.8	11	Situación invernial
3-6 feb 2003	0.4	8	Situación invernial
27-29 nov 2021	0.7	7	Situación invernial

Figura 17. Principales eventos de inundación en el País Vasco para el periodo 2001-2021, estimación del impacto y tipo de situación atmosférica

Existe una elevada correlación entre la distribución de daños y las ARPSIs definidas en la demarcación, tal y como se discute con mayor amplitud en el apartado 5.1. Además, se observa también una clara correlación entre las indemnizaciones registradas y el riesgo asociado a cada una de las ARPSIs. Así, por ejemplo, las dos ARPSIs del río Urumea, que desde los documentos del primer ciclo se identifican como una de las principales zonas de riesgo de la demarcación, suman un 13,2 % del número de partes totales y un 9,9 de la cuantía económica, mientras que en el ARPSI de Galdakao, donde también se ha identificado una situación de riesgo alto, se concentra un 5,7 % de los partes y un 6,3 % de los daños.

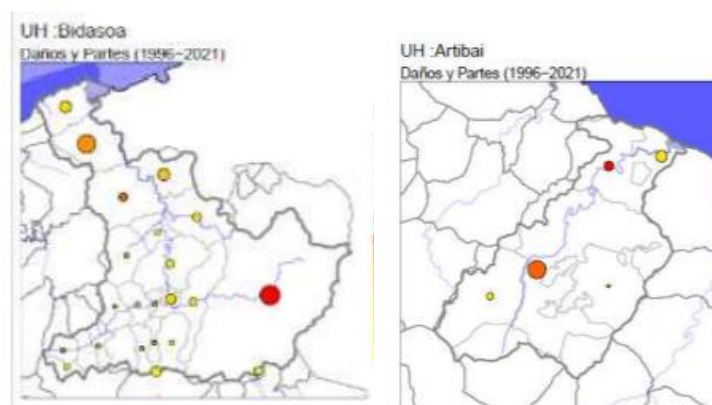


Figura 18. Ejemplos de distribución de daños a partir de datos del Consorcio de Compensación de Seguros en las cuencas de los ríos Bidasoa (izquierda) y Artibai (derecha)

4 Incidencia del cambio climático en el riesgo de inundación

La adaptación al cambio climático es un objetivo prioritario en la gestión del riesgo de inundación desde que se inició el actual marco de trabajo tras la aprobación de la Directiva 2007/60/CE de inundaciones. Según los requerimientos del artículo 14 de esta directiva y del artículo 21 del RD 903/2010 que la transpone, las posibles repercusiones del cambio climático en la incidencia de inundaciones se tomarán en consideración en las revisiones indicadas en los apartados 1 (evaluación preliminar del riesgo de inundación) y 3 (planes de gestión del riesgo de inundación). Cabe destacar que, debido a las incertidumbres existentes, la Directiva no establece la necesidad de realizar mapas de peligrosidad y riesgo de inundación que consideren los efectos del cambio climático.

La Directiva de Inundaciones y su transposición por medio del Real Decreto 903/2010 establecen que en la elaboración de la EPRI deben tenerse en cuenta las posibles repercusiones del cambio climático en la incidencia de las inundaciones, incluidas las revisiones y actualizaciones que se lleven a cabo en ciclos posteriores. **La EPRI del primer ciclo concluía que, dentro del ámbito de la demarcación, no existía evidencia científico-técnica suficiente que justificase una modificación del diagnóstico de riesgo de inundación en base a las previsiones de cambio climático.**

Existen diferentes planes de adaptación al cambio climático que afectan a la DH del Cantábrico Oriental. A nivel estatal, se encuentra vigente el Segundo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030, entre cuyos principales objetivos se encuentra construir un país menos vulnerable, más seguro y resiliente a los impactos y riesgos del cambio climático, capaz de anticipar, de responder y de adaptarse a un contexto de clima cambiante. A nivel de la Comunidad Autónoma del País Vasco, el documento de referencia es el Plan de Transición Energética y Cambio Climático 2021-2024, que incluye entre sus objetivos una mayor resiliencia frente a las amenazas del cambio climático, incluyendo los riesgos naturales. En la Comunidad Foral de Navarra la adaptación al cambio climático está definida en la «Hoja de ruta del cambio climático de navarra 2017-2030-2050», en la que también se incluye entre sus objetivos la adaptación frente a la amenaza de las inundaciones. Finalmente, Castilla y León cuenta con el instrumento «Estrategia Regional contra el Cambio Climático en Castilla y León 2009-2012-2020».

El PGRI vigente para la demarcación incluye dentro de su programa de medidas, en concreto dentro de la 13.04.01, la elaboración de estudios de mejora del conocimiento sobre la gestión del riesgo de inundación: leyes de frecuencia de caudales, efecto del cambio climático, modelización de los riesgos de inundación y su evaluación, etc.

La revisión y actualización de la EPRI de segundo ciclo incluyó un análisis específico de los efectos del cambio climático en la inundabilidad. La EPRI de segundo ciclo concluía que, **analizada la variable cambio climático, no se apreciaba un cambio en la definición de las ARPSIs.** La EPRI de segundo ciclo concluía que, aunque **el ascenso del nivel medio del mar tendrá un impacto claro en la inundabilidad de la franja litoral, las tasas de ascenso observadas no justificaban la creación de nuevas ARPSIs.** En cualquier caso, resultaba

clara la necesidad de seguir monitorizando el fenómeno y avanzar en la valoración de cambios futuros en la inundabilidad.

4.1 Actualización de los estudios y experiencias durante el segundo ciclo de la Directiva de Inundaciones (2018-2024)

Desde la aprobación de las EPRI de segundo ciclo, se han publicado nuevos estudios sobre los efectos del cambio climático en las inundaciones. En este capítulo se describen los principales avances en esta materia que puedan ser relevantes de cara a la revisión y actualización de la EPRI.

4.1.1 Proyecciones climáticas: nuevos escenarios climáticos

El Panel Internacional sobre el Cambio Climático ha publicado los siguientes documentos correspondientes al Sexto Informe de Evaluación:

- AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis (agosto de 2021)
- AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (febrero de 2022)
- AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change (abril de 2022)
- AR6 Climate Change 2022: Synthesis Report: Climate Change 2023 (marzo de 2022)

El último informe publicado en 2022 por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2022) incide en que el aumento de 1.5°C, respecto a los niveles preindustriales, es alarmante en relación con los impactos hidro-climáticos extremos en el mundo, y en particular en la región mediterránea (IPCC, 2022). Este informe muestra evidencias de que la situación podría agravarse significativamente si el calentamiento medio llegase a 2°C. El informe especifica las trayectorias de gases de efecto invernadero (GEI) que pueden seguir las emisiones mundiales para afrontar la amenaza del cambio climático y alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Las últimas proyecciones climáticas aportadas por el IPCC en su AR6 están basadas en la resolución de los modelos climáticos CMIP6 del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas. Estas proyecciones, denominadas vías socioeconómicas compartidas (SSP), incluyen la respuesta climática en base a cinco posibles escenarios que comprenden las posibles trayectorias antropogénicas que impactan en el cambio climático. Los SSP consideran los cambios socioeconómicos futuros y los esfuerzos de mitigación del cambio climático además del concepto existente del escenario RCP del AR5 (Figura 19).

Los nuevos escenarios comienzan en 2015 e incluyen: (i) escenarios con emisiones de gases de efectos invernadero (GEI) muy altas (escenario SSP5-8.5) y altas (escenario SSP3-7.0), con emisiones de CO₂ que se duplican con respecto a los niveles actuales para 2100 y 2050; (ii) escenarios de emisiones GEI intermedios (SSP2-4.5), con emisiones de CO₂ que se mantienen en torno a los niveles actuales hasta mediados de siglo, y (iii) escenarios de emisiones GEI muy bajas (SSP1-1.9) y bajas (SSP1-2.6), de acuerdo con las emisiones netas

iguales a cero a las que deberíamos llegar en torno a 2050, seguidas de niveles variables de emisiones netas negativas de CO₂.

El impacto de estos escenarios en la frecuencia y magnitud de las inundaciones dependerán, por lo tanto, de los escenarios de emisión de GEI considerado. Por ejemplo, se espera que en escenarios de emisiones bajas o muy bajas (SSP1-1.9 y SSP1-2.6) los impactos sean significativamente más bajos que en el caso de los escenarios de emisiones altas o muy altas (SSP3-7.0 y SSP5-8.5). De hecho, si el sistema Tierra se mantiene en escenarios de emisiones bajas o muy bajas hasta finales del siglo XXI, se espera que los fenómenos extremos de precipitaciones intensas, inundaciones pluviales y aumento del nivel del mar se reduzcan y, por lo tanto, pueda reducirse el número de regiones susceptibles de sufrir inundaciones.

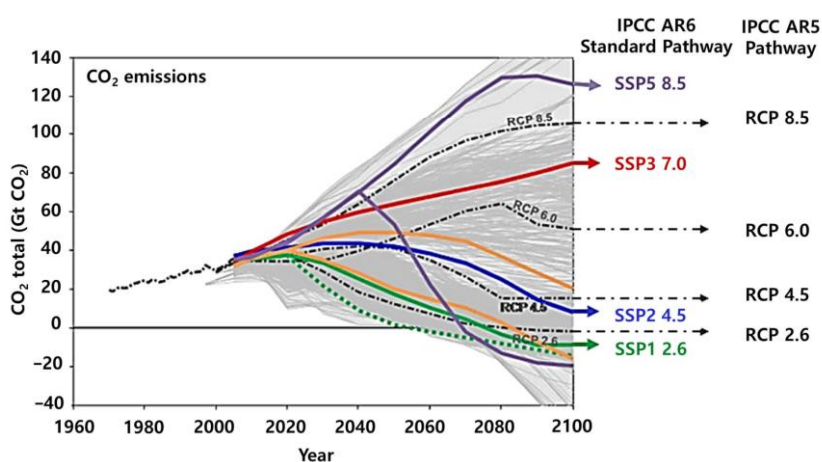


Figura 19. Evolución temporal del CO₂ para los distintos escenarios SSP y su correspondencia aproximada con los escenarios RCP del AR5 (Riahi et al., 2017)

La Comisión Europea prevé que la probabilidad de riesgo de inundaciones aumente en Europa en las próximas décadas debido a los efectos combinados del cambio climático y la evolución socioeconómica (Gosling et al., 2018). De manera generalizada, la CE estima que las inundaciones de los ríos en toda Europa causarán daños cuantificables en torno a los 5.300 millones de euros/año, con unas 216.000 personas potencialmente expuestas a las inundaciones fluviales. De acuerdo con los escenarios descritos, el nivel de riesgo de inundaciones podría triplicarse a finales de siglo si no se toman medidas de mitigación y adaptación concretas. Además, el sur de Europa será una de las regiones más damnificadas, al prever una mayor frecuencia de inundaciones urbanas y periodos de escasez de agua como resultado del cambio climático. Las zonas costeras, a su vez, podrían experimentar un aumento de la exposición asociado a un incuestionable aumento del nivel del mar de hasta un metro en 2100.

Estos impactos son generalizados y deben entenderse en un contexto europeo a escala regional para entender los posibles cambios en el régimen de inundaciones. Sin embargo, la variabilidad de los modelos climáticos y los resultados de las proyecciones obliga a que para su aplicación en la definición de la EPRI se deban implementar estudios localizados a escala de cuenca, abordando una escala local y cuantificando las posibles incertidumbres. A

continuación, se describen los principales cambios esperados en las variables del ciclo hidrológico a escalas de detalle cada vez mayor.

4.1.2 Proyecciones de la influencia del cambio climático en las inundaciones

Régimen de precipitaciones

Las proyecciones del régimen de precipitaciones a escala estatal muestran resultados variables en función de la zona de influencia, observándose diferencias importantes entre las regiones atlántica y mediterránea. Por lo general, las proyecciones climáticas señalan una reducción de la cantidad de precipitación anual y un aumento de los eventos de lluvia intensa (Zittis *et al.*, 2021).

El modelo EURO-CORDEX sugiere cambios importantes en el régimen de precipitación durante las próximas tres décadas (2021-2050), respecto al periodo 1971-2000. Aunque el modelo apunta a una reducción generalizada y consistente de las precipitaciones anuales, se aprecia un aumento en la señal de las precipitaciones máximas diarias, especialmente en invierno y otoño en zonas montañosas del centro-norte peninsular (Figura 20). Se prevé que los episodios de lluvia sean más intensos, especialmente en escenarios de altas emisiones, a pesar de la reducción en el número de días de lluvia al año (Lorenzo y Álvarez, 2020).

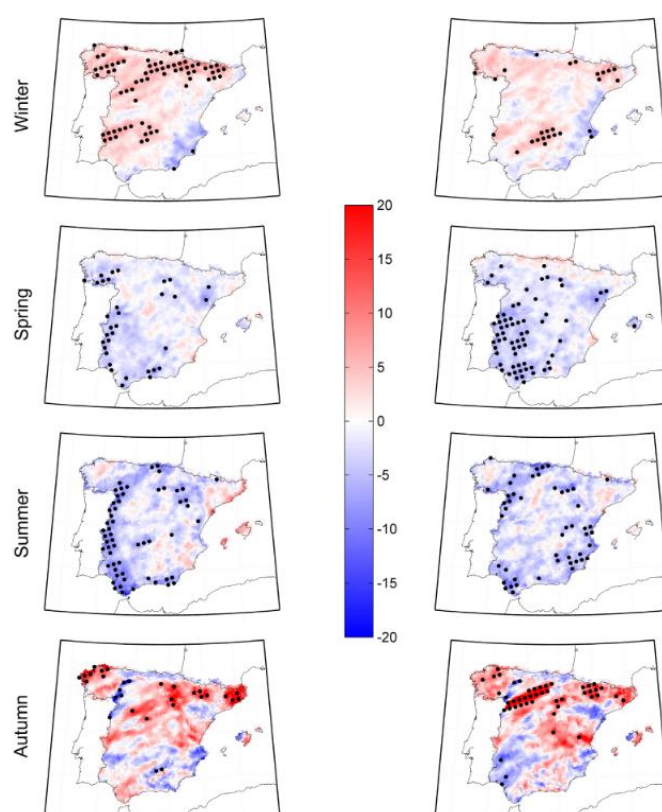


Figura 20. Análisis estacional de los cambios en la precipitación diaria máxima (índice RX1D) proyectado (%) del conjunto de modelos múltiples entre el periodo de referencia (1971-2000) y el periodo futuro próximo (2021-2060) para los escenarios de emisiones RCP 4.5 (izquierda) y RCP 8.5 (según Lorenzo y Álvarez, 2020). Los puntos grises señalan las zonas en las que las diferencias son significativas al nivel de significación del 5 % según la prueba de suma de rangos de Wilcoxon

La tendencia general en los modelos muestra una reducción de la precipitación anual, aunque con una concentración de las precipitaciones en eventos más intensos. Esto significa que los periodos de lluvia extrema estarán intercalados con periodos más o menos intensos de sequía o escasez de precipitaciones. En definitiva, se genera una situación donde la variabilidad interanual de los extremos de lluvia aumenta con un impacto importante en la gestión de los riesgos hídricos.

De los estudios sobre precipitaciones máximas en condiciones de cambio climático se desprenden una serie de consideraciones generales sobre los posibles cambios en la lluvia extrema, que pueden ser empleados como guía para la evaluación y monitorización de futuras ARPSI. Estas son:

En relación con la revisión de las ARPSI los puntos más importantes a tener en cuenta son:

- La tendencia observada en las proyecciones de los modelos climáticos a escala peninsular muestra una reducción de la cantidad de precipitación anual. Sin embargo, los modelos climáticos indican que a escalas temporales más cortas (diarias y subdiarias), los eventos de lluvia torrencial pueden aumentar.
- La intensidad de precipitación en 30 minutos de lluvia se incrementa en el periodo 2022-2100 en hasta 6% para T25, 17% para T50 y 36% para T100.
- Para los períodos de retorno < 25 años, los valores de IDF actuales pueden ser representativas de escenarios futuros.
- Estos resultados llevan implícita una elevada incertidumbre asociada a los modelos climáticos, y especialmente en periodos de retorno elevados.

Cobertura nival

Los modelos climáticos son consistentes a la hora de describir una menor cobertura nival en las montañas del territorio español. Así, para finales del siglo XXI, las proyecciones indican una reducción significativa de la cobertura nival asociado a un aumento de la temperatura en la estación de invierno y primavera. Esta reducción se verá afectada, sin embargo, por una alta variabilidad interanual.

En líneas generales, los modelos y proyecciones del CMIP5 indican que la acumulación media de nieve se reducirá hasta un 42 % para la Cordillera Cantábrica. Como resultado, se espera un descenso del caudal medio de en torno al 7,3 % en este ámbito. Aun así, los episodios de inundaciones podrían aumentar como consecuencia de una compleja relación entre los cambios en las precipitaciones a finales del invierno y un aumento de las intensidades máximas de deshielo, con un valor de en torno al 7,4 % en la cordillera Cantábrica (Lastrada et al., 2021). En cualquier caso, la DH del Cantábrico Oriental incluye las estribaciones más orientales de la cordillera Cantábrica, donde la cubierta nival suele alcanzar una extensión y espesor menores que en las zonas centrales y occidentales, por lo que se espera que la incidencia sea menor.

En relación con la revisión de las ARPSI los puntos más importantes a tener en cuenta son:

- Las proyecciones prevén una disminución generalizada de la cobertura nival en la cordillera Cantábrica, aunque con una alta variabilidad interanual.
- Esta disminución de la cubierta nival dará lugar a una reducción significativa del caudal medio en los ríos de montaña, aunque las avenidas asociadas a precipitaciones sobre nieve podrían producir episodios más intensos. Sin embargo, se espera que la incidencia de este fenómeno en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental sea menor.

Cambios en los usos del suelo

El uso del suelo juega un papel fundamental en las inundaciones en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental. De acuerdo con los resultados de la plataforma de modelización territorial LUISA (Centro Conjunto de Investigación de la Comisión Europea) el uso del suelo a nivel estatal puede sufrir importantes cambios para finales de la década (2030) asociados al abandono agrícola (Perpiña Castillo et al., 2020). En el caso particular de la DH del Cantábrico Oriental, se esperan un abandono progresivo del uso agrícola, acompañado de un aumento de la superficie forestal y una disminución de las áreas de pastizales y arbustos. Estos cambios irán acompañados de un aumento de la superficie urbana.

En relación con la revisión de las ARPSI los puntos más importantes a tener en cuenta son:

- Una mayor cobertura vegetal reducirá el factor de escorrentía para eventos de intensidad baja y moderada. El papel laminador de un bosque para eventos extremos es, sin embargo, limitado.
- Una mayor cobertura vegetal reducirá la conectividad sedimentaria ladera-río, ocasionando procesos de incisión fluvial.
- Una mayor cobertura vegetal puede aumentar el riesgo de incendios forestales, aumentando la probabilidad de inundaciones extremas asociada a la ocurrencia de eventos de lluvia torrencial tras incendios.
- Un aumento del área urbana disminuye la infiltración y aumenta la escorrentía, contribuyendo a un aumento del caudal durante eventos de lluvia extrema.

Caudales extremos

Los estudios existentes en relación a las proyecciones climáticas de caudales en España usando los modelos del AR6 son limitados y están, por lo general, restringidos a ciertas cuencas de estudio.

En las cuencas norte de España, los modelos hidrológicos alimentados por datos climáticos de temperatura y precipitación diaria para el periodo 2007-2070 sugieren un aumento significativo del riesgo de inundación para el escenario (RCP8.5), asociado a procesos de deshielo. A través de la aplicación de modelos de lluvia-escorrentía alimentados con los modelos climáticos desarrollados por la AEMET y EURO-CORDEX se observa que la magnitud de las inundaciones puede aumentar para el escenario RCP8.5, pero reducirse ligeramente para el escenario RCP4.5. Los modelos indican que es probable que las

inundaciones se retrasan en su estacionalidad desde finales de otoño hasta finales de invierno. En términos de periodos de retorno, las experiencias aplicadas en el río Arga indican que las descargas máximas de diseño para periodos de retorno menores a 10 años podrían disminuir para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, pero se aprecia un aumento para las inundaciones de periodo de retorno mayores T100 y T500 (Figura 16; Garijo y Mediero 2018). El aumento de los caudales máximos de diseño es casi entre un 10 % y un 30 % mayor en RCP 8.5 que en RCP 4.5.

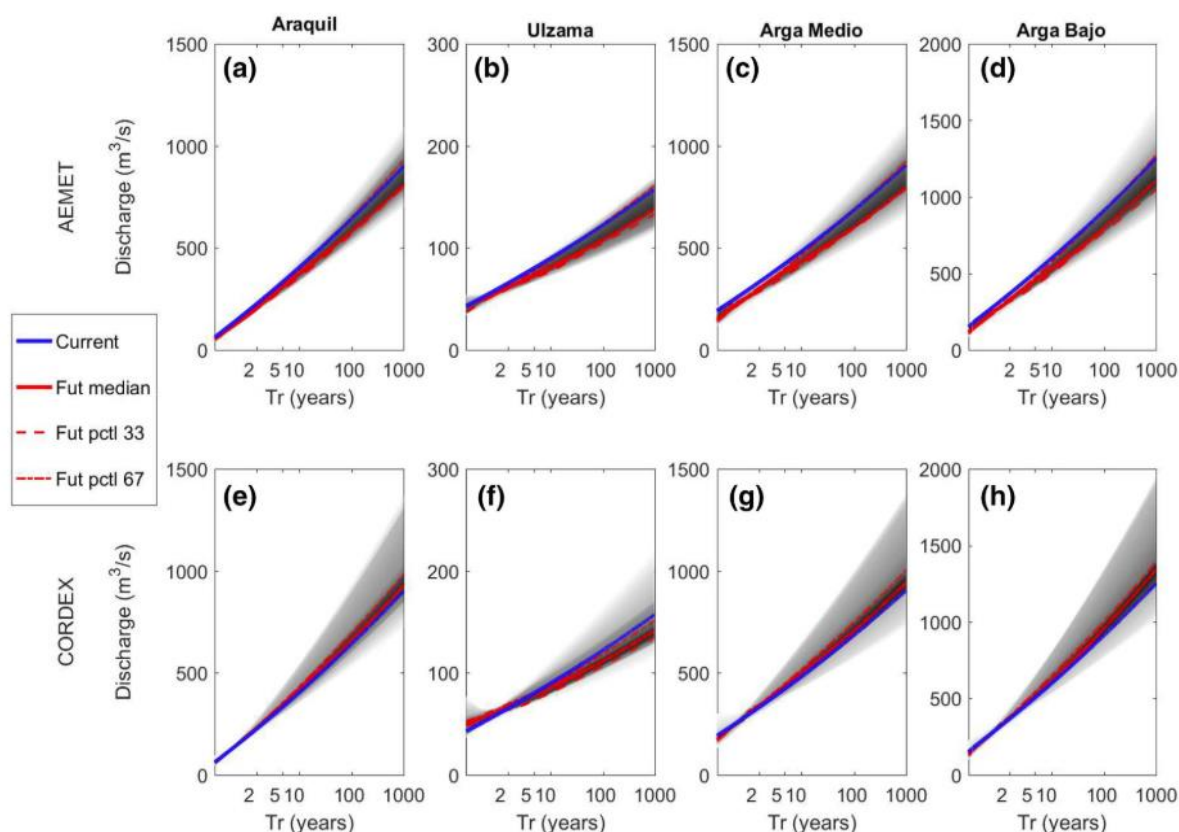


Figura 21. Ejemplo de curvas de frecuencia de inundaciones esperadas (Tr periodo de retorno) en el futuro para el RCP 8.5 para el río Arga (Garijo y Mediero, 2018). La línea azul gruesa representa la simulada con modelos hidrológicos, la línea roja sólida muestra la mediana de los modelos climáticos; y las líneas rojas discontinuas muestran los percentiles 33º y el 67º de los modelos climáticos

Los PGRI de segundo ciclo (2022-2027) incluyeron un análisis de las posibles repercusiones del cambio climático en las inundaciones (capítulo 6). A escala de demarcación, el análisis se basó en el informe «Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España» (CEDEX, 2021).

De acuerdo con este análisis, para el horizonte 2070 podría esperarse un incremento significativo de los caudales de avenida en algunas cuencas, que tendría un impacto de entre un 10 y un 20 % para los caudales de periodo de retorno de 100 años. Para caudales de menor periodo de retorno la probabilidad de cambio es menor y para periodos de retorno mayores la incertidumbre es demasiado elevada para hacer una previsión razonable.

El PGRI de la demarcación también incluye un estudio específico para todo el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco: «Cambios en las condiciones de inundabilidad en la CAPV por el Cambio Climático». Las conclusiones de este estudio son muy similares a las ya descritas para el conjunto de la demarcación: los cambios en el régimen de precipitaciones previstos por efecto del cambio climático podrían dar lugar a un aumento de los caudales de avenida en determinadas condiciones, sobre todo por la mayor ocurrencia de episodios tormentosos. Sin embargo, las proyecciones climáticas y los demás factores que controlan estos fenómenos (cambios en los usos del suelo, incendios forestales, urbanización, etc.) tienen un elevado grado de incertidumbre, lo que impide todavía valorar con seguridad los cambios en el riesgo de inundación. Debido a ello el PGRI concluye que es necesario seguir avanzando en la mejora del conocimiento y que las medidas de gestión deben ser positivas no solo en el escenario actual, sino también en un eventual escenario de cambio climático con un agravamiento de las inundaciones.

En relación con la revisión de las ARPSI los puntos más importantes a tener en cuenta son:

- Las proyecciones sobre caudales extremos muestran una elevada incertidumbre en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental.
- Es probable un aumento de la probabilidad de inundaciones (en particular para avenidas con periodos de retorno iguales o superiores a 100 años) para los escenarios climáticos más desfavorables.
- El efecto combinado con el aumento del nivel del mar puede aumentar la peligrosidad de inundaciones en todo el litoral.

4.1.3 Visores de escenarios de cambio climático

Desde la revisión y actualización de la EPRI de segundo ciclo se han publicado diferentes visores de los escenarios de cambio climático previstos en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental. A nivel estatal, en junio de 2024 se lanzó el [visor AdapteCCa.es](https://visor.adaptecca.es), fruto de la colaboración entre la Oficina Española de Cambio Climático, la Agencia Estatal de Meteorología, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Fundación Biodiversidad. Los modelos usados incluyen varias opciones del EUROCORDEX (anidados a las proyecciones globales de CMIP5) así como la nueva versión del conjunto completo utilizado en el último informe del IPCC-AR6 para el análisis regional de cambio climático. Los resultados están corregidos por medio de un nuevo ajuste de sesgos que permite mejorar los valores obtenidos.

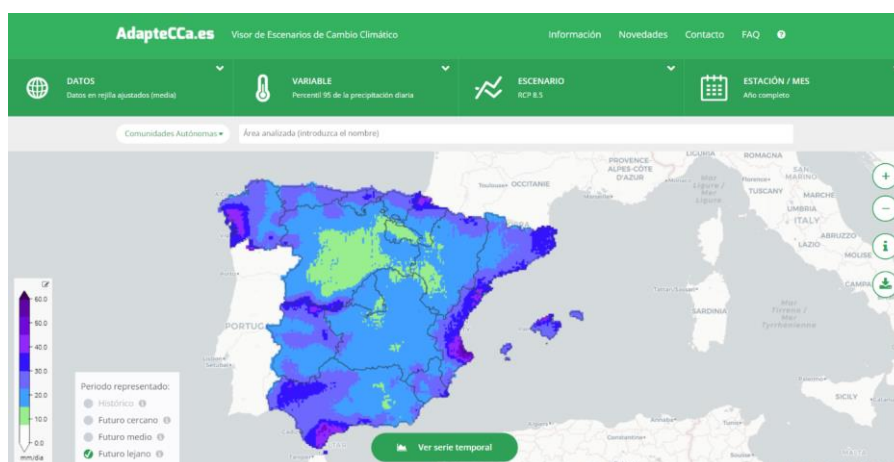


Figura 22. Salida gráfica del visor AdapteCCa para proyecciones de la variable precipitación de un percentil 95 (periodo de retorno medio de 20 años) para el escenario RCP 8.5 sobre una rejilla ajustada al territorio español

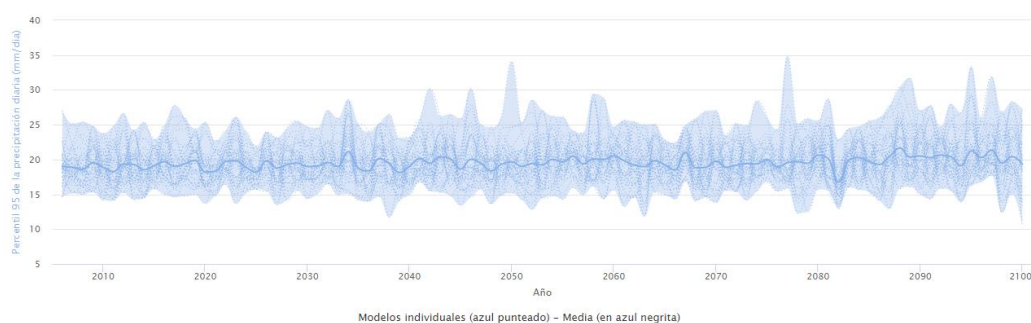


Figura 23. Salida gráfica de las proyecciones de la variable precipitación del percentil 95 para el escenario RCP8.5 en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

A nivel de País Vasco, en julio de 2023 se desarrolló el [visor de Escenarios Climáticos en Euskadi y Series de Datos](#), en el que se reflejan los escenarios de cambio climático de alta resolución para el País Vasco bajo las rutas de concentración de gases de efecto invernadero RCP 4.5 y RCP 8.5.

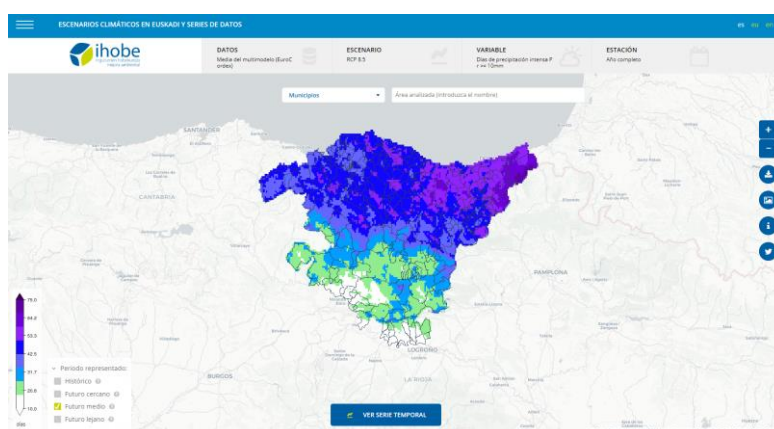


Figura 24. Salida gráfica del visor de Escenarios Climáticos en Euskadi y Series de Datos para la variable días de precipitación intensa ($P \geq 10$ mm) para el escenario RCP 8.5

4.2 Identificación de nuevas ARPSIs como consecuencia del aumento del riesgo debido al cambio climático

En el PGRI vigente incluye un análisis sobre el posible efecto del cambio climático en el riesgo de inundación. Este trabajo puede consultarse en el apartado 6.1.1. del PGRI y, de forma más ampliada, en el Anejo 1. Dicho trabajo, que estaba basado en el informe «Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España» (CEDEX, 2021), evaluaba el **impacto del cambio climático en la distribución de la precipitación diaria máxima anual acumulada**. Para el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco, el PGRI incluye, en el apartado 6.1.2, un estudio del **efecto que esos cambios en el régimen de precipitaciones pueden tener en los caudales de avenida**. En este apartado se describe el trabajo desarrollado por la Dirección General del Agua, a través del CEDEX, para extender este último análisis al resto de la DH del Cantábrico Oriental.

4.2.1 Metodología

La metodología desarrollada por el CEDEX se centra en detectar en qué casos el cambio climático puede ocasionar un aumento de los caudales de avenida de la suficiente entidad como para incrementar la inundabilidad y afectar a elementos vulnerables que en la actualidad no están sometidos a este riesgo, dando así lugar a nuevas zonas con riesgo potencial significativo. El estudio se ciñe a los caudales de periodo de retorno de 500 años, que se asimila al escenario más extremo considerado en la Directiva de Inundaciones. En cuanto al escenario climático considerado, por coherencia con los estudios llevados a cabo en el marco de la revisión y actualización de la EPRI y del PGRI de 2.º ciclo, se ha seleccionado el periodo 2041-2070 en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

Tal y como se ha mencionado, la información de partida es el estudio CEDEX (2021) en el que se obtuvieron, mediante el ajuste regional de la distribución SQRT-ETmax, las tasas de cambio en cuantil de precipitación diaria máxima anual y los cambios relativos regionales del factor de torrencialidad, variables ambas empleadas en la estimación de las tasas de cambio en cuantil de caudal.

La estimación de tasas de cambio en cuantil de caudal tiene como base el cálculo de los caudales de avenida mediante el método racional modificado (Témez, 1991), empleando para ello la formulación contenida en la vigente versión de la norma 5.2 IC Drenaje Superficial de la Instrucción de carreteras (MF, 2016), en la que intervienen las variables meteorológicas: precipitación diaria máxima y factor de torrencialidad. En cuanto a la primera, para el cálculo en situación actual, se ha empleado el mapa de cuantil de precipitación diaria máxima anual correspondiente al periodo de retorno de 500 años procedente del estudio “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” (DGC 1999), y para el cálculo en situación futura se ha utilizado el mismo mapa al que se aplican las tasas de cambio en cuantil de precipitación máxima de CEDEX (2021). En cuanto al factor de torrencialidad, en situación actual se emplea el mapa contenido en la norma 5.2 IC, mientras que en situación futura se calcula aplicando a dicho mapa los cambios relativos regionales en el factor de torrencialidad obtenidos en CEDEX (2021).

El método racional modificado asume ciertas hipótesis simplificadoras que sólo son asumibles en cuencas de un tamaño máximo de, como mucho, unos cientos de km², por lo que se ha decidido realizar el cálculo en aquellos puntos de la red fluvial con superficies de cuenca acumulada de entre 5 y 500 km². Como resultado se ha obtenido un mapa de caudales máximos en situación actual para el periodo de retorno de 500 años y dos mapas de caudales máximos en situación futura para el mismo periodo de retorno, el periodo de impacto 2041-2070 y los dos escenarios de emisiones considerados, RCP 4.5 y 8.5. Los mapas de cuantiles de caudales máximos anuales futuros se comparan con el mapa del cuantil de caudales máximos anuales en situación actual para la elaboración de mapas de tasas de cambio en cuantil de caudales máximos.

El cálculo de las tasas de cambio en cuantil de caudal en el resto de la red de drenaje, con superficies de cuenca mayores de 500 km², se ha llevado a cabo a partir de la relación entre dichas tasas con las tasas de cambio de precipitación diaria máxima acumulada en la red fluvial.

Estimadas las tasas de cambio en cuantil de caudal es necesario decidir el caudal de referencia para el periodo de retorno de 500 años que se empleará en situación actual, sin considerar el efecto del cambio climático. Para ello, en primer término, se ha de recurrir a aquellos caudales que se encuentren disponibles, como aquellos resultantes de estudios hidrológicos específicos de la zona o derivados del análisis de la información registrada en estaciones de aforo o embalses próximos. Asimismo, se puede recurrir a los caudales calculados con el método racional en caso de tramos de la red con superficies de cuenca reducidas, así como a caudales derivados de estudios regionales, como puede ser el mapa de caudales máximos de las cuencas intercomunitarias elaborado por el CEDEX u otros estudios disponibles en las distintas demarcaciones.

A partir del caudal de referencia en situación actual, el caudal en situación futura se obtendrá aplicando al mismo las tasas de cambio en cuantil de caudal estimadas, por lo que se dispondrá de dos valores del cuantil de caudal en situación futura para 500 años de periodo de retorno, uno para cada escenario de emisiones considerado, seleccionando para los cálculos posteriores el mayor de ambos.

El trabajo desarrollado por el CEDEX incluye una propuesta para la identificación preliminar de tramos candidatos a ARPSI basada en la delimitación de unas zonas de influencia en torno a los tramos de la red fluvial con unos cambios significativos en los caudales de avenida. Combinando estos ámbitos de influencia con la cartografía de usos del suelo vulnerables, el CEDEX propone la delimitación de tramos candidatos a ser definidos como zonas ARPSI. A continuación, se propone la elaboración de modelos hidráulicos simplificados para calcular el impacto de estas variaciones de caudal y valorar la definición de nuevas ARPSIs.

Por último, **dada la singularidad de la DH del Cantábrico Oriental, con una alta densificación de ARPSIs, unida a la naturaleza de las zonas inundables y a la incertidumbre en cuanto a las proyecciones climáticas, no es presumible una identificación de nuevas ARPSIs por cambio climático en este ciclo de planificación.**

4.2.2 Resultados

Las figuras siguientes muestran las tasas de cambio en cuantil de caudal para los principales cauces de la DH del Cantábrico Oriental que resultan del análisis descrito anteriormente. La red de drenaje considerada para este estudio incluye los principales cauces de todas las ARPSIs, dejando fuera únicamente algunos afluentes menores.

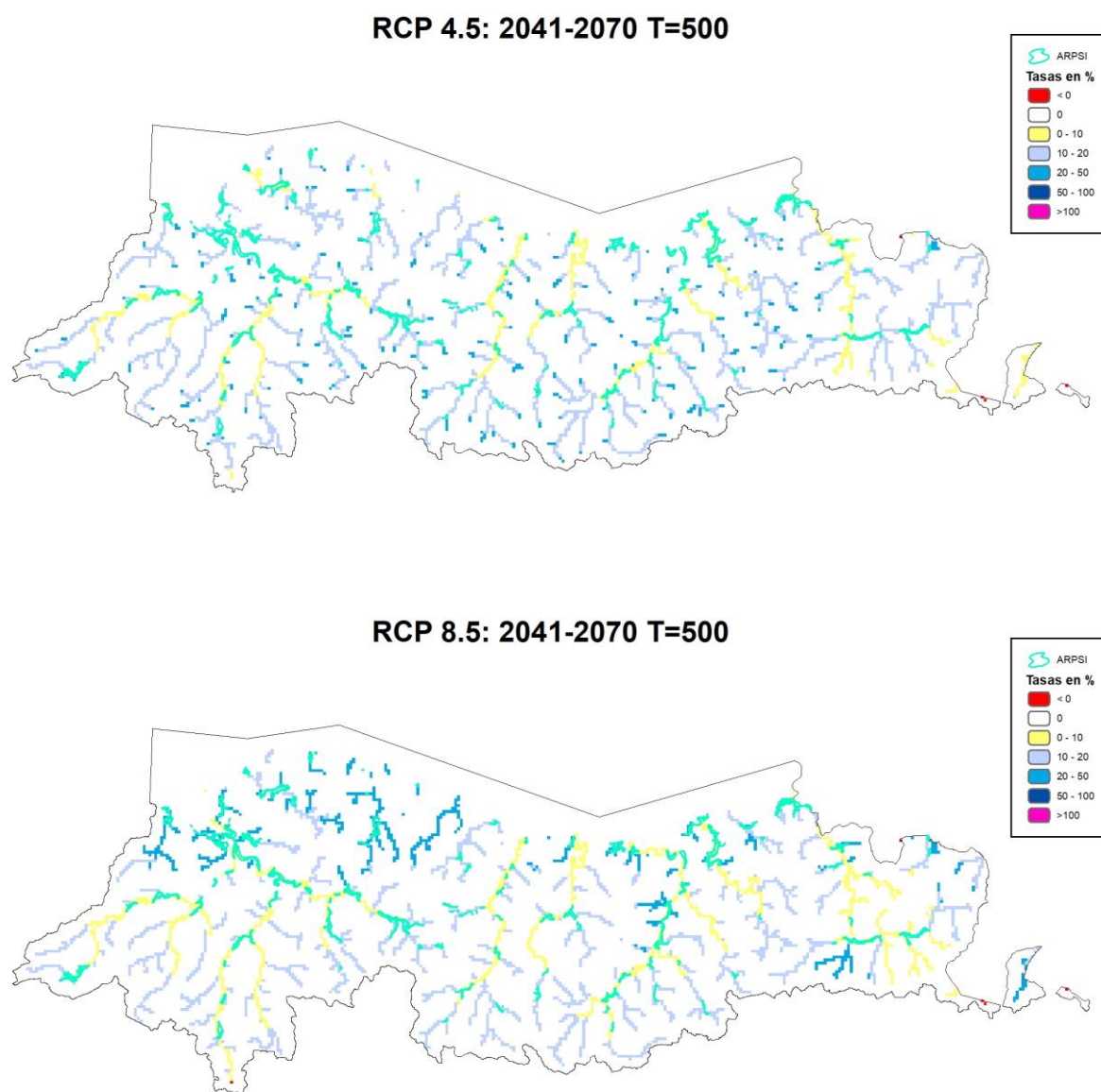


Figura 25. Tasas de cambio en cuantil de caudal para los cauces y ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental para el periodo de impacto 2041-2070 (T500) y los escenarios RCP4.5 (arriba) y RCP8.5 (abajo)

La tabla siguiente resume las tasas de cambio de caudal para la avenida de periodo de retorno de 500 años que resultan de este estudio en las ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental, tanto para el escenario RCP 4.5 como para el RCP 8.5. En más de la mitad de las ARPSIs los cambios son inferiores al 10 % y las mayores tasas de cambio se producen para el escenario más pesimista (RCP 8.5).

NÚMERO DE ARPSIS CON CAMBIOS EN T500		
TASA DE CAMBIO CAUDAL T500	RCP 4.5	RCP 8.5
Sin cambio o inferior al 10 %	57	49
Cambio 10-20 %	35	28
Cambio superior al 20 %	0	15
Total tramos ARPSI	92	

Tabla 5. Número de tramos ARPSI de la DH Cantábrico Oriental según el porcentaje de tasa de cambio en cuantil de caudal en T500 en los escenarios RCP4.5 y RCP8.5

El gráfico siguiente refleja la variabilidad de las tasas de cambio en las ARPSIs de la demarcación para los dos escenarios de cambio climático. El escenario RCP 8.5 es el que da lugar a una mayor variabilidad, especialmente para valores altos de cambio. Sin embargo, las medias de cambio son muy similares para ambos escenarios, con una media de en torno a una tasa de cambio del 12 %.

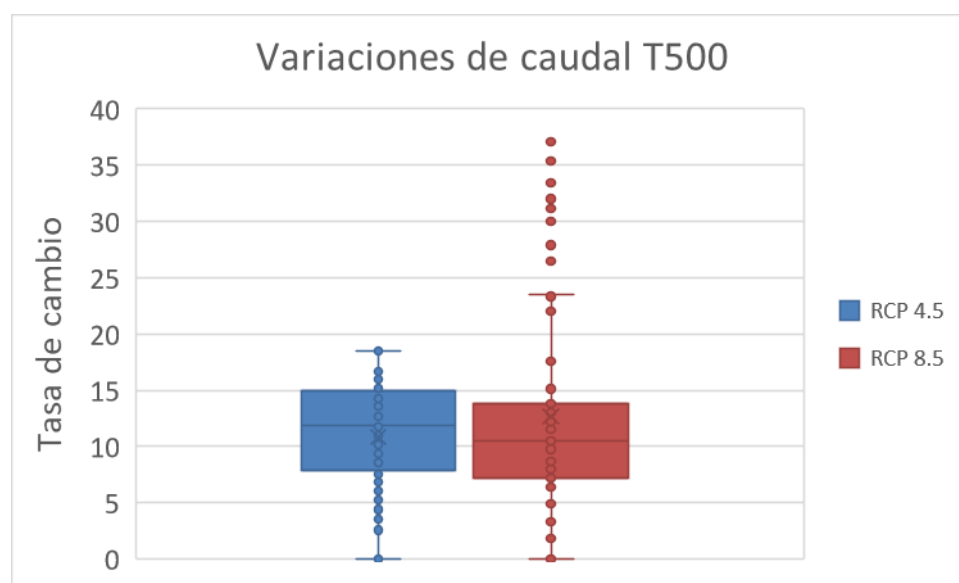


Figura 26. Gráfico de variabilidad de las tasas de cambio en cuantil de caudal T500 para las ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental

Estos trabajos complementan los análisis que se escriben en los apartados 6.1.1. y 6.1.2. del PGRI, en los que se analizaban las tasas de cambio de los cuantiles de precipitación máxima diaria para T10 y T100 (ámbito de la demarcación) y las variaciones de caudal (ámbito de País Vasco). En general, las tasas de cambio que resultan del presente trabajo para los caudales de T500 son relativamente pequeñas. Por otro lado, la incertidumbre asociada a estas proyecciones climáticas se suma a la incertidumbre propia de caudales con un periodo de retorno tan alto. Por lo tanto, se concluye que estos resultados, aunque relevantes, no justifican una ampliación, en este momento, de las ARPSIs ya definidas en la DH del Cantábrico Oriental.

4.3 Impactos de la variabilidad climática y el cambio climático en las inundaciones

De acuerdo con el último informe del IPCC, es previsible que el cambio climático altere la distribución espacial y temporal de las condiciones meteorológicas adversas. Resulta factible asumir que este tipo de condiciones meteorológicas extremas han podido ocurrir en el pasado como parte de la propia variabilidad hidro-climática. Esta variabilidad explica la alternancia de décadas con elevada frecuencia de eventos con otros periodos de escasez de extremos. Con el objeto de incorporar estos conceptos a la revisión de la EPRI de 3.^{er} ciclo, la Dirección General del Agua ha encargado al Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) una metodología de trabajo para analizar el impacto que la variabilidad climática y el cambio climático puedan tener en las inundaciones. Esta metodología se solapa parcialmente con el contenido desarrollado en los apartados 4.1 y 4.2 de este capítulo. En el presente apartado se describe el trabajo desarrollado por el CSIC con una atención especial a la realidad de la DH del Cantábrico Oriental.

Para mejorar el posible impacto del cambio climático en la peligrosidad de las inundaciones, se propone una metodológica centrada en mejorar el conocimiento de los eventos extremos bajo condiciones climáticas adversas y aplicar un enfoque de gestión adaptativa. Este conocimiento permite adoptar soluciones a las condiciones cambiantes (i. e., nueva información) sobre la base de un proceso iterativo continuo de revisión. La idea que subyace en esta propuesta consiste en abordar la problemática del efecto del cambio climático en las inundaciones partiendo de una escala local (bottom-up) basada en el análisis de eventos extremos bajo el clima pasado, presente y futuro. Por un lado, los registros de las inundaciones pasadas (históricas y paleo-inundaciones) aportan información sobre los efectos de la variabilidad climática en los caudales máximos y, por otro, los datos de extremos con escenarios de cambio climático basados en modelos de clima muestran el efecto del calentamiento global en las inundaciones. Estas dos metodologías son complementarias y requieren estudios detallados a escala local y de cuenca fluvial (Figura 27). Ambas fuentes de datos son empleadas para mejorar y validar la peligrosidad y el riesgo de inundación a escala de tramo mediante la implementación de modelos hidráulicos.

En los datos de caudales pasados se incorporan eventos de inundación producidos en periodos de calentamiento relativo o de incremento de la actividad de las inundaciones del pasado. En este enfoque se parte de la premisa de que eventos extremos que han acontecido alguna vez pueden repetirse en el futuro. Estos caudales del pasado se pueden analizar juntamente con registros instrumentales, lo que mejora sustancialmente la cuantificación de los cuantiles de inundación requeridos en los mapas de peligrosidad de la Directiva de Inundaciones. Por otro lado, esta aproximación permite validar y aportar un rango de certidumbre de cambio en la clásica aproximación basada en escenarios con modelos climáticos anidados con modelos hidrológicos. La metodología basada en desviaciones de caudales respecto a máximos del pasado constituye una práctica beneficiosa, de relativo bajo coste y que permite avanzar en la adaptación al cambio climático. Igualmente, esta información del pasado proporciona una evidencia “real” de sucesos de inundación que posibilitan la recuperación de la cultura del riesgo.

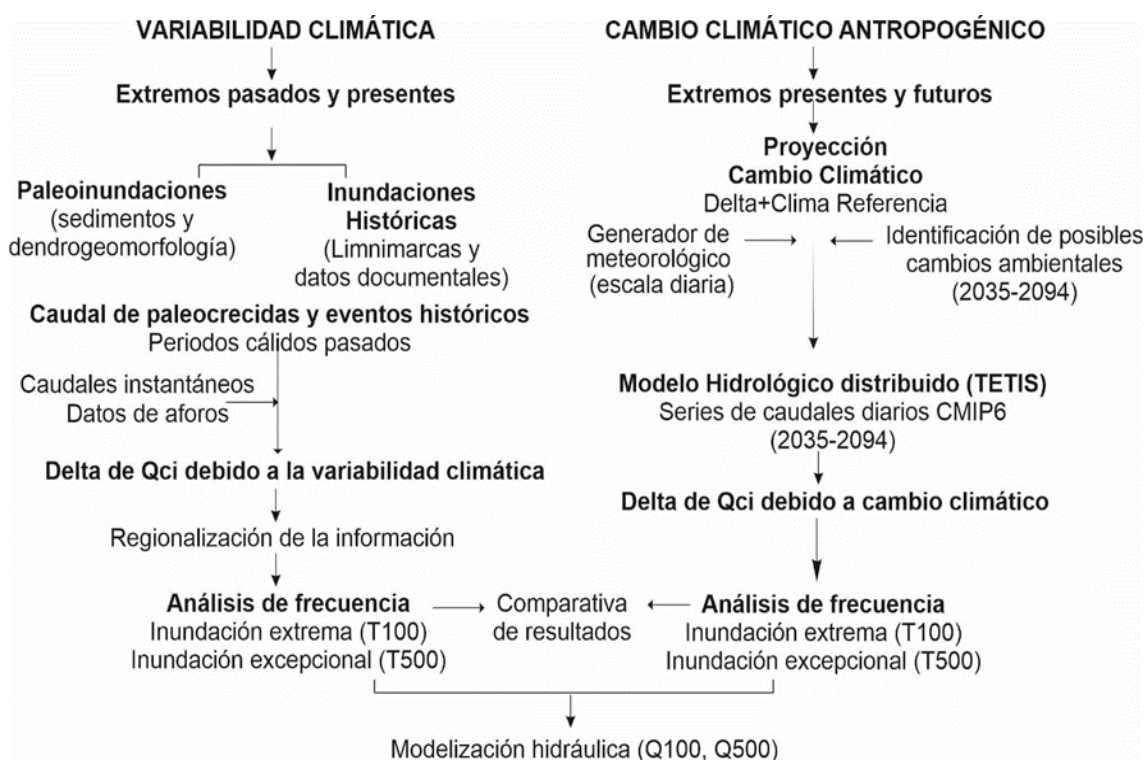


Figura 27. Esquema metodológico para el análisis de la variabilidad climática (extremos pasados y presentes) y del cambio climático bajo escenarios de emisiones (extremos presentes y futuro)

El estudio de las inundaciones extremas del pasado y presente (cuencas aforadas y no aforadas) se basa en la información derivada de los registros histórico, paleohidrológico e instrumental. Por lo general, el primer paso consiste en recolectar toda la información existente en la cuenca de estudio, particularmente la información histórica contenida en estos archivos municipales, periódicos locales y regionales, u otras fuentes como grabados, fotos o descripciones orales. Durante este proceso, se puede registrar información cualitativa y cuantitativa que aporte evidencias sobre la ocurrencia de inundación del pasado, así como de su magnitud y daños ocasionados (Benito et al., 2004 Tuset et al., 2022). Entre la información histórica de mayor relevancia están las placas de marcas de agua en zonas urbanas, puentes y construcciones aledañas a los cursos de agua.

Para el estudio paleohidrológico se deben identificar tramos fluviales de lecho estable (rocoso o aluvial estable) y con cambios en la anchura del valle de tal forma que se produzcan remansos durante las aguas altas de las crecidas. El análisis sedimentario y dendrogeomorfológico de inundaciones pasadas permite datar eventos del pasado y completar la serie histórica e instrumental. A su vez, las cotas definidas por las evidencias sedimentarias y botánicas pueden ser usadas para estimar retrospectivamente el caudal circulante con modelos hidráulicos (Benito et al., 2023; Ballesteros-Cánovas et al., 2011). Por lo general, el registro sedimentario tiene una precisión anual-decadal, pero permite cubrir los últimos milenios; mientras que el registro botánico tiene una precisión anual-sub-anual y cubre solo los últimos siglos en el mejor de los casos.

La comparación entre los caudales reconstruidos durante los últimos siglos/milenios, a sabiendas de la variabilidad general climática de la región, con los datos registrados durante

las últimas décadas posibilita dos cosas: (i) estudiar el factor de cambio en la frecuencia y magnitud de las inundaciones para los distintos modos de variabilidad climática y su comparación con la situación actual; (ii) estudiar la magnitud máxima capaz de generar la cuenca de estudio. De esta manera, se podrá dar una información más robusta sobre la dirección y magnitud del cambio esperado en un clima más cálido.

Los registros de inundaciones a largo plazo analizados en Europa y a escala de la península Ibérica revelan una fuerte variabilidad y no estacionariedad en la frecuencia de las inundaciones y una agrupación preferencial de paleoinundaciones en determinados periodos del pasado. Por otro lado, las frecuencias de las inundaciones recientes son difíciles de evaluar debido a la extensa regulación de los ríos (presas, diques) y a los cambios en el uso del suelo; sin embargo, las condiciones de precipitaciones extremas son y han sido siempre propicias para generar las grandes inundaciones. Estos estudios también sugieren que las magnitudes de las inundaciones actuales no son inusuales en el contexto de los últimos 1000 años. Los caudales máximos más altos del registro instrumental moderno han sido superados (98% de los casos) durante el período histórico (últimos 400 años), según revela la reconstrucción de caudales basado en indicadores de calado de las inundaciones pasadas.

El análisis de frecuencia usando datos de paleocrecidas muestra valores más altos de magnitud que los obtenidos en el registro de aforos. Las diferencias en los cuantiles muestran como los datos de paleocrecidas incorporan valores de caudales máximos con una componente temporal que supera la variabilidad meteorológica generada en unas pocas décadas del registro de instrumental. Es decir, las fluctuaciones cíclicas (seculares) de algunos extremos no son captadas en los registros de aforos.

4.3.1 Estudio cualitativo de los cambios en caudales máximos

Las series históricas de caudales registradas en estaciones de aforo tienen unas duraciones relativamente pequeñas en relación con las escalas de cambio climático (unas pocas décadas en el mejor de los casos). A pesar de ello, estas series de caudal permiten identificar cambios en el régimen de caudales de avenida que también resultan relevante de cara a valorar la variación futura de la inundabilidad en un contexto de cambio climático. En este apartado se describen los resultados de diversos trabajos centrados en la identificación de tendencias de cambio en las series históricas de caudales de avenida. Aunque la mayor parte de las estaciones de aforo utilizadas para este análisis están ubicadas fuera del ámbito de la DH del Cantábrico Oriental, las conclusiones resultan relevantes, en la medida que discuten tendencias de cambio y sus posibles orígenes.

Los estudios de tendencias y rupturas en las series de caudales máximos registrados en cursos en régimen natural o poco regulados de la península Ibérica, identifican rupturas en la media de los caudales máximos en el 55% de las estaciones. En el 88% de los casos, estas se constata una disminución de la media de los caudales medios de avenida tras estos puntos de ruptura (López de la Cruz, 2013; Mediero et al., 2014). En las cuencas del centro y sur de la península, estas rupturas se producen entre las décadas de los años 60 y 90. El estudio incluye únicamente una estación en la DH del Cantábrico Oriental, en la que no se identifica una variación significativa de la media, aunque sí un incremento de la varianza.

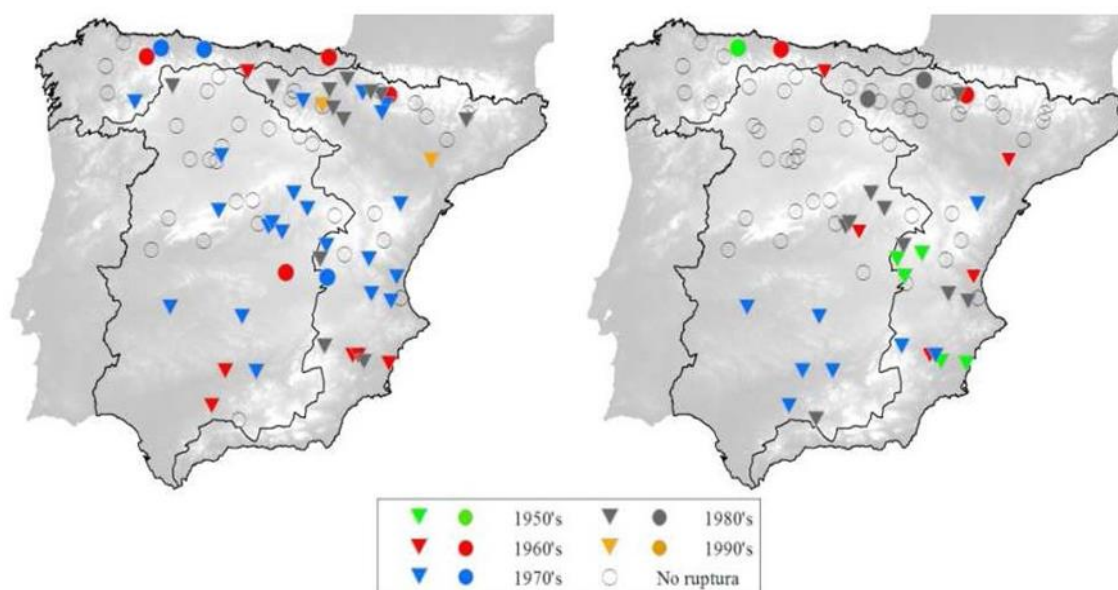


Figura 28. Mapas con la distribución espacial de las series de caudales máximos con puntos de ruptura en la media (derecha) y varianza (izquierda). Los triángulos indican descenso en la media o varianza después del punto de ruptura, mientras los círculos indican incremento (López de la Cruz, 2013)

Los registros del pasado evidencian una mayor variabilidad de los caudales extremos tanto espacial como temporalmente, en respuesta a las alteraciones de la circulación atmosférica, presentando una mayor sensibilidad en las inundaciones más extremas (inundaciones de T50 años y superiores). En las regiones mediterráneas la mayoría de los estudios indican que las magnitudes de las paleoinundaciones fueron mayores que las inundaciones observadas en estaciones de aforo. La caracterización de la torrencialidad del caudal de eventos pasados muestra un patrón espacial muy similar a la representada en los cambios de precipitación para periodos de retorno de 100 años en escenarios de emisiones altas (RCP 8.5).

Este análisis está limitado a la duración de las series históricas de aforo, que como se ha comentado anteriormente, no se extienden más allá de unas pocas décadas en el mejor de los casos. Existen algunos estudios fuera del ámbito de la DH del Cantábrico Oriental que extienden este registro mediante reconstrucciones de los caudales asociados a inundaciones históricas y otros datos de inundaciones históricas y paleoinundaciones. La principal conclusión de estos trabajos es que los rangos de caudal aumentan de forma dramática al incorporar información de eventos del pasado.

4.3.2 Cambio climático en otros factores que influyen en el riesgo de inundación

El cambio climático produce modificaciones sobre las variables climáticas y la circulación de la atmósfera, a la vez que interacciona con otros sistemas biofísicos y entre éstos y los sistemas sociales, pudiendo amplificar o atenuar sus efectos, lo que dificulta la predicción de su evolución. En el caso de los sistemas hidrológicos, el cambio climático afecta a los patrones de lluvia, tanto en sus variables medias como en los extremos (sequías, lluvias intensas). Sin embargo, la hidrología depende de otros parámetros directamente relacionados

con el cambio global, tales como la cubierta vegetal, usos del suelo, construcción de embalses, que afectan en igual o mayor grado a los valores de escorrentía que contribuyen a los caudales de inundación. Por tanto, es necesario que, en lo sucesivo, el análisis de los efectos del cambio climático en la inundabilidad incorpore también estos otros factores interrelacionados.

En este apartado se describen los principales indicadores de cambio a escala de cuenca y de tramo fluvial, que puede tener una incidencia directa o indirecta en la delimitación de las zonas inundables para los supuestos descritos dentro del PGRI. En la tabla siguiente se identifican los elementos fundamentales que han sido incorporados al desarrollo de la Directiva de Inundaciones en los dos primeros ciclos y una sugerencia de nuevos estudios que podrían ser incorporados en futuros ciclos:

Metodología	1.º y 2.º ciclo Directiva	Estudios a incorporar en futuros ciclos de la Directiva
Hidrología	Análisis estadísticos	Análisis de tendencias Modelos no estacionarios
	Simulación P-E	Cambios de uso del suelo
Hidráulica	Geometría lecho fijo	Cambios en rugosidad Cambios en la geometría del cauce
	Flujo agua sin carga sedimentaria	Transporte sedimentos y carga flotante
Geomorfología	Cauce histórico y zona inundable	Incisión y agradación
	Morfometría fluvial	Morfodinámica (Espacio de Movilidad Fluvial)
Información Histórica	Documentales	Paleoinundaciones: - Evidencias sedimentarias - Botánicas (dendro) - Archivo documentales
	Fotografías	

Tabla 6. Principales componentes metodológicos usados para la generación de mapas de peligrosidad en el 1.º y 2.º ciclo de la Directiva, y elementos de análisis para avanzar en el estudio de los impactos del cambio climático sobre la delimitación de zonas inundables

Los cambios de uso de suelo influyen de forma notable en el comportamiento hidrológico de las cuencas fluviales y, por tanto, en el régimen de inundaciones. En las últimas décadas, los cambios de usos de suelo se han intensificado en el mundo, generalmente hacia situaciones

de una mayor degradación del suelo. En España, el abandono de los campos agrícolas ha tenido enormes consecuencias ambientales, y en particular sobre la hidrología del suelo, escorrentía, fuentes de sedimentos, erosión del suelo, ajustes de cauces fluviales y riesgos de incendios forestales (van Leeuwen et al., 2019). Los cambios debidos al abandono del suelo y proliferación de masa forestal han estado históricamente asociados a una mayor probabilidad de incendios (Montiel-Molina et al., 2019), que pueden favorecer la erosión y pérdida de suelo. Por otro lado, los procesos de recuperación de la cobertura forestal durante los últimos años pueden mejorar los procesos hidrológicos en las cuencas (ej. infiltración) y, por lo tanto, reducir el impacto sobre las poblaciones humanas de las inundaciones, la erosión del suelo y/o deslizamientos de tierra. Este aumento de la cobertura forestal puede llevar consigo una mayor interceptación de la precipitación en forma de nieve, reduciendo significativamente el equivalente de agua que llega al suelo (Sanmiguel-Vallelado et al., 2020).

La proyección futura de posibles escenarios o configuraciones de usos del suelo representa una tarea compleja ya que las variaciones en la ocupación del suelo no son fácilmente predecibles, y dependen de movimientos demográficos y políticas socio-económicas externas al medio natural (Arnold et al., 1998). En el mismo sentido que los modelos del clima, se pueden establecer escenarios de la evolución de los usos del suelo en el futuro, que permitan evaluar su impacto en la escorrentía superficial y en los caudales de inundación.

En los estudios a escala de tramo conviene determinar los condicionantes geomorfológicos y biológicos que afectan a la capacidad de desagüe y la conectividad hidrológica y sedimentaria. En concreto, la densidad de la vegetación riparia puede afectar a la rugosidad y a la capacidad de evacuación de las aguas de crecida, así como incrementar la carga leñosa que pueda ocasionar taponamiento de puentes e infraestructuras transversales. Igualmente, la disminución de la velocidad en algunas zonas con vegetación contribuye a incrementar las tasas de sedimentación. Por otro lado, la propia dinámica fluvial produce cambios o perturbaciones en la morfología del cauce que pueden ser de tipo estacional (acumulación de gravas en barras), progresivas (e.g. erosión de banco en orilla cóncava), o bruscas (avulsión de meandros) en relación con inundaciones extraordinarias. En estos casos, el cambio en la sección transversal y geometría longitudinal de cauce genera un cambio topográfico que se refleja en los caudales de desbordamiento, y por tanto en la extensión de las zonas inundables para un mismo caudal. En numerosos casos la carga sólida puede suponer más de un tercio del volumen total del caudal pico. Igualmente, los procesos asociados al transporte de sedimentos pueden derivar en sedimentación en determinadas partes del cauce y facilitar los desbordamientos de la llanura de inundación. La carga de sedimento sólido que acarrea el flujo de inundación tiene un alto potencial para obstruir o represar la corriente, modificar la geometría del cauce, así como para modificar las propiedades del flujo (Vazquez-Tarrío et al., 2024). Por ello, se propone cuantificar el arrastre e incorporación de sedimentos durante los eventos de inundación.

Igualmente, la presencia de material leñoso puede llegar a retener y acumular un volumen significativo de sedimento, y puede ser determinante en la configuración geomorfológica del río (Ruiz-Villanueva et al., 2015). El papel del material leñoso no ha sido estudiado sistemáticamente, y en cuencas de montaña de tamaño medio-pequeño puede tener un efecto importante en los picos de inundación (Martín-Vide et al., 2023). La presencia de material

leñoso en los ríos incrementa la rugosidad, facilita la acumulación de sedimento y materia orgánica creando obstáculos en el trazado y desarrolla zonas de bifurcación del flujo.

4.4 Elaboración de una base de datos de paleoinundaciones como apoyo a la revisión de la EPRI incluyendo los efectos del cambio climático: la base de datos PaleoRiada

La Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) del primer y segundo ciclo de desarrollo de la Directiva de Inundaciones siguió para la definición de las ARPSIs una metodología (descrita en el capítulo 2) que sugería la recopilación de la información fácilmente disponible sobre: topografía y cartografía existente, geomorfología, información histórica, usos del suelo, red e infraestructuras hidráulicas, estudios de inundabilidad, cambio climático y planes especiales de protección civil.

La información histórica en los dos anteriores ciclos de EPRI se ha limitado a la recopilación de: Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH), consulta a la guardería fluvial, proyectos de obras y actuaciones de emergencia tras inundaciones, informes sobre eventos extremos y catastróficos y registros hidrológicos. A partir del análisis de esta información fácilmente disponible se pretendía la identificación de zonas aluviales y torrenciales y los principales episodios históricos, que ayudasen a la preselección de zonas de inundación potencial.

Las **paleoinundaciones** son inundaciones documentadas en medios no históricos, fundamentalmente a través del registro geológico (sedimentos y rocas) y mediante técnicas dendrocronológicas (evidencias en los anillos de crecimiento de árboles). Las paleoinundaciones resultan de especial interés porque extienden el registro de inundaciones pasadas más allá de las conocidas documentalmente y porque pueden registrar eventos de magnitud extraordinaria. Existen numerosos registros de paleoinundaciones, pero en su mayoría son artículos científicos. Con el fin de recopilar y dar a conocer esta información, la Dirección General del Agua (DGA, MITERD) encargó al Instituto Geológico y Minero (IGME, CSIC), en colaboración con el MNCN (a través de la Subvención de la DGA al CSIC para investigación), la elaboración de una base de datos sobre paleoinundaciones con el fin de incorporarla a los trabajos de desarrollo de la Directiva de Inundaciones.

El resultado de este trabajo es [PaleoRiada](#), una base de datos accesible a través de un visor que a la fecha de la publicación de este documento (julio de 2024) contiene un total de 299 registros de paleoinundaciones. Cada uno de estos registros contiene información sobre el ámbito espacial, referencia bibliográfica, fecha de la inundación, tipo de evidencia e información adicional condicionada por las características del registro (caudales estimados, tipo de inundación, etc.).

Ninguna de las paleoinundaciones registradas en la base de datos de PaleoRiada afecta al ámbito de la DH del Cantábrico Oriental, por lo que esta información no ha sido tomada en cuenta en la revisión y actualización de la EPRI.

4.5 Estudio de la influencia del cambio climático en las inundaciones debidas al mar

El PGRI del ciclo 2021-2027 concluye que, de todos los efectos del cambio climático, el que sin duda tiene un efecto más claro en la inundabilidad de la DH del Cantábrico Oriental es el ascenso del nivel del mar. De acuerdo con el informe AR6 del IPCC, existe una evidencia muy clara de que se está produciendo un incremento del nivel medio del mar, tal y como refleja la tasa de ascenso medio de 2.3 mm/año durante el periodo 1971-2018. Además, este informe considera como muy probable que el nivel del mar continúe ascendiendo durante el siglo XXI, probablemente a una tasa mayor (entre 9 y 18 mm/año para el escenario SSP5-8.5 y un nivel medio de confianza).

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 introdujo una regulación específica para afrontar con garantías la lucha contra los efectos del cambio climático en el litoral. Entre otras cuestiones, su Disposición adicional octava establece la obligación del entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de proceder a la elaboración de una estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático en el plazo de dos años desde la entrada en vigor de la Ley. Se señala igualmente que dicha estrategia se sometería a Evaluación Ambiental Estratégica, en la que se indicaran los distintos grados de vulnerabilidad y riesgo del litoral y se propondrían medidas para hacer frente a sus posibles efectos.

De acuerdo con ello, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del entonces Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente redactó la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, que fue sometida al procedimiento de evaluación ambiental estratégica ordinaria según lo previsto en la Sección 1ª del Capítulo I del Título II de la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental. Con fecha 12 de diciembre de 2016, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emitió Resolución por la que se formuló Declaración Ambiental Estratégica favorable de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, concluyéndose que, cumpliendo los requisitos ambientales que se desprenden de la Declaración Ambiental Estratégica, no se producirían impactos adversos significativos.

En julio de 2017, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar resolvió aprobar la [Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española](#). Esta Estrategia se estructura en tres partes:

- *Primera parte: Diagnóstico de la situación actual:*

Esta primera parte recoge fundamentalmente una descripción de la costa española, con sus diferentes vertientes y características, un resumen del último informe IPCC y sus implicaciones para nuestra costa y un diagnóstico para toda la costa en relación con el cambio climático.

- *Segunda parte: Objetivos específicos, directrices generales y medidas*

En este apartado se recogen los objetivos específicos de la Estrategia y las directrices generales (incluyéndose los sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático, los factores de cambio, los escenarios y proyecciones, los impactos incluidos y los niveles de riesgo y de consecuencias), así como las medidas propuestas.

- *Tercera parte: Implementación y seguimiento*

Esta última parte recoge aspectos tales como los análisis coste-eficacia de las medidas, las fuentes de financiación y calendario y el seguimiento de la estrategia. Asimismo, se incluyen aspectos como la coordinación y los instrumentos adicionales.

A la hora de evaluar la influencia del cambio climático en las inundaciones debidas al mar, se ha de tener en cuenta el diagnóstico incluido en la primera parte de la Estrategia, para el cual se han empleado los resultados del proyecto C3E ([Cambio Climático en la Costa Española](https://c3e.ihcantabria.com/)). Entre los objetivos de este proyecto se incluía la necesidad de:

- *Aportar una visión de los principales cambios acontecidos en las costas españolas en décadas recientes*
- *Proporcionar una cuantificación de los cambios futuros apoyada en diversos escenarios de cambio*
- *Inferir los posibles impactos en horizontes de gestión de varias décadas*
- *Proporcionar una visión de la vulnerabilidad actual de las costas ante los mismos*
- *Establecer métodos, datos y herramientas para sucesivos pasos y análisis a escalas de mayor resolución espacial con el fin de establecer líneas de actuación encaminadas a la gestión responsable y la disminución de los riesgos, en aras de un desarrollo más sostenible y seguro del litoral español.*

Las principales conclusiones derivadas del proyecto C3E, publicadas en el visor cartográfico <https://c3e.ihcantabria.com/> y directamente relacionadas con las inundaciones debidas al mar, son las siguientes:

- *Los sistemas costeros y, en especial, las zonas bajas como las desembocaduras de los ríos, estuarios y marismas, experimentarán impactos adversos como la inundación costera y la erosión debido a la subida del nivel del mar y cambios en la dirección e intensidad del oleaje.*
 - *En términos absolutos, la costa cantábrica será uno de los ámbitos en los que se alcancen cotas absolutas de inundación absolutas.*
 - *Aunque las proyecciones de marea meteorológica tienen un elevado grado de incertidumbre, la subida del nivel del mar potenciará los eventos extremos de inundación, aumentando su intensidad y especialmente su frecuencia.*
 - *Considerando un escenario tendencial de aumento del nivel medio del mar a 2040 (aproximadamente 6 cm), las playas de la cornisa cantábrica experimentarán retrocesos medios cercanos a los 3 m. Es necesario hacer constar que estos valores son cotas inferiores. Por un lado, consideran un escenario tendencial con un valor de aumento del nivel del mar muy inferior al proyectado en el último informe del IPCC para dicho horizonte que cuadruplica aproximadamente el valor tendencial. En*

segundo lugar, estos valores de retroceso corresponden únicamente a la componente de inundación lenta por aumento del nivel del mar, sin tener en cuenta, los posibles efectos de los eventos extremos.

- *Más aún, es necesario hacer constar que el uso de escenarios tendenciales, es decir, obtenidos a partir de la extrapolación de las observaciones históricas se encuentra del lado de la inseguridad a la hora de la evaluación de riesgos, dado que infravalora el impacto que las emisiones presentes y futuras puedan tener sobre el nivel del mar. Por ello, es esperable que los retrocesos en las playas vayan a ser superiores a los correspondientes a los escenarios tendenciales.*
- *Si la tendencia en el aumento de la población, actividades y localización de bienes en la costa española continúa, se incrementará la exposición y vulnerabilidad costera. Los riesgos y consecuencias sobre el sistema socioeconómico debidas a eventos extremos de inundación ya experimentadas en la actualidad continuarán, y se verán agravadas, por los efectos del cambio climático y en especial por la subida del nivel del mar.*
- *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 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.*
 - *Los citados impactos negativos por aumento del nivel medio del mar se verán potenciados en el horizonte 2100 para cualquier proyección de aumento del nivel del mar considerada en todos los puertos españoles o infraestructuras localizadas en la costa (energía, transporte, abastecimiento, saneamiento, etc.) requiriendo la introducción de medidas de adaptación durante las próximas décadas.*
 - *Ante un escenario de aumento del nivel medio del mar de 50 cm en el periodo 2081-2100, el incremento de la cota de las obras de protección frente a la inundación costera o de las infraestructuras de defensa portuarias, necesario para mantener la misma frecuencia de excedencias por eventos de inundación que la observada en el periodo 1986-2005, se sitúa entre 40 y 60 cm en el Cantábrico.*
 - *Considerando escenarios tendenciales para el aumento del nivel del mar y la vulnerabilidad en la costa noratlántica, en el año 2040 habrá un porcentaje significativo de la población de la DH del Cantábrico Oriental en zona inundable por fenómenos costeros. En el caso del territorio histórico de Gipuzkoa, este porcentaje se estima entre un 2 y un 3 %. Estas las proyecciones se han realizado sin considerar adaptación.*
 - *También en el territorio histórico de Gipuzkoa, para el horizonte temporal 2040 la proyección tendencial de la inundación permanente sin adaptación implicaría unos costes entre el 0,4 y 1,5% del PIB anual provincial a 2008, considerando una tasa de descuento del 3%. Si se considera el evento extremo de inundación de periodo de retorno de 50 años y sin adaptación, las consecuencias económicas se distribuirían irregularmente en el territorio histórico de Guipúzcoa, alcanzando valores de entre el 0,4% y el 2,6 % del PIB provincial ante un evento extremo equivalente en 2040.*

- Las infraestructuras son el principal activo expuesto.

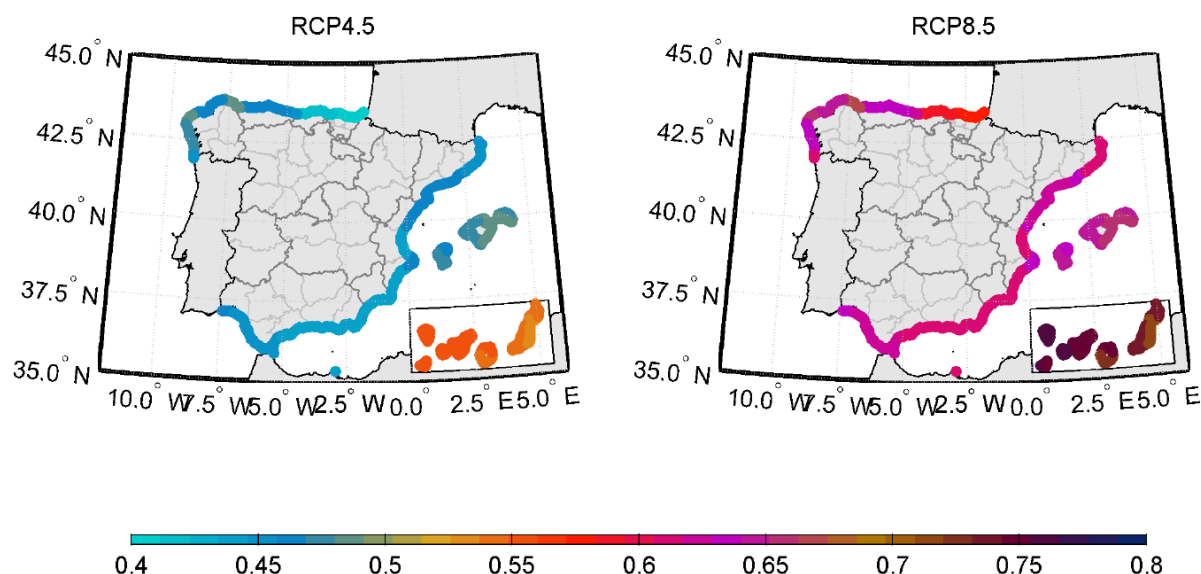


Figura 29.- Proyecciones regionalizadas de aumento del nivel del mar (m) en el período 2081-2100 (con respecto al período 1986-2005) para los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) en las costas españolas.

Fuente: adaptado de Slangen et al. (2014)

Posteriormente, dentro de las actividades desarrolladas en el marco del proyecto “Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático a lo largo de la costa española” realizado entre el MITECO y la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, se presentaron en noviembre de 2019 las nuevas proyecciones de las dinámicas marinas regionalizadas y que el MITECO ha puesto a disposición (<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/estrategia-adaptacion-cambio-climatico.html>).

En el marco de dicho proyecto, se ha procedido a evaluar la incorporación de las repercusiones del cambio climático en la incidencia de las inundaciones costeras, haciendo uso de los desarrollos y bases de datos mencionados anteriormente, realizando las actualizaciones necesarias en la información generada durante el primer ciclo de aplicación de la Directiva de Inundaciones.

Esta tarea se ha resuelto haciendo uso de las nuevas bases de datos de proyecciones regionales de cambio climático de variables marinas, para estimar el impacto en la inundación costera, tomando como base las metodologías y herramientas desarrolladas en el [proyecto iOLE](#), a lo largo de los perfiles topo-batimétricos generados en dicho proyecto que, cada aproximadamente 200 m, recorren todo el litoral español. Una de las tareas fundamentales de este trabajo ha sido adaptar la metodología original del iOLE para emplear dichas nuevas bases de datos en lugar de las originalmente utilizadas, desarrolladas en el proyecto C3E. De esta forma se ha revisado el impacto del cambio climático en la inundación costera a lo largo de los perfiles topo-batimétricos generados en el proyecto iOLE que, cada aproximadamente 200 m, recorren todo el litoral español.

La nueva metodología generada ha permitido comparar los eventos extremos de inundación costera proyectados con los históricos, en cada uno de los perfiles topo-batimétricos y acotando la incertidumbre en la determinación del impacto del cambio climático en la inundación costera en España. Para ello se han utilizado distintos escenarios climáticos (RCP 4.5 y 8.5), periodos de tiempo (1985-2005, 2026-2045, 2081-2100), modelos climáticos, función distribución de ANMM (aumento del nivel medio del mar) y periodos de retorno (10, 50, 100 y 500 años). Este amplísimo escenario de alternativas estudiadas ha permitido obtener una profunda visión de la repercusión del cambio climático en la inundación costera, prestando especial hincapié en la cuantificación de la incertidumbre asociada a los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos se han organizado en dos escalas espaciales. Primeramente, con base a los resultados obtenidos directamente en las proyecciones regionales de cambio climático de variables marinas (resolución espacial de aproximadamente 10 km) se ha generado un atlas con la distribución del nivel del mar compuesto (TWL) a lo largo de la costa española. La definición de TWL utilizada, incorpora únicamente las componentes de nivel del mar respecto al nivel medio del mar local, es decir la suma de la marea astronómica, marea meteorológica y ANMM, sin la contribución del oleaje. Posteriormente, se ha evaluado la inundación costera a la escala de los 200 m, mediante el uso de los perfiles topo-batimétricos del iOLE, lo que ha permitido evaluar todos los procesos de inundación bidimensionales debidos a la acción conjunta del nivel del mar y el oleaje. La inundación costera se ha caracterizado por medio de la cota de inundación (CI, distancia en vertical, respecto al 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). Cabe señalar que los procesos de inundación costera se han resuelto mediante el modelo numérico IH2VOF (<https://ihcantabria.com/specialized-software/ih2vof/>), que es uno de los más avanzados en su clase, debido fundamentalmente a su versatilidad, robustez y su extensa validación para reproducir la hidrodinámica en la zona de rompientes. Asimismo, la gran cantidad de información utilizada se ha administrado eficientemente mediante técnicas estadísticas de clasificación y selección de variables de alta dimensionalidad (Camus et al., 2011).

Los resultados de ambas aproximaciones permiten caracterizar de forma general el impacto del cambio climático en toda España. De forma particular, los resultados del atlas (a la escala de los 10 km) son válidos en zonas dónde el oleaje no tiene relevancia (por ejemplo, en el interior de rías o estuarios, o al abrigo de infraestructuras portuarias). Por otro lado, los resultados de la cota y distancia de inundación costera (a la escala de los 200 m) se generan a lo largo de la línea de costa directamente expuesta a la acción del oleaje (sin entrar en rías, estuarios, interior de puertos, etc.); no se generan en acantilados, pues se considera que no se ven afectados por la inundación costera; tampoco se generan resultados donde la inundación supera los 1000 m, pues los perfiles del iOLE tienen una extensión máxima emergida de 1000 m. Todos los resultados obtenidos, a ambas escalas, evalúan la inundación costera para distintos escenarios, horizontes y modelos climáticos. Dichos resultados se organizan en mapas de cambios respecto al periodo histórico de referencia, calculando la media y la desviación típica del ensemble de los distintos modelos climáticos evaluados; también se representan los valores del periodo histórico de referencia. Los mapas de cambio

respecto al periodo de referencia se generan de forma adimensional, permitiendo caracterizar la incidencia del cambio climático en la magnitud de los eventos extremos de inundación, mediante los mapas de incremento relativo (%) y también permitiendo caracterizar la incidencia del cambio climático en la frecuencia de ocurrencia de los eventos extremos de inundación, mediante los mapas de Factor de Amplificación del periodo de retorno.

La ingente cantidad de mapas generados a escala estatal, complica la gestión y observación de los resultados a la escala espacial de su generación (hasta ~200 m a lo largo de la línea de costa). En el documento «[Incorporación de los efectos del cambio climático para dar cumplimiento a la Directiva de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación](#)» se resume la metodología y los principales resultados obtenidos en estos estudios.

Todo el ámbito litoral de la DH del Cantábrico Oriental se encuentra dentro de la Comunidad autónoma del País Vasco, donde este trabajo se ha desarrollado a través del proyecto «KOSTAEGOKI Vulnerabilidad, riesgo y adaptación de la costa del País Vasco frente al cambio climático». KOSTAEGOKI fue elaborado EN 2022 por el Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. El estudio incluye un análisis del efecto del cambio climático en la inundabilidad de la zona costera del País Vasco. El PGRI de la DH del Cantábrico Oriental incorporó este estudio de carácter regional.

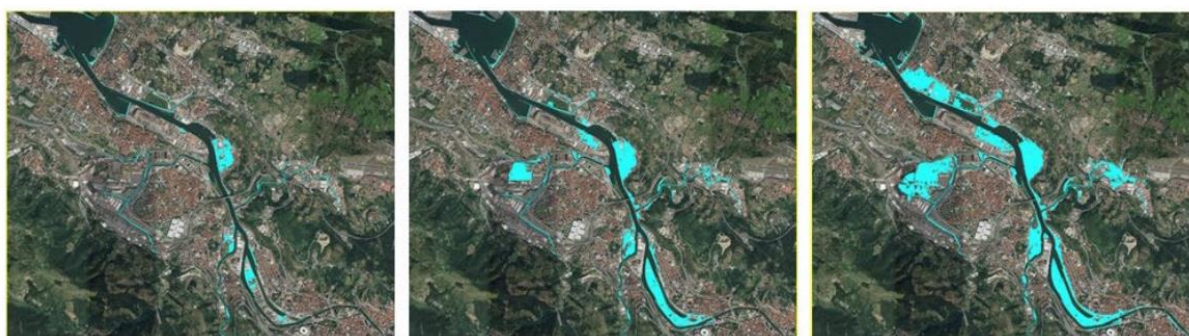


Figura 30. Inundación de la ría de Bilbao por el nivel del mar en diferentes escenarios de cambio climático, de acuerdo con el estudio «KOSTAEGOKI Vulnerabilidad, riesgo y adaptación de la costa del País Vasco frente al cambio climático»

Los resultados georreferenciados obtenidos en KOSTAEGOKI se puede consultar en el visor web <https://gis.ihobe.eus/kostaegoki> y en la web de la Infraestructura de Datos Espaciales de Euskadi, geoEuskadi (<https://www.geo.euskadi.eus>). En estos visores se muestra el alcance de las superficies de inundación para diferentes periodos de retorno y escenarios climáticos con diferentes ascensos del nivel medio del mar. Los visores también incluyen información sobre los impactos de estos cambios en los sistemas socioeconómicos y naturales.

KOSTAEGOKI concluye que el ascenso del nivel del mar aumentará de forma significativa el impacto de las inundaciones costeras en el litoral vasco. Sin embargo, las ARPSIs costeras y mixtas definidas en la demarcación abarcan ya las zonas con un riesgo de inundación significativo, por lo que no está justificado hacer modificaciones. Las tasas de ascenso del nivel del mar no justifican una modificación de las ARPSIs.

Finalmente, a nivel estatal también se ha definido la metodología para generar nuevos mapas de peligrosidad de la inundación costera, por si fuese necesario o de interés en algún tramo costero. En cualquier caso, se considera que con toda la información que contiene los diferentes visores ligados a estos proyectos se tiene en cuenta adecuadamente la repercusión del cambio climático en la inundación costera en España (tal y como expresa la Directiva de Inundaciones), pues el impacto del cambio climático en la inundación costera está perfectamente cuantificada respecto al periodo histórico de referencia. En el documento [«Incorporación de los efectos del cambio climático para dar cumplimiento a la Directiva de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación»](#) se resumen los trabajos elaborados. Por lo tanto, se concluye que no existe necesidad de generar nuevos mapas de peligrosidad de la inundación costera para el presente ciclo de aplicación de la Directiva de Inundaciones.

Por otro lado, se ha elaborado recientemente El **Plan Estratégico Nacional para la Protección de la Costa Española** considerando los Efectos del Cambio Climático (en adelante, PEN), financiado por el Programa de Apoyo a las Reformas Estructurales de la Unión Europea e implementado en colaboración con EUCC y sus socios, y la Comisión Europea, tiene como objetivo general proporcionar un enfoque coherente en el ámbito nacional, garantizando la armonización regional y la aplicación de las medidas de protección más adecuadas para todo el litoral español, entendidas como todas aquellas que medidas que recaen dentro de las competencias de la Dirección General de la Costa y del Mar (DGCM) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), fundamentalmente en relación a la gestión del riesgo de erosión de la costa, buscando **sinergias con la gestión del riesgo de inundación** e incorporando la adaptación al cambio climático.

La misión del PEN es guiar la toma de decisiones para ordenar las actuaciones y realizar por la DGCM en el ámbito nacional durante el presente ciclo de gestión, desde la actualidad (año de referencia 2022) hasta 2045, en el marco de sus competencias.

Para ello, el PEN incluye una propuesta de 5 programas de actuación, que se desarrollan en 17 actuaciones estratégicas y 80 actuaciones específicas de ámbito nacional, con el fin de mejorar la comprensión de las características y funcionamiento del sistema costero y hacer posible la racionalización de las intervenciones sobre el mismo alineándolas con las funciones y usos permitidos de la costa.

El PEN sigue las directrices marcadas por la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española y constituye la base y marca los principios a los que deben ajustarse las Estrategias para la Protección de la Costa.

El texto del Plan puede consultarse en el siguiente enlace

<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/planestrategiconacional.html>

Como complemento a este Plan, se ha elaborado una [Guía para el análisis regional del riesgo de erosión e inundación costera considerando los efectos del cambio climático](#). Esta metodología ya ha sido empleada para la redacción de las Estrategias de Cádiz, Málaga, Almería, e Illes Balears (también financiadas con cargo al Programa de Apoyo a las Reformas Estructurales de la UE).

5 Resultados y propuesta de actualización de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación

En este apartado se discuten los resultados de la revisión y actualización de la EPRI siguiendo la metodología descrita en el apartado 3.

5.1 Inundaciones históricas e impacto de inundaciones

Aunque las inundaciones documentadas durante el periodo 2019-2024 han afectado a algunos tramos fluviales no incluidos dentro de ámbito ARPSI, la mayor parte de los incidentes registrados coincide con zonas delimitadas como ARPSI.

De acuerdo con el estudio «Caracterización y análisis del riesgo por inundaciones en las cuencas de Euskadi», cuyos resultados se describían en el apartado 3.2, entre un 75 y un 89 % de los partes registrados tramitados por el Consorcio de Compensación de Seguros están asociados a ARPSIs. Un resultado similar se obtiene a partir de los datos del CCS del periodo 1997-2023 para todo el ámbito de la demarcación. Este rango de valores es debido a que los datos de esta entidad se encuentran agregados por códigos postales con el fin de garantizar la anonimidad de la información, de forma que existe una cierta incertidumbre en la geolocalización de los datos. Si se analiza la distribución espacial de los daños económicos reportados en estos partes, el resultado es similar al del número de partes, con una clara concentración del impacto en las ARPSIs.

Es interesante señalar que, si se consideran únicamente las inundaciones de naturaleza fluvial, el porcentaje de daños coincidente con ARPSIs aumenta, mientras que si se consideran las inundaciones de tipo pluvial el porcentaje se reduce ligeramente. Estos datos reflejan que las inundaciones estrictamente pluviales suelen tener una distribución más amplia porque reflejan situaciones locales de drenaje insuficiente. Los daños por inundaciones fluviales, por el contrario, tienden a concentrarse en tramos fluviales inundables de naturaleza urbana, que se encuentran incluidos en su mayor parte dentro de ámbitos ARPSI.

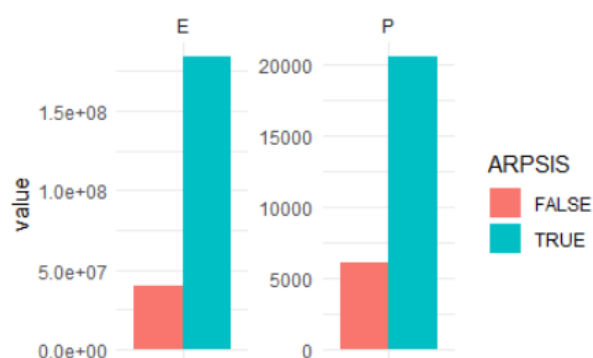


Figura 31. Distribución del impacto de las inundaciones del periodo 2001-2021 en el ámbito del País Vasco coincidentes con ARPSIs (TRUE; azul) y no coincidentes con ARPSIs (FALSE; rojo). El impacto se expresa en función de los daños reportados en euros (E) y del número de partes (P) tramitados por el Consorcio de Compensación de Seguros.

Los resultados del estudio «Caracterización y análisis del riesgo por inundaciones en las cuencas de Euskadi» confirman que **las ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental abarcan la mayor parte de los daños producidos por las inundaciones**, al menos en el ámbito del País Vasco, que abarca la mayor parte de la superficie de la demarcación y de la población. **El daño restante** (en torno a un 20 %) **tiene una distribución muy dispersa y está vinculado a núcleos de población y zonas industriales de pequeña entidad**. Debido a ello, **no se considera necesario ampliar las ARPSIs actuales para abarcar estas zonas de daño porque en estos ámbitos no se supera el umbral de significatividad**.

5.2 Cambio climático

En el capítulo 4 se actualiza el análisis de las incidencias del cambio climático en la inundabilidad de la DH del Cantábrico Oriental. Tal y como se concluye, desde la revisión y actualización de la EPRI de segundo ciclo no ha habido avances relevantes en el conocimiento que se tiene de esta problemática. Por lo tanto, no hay cambios en el planteamiento que se hizo en la EPRI de segundo ciclo:

- El ascenso del nivel del mar tendrá un impacto seguro en la inundabilidad del litoral de la demarcación. Sin embargo, las ARPSIs costeras y mixtas vigentes ya abarcan las principales zonas de riesgo de la costa y la tasa de ascenso del nivel medio del mar no es suficiente para justificar cambios en la delimitación de estos ámbitos.
- Aunque las proyecciones climáticas apuntan hacia un posible cambio en el régimen de precipitaciones y a una mayor virulencia de los episodios tormentosos, existen todavía muchas incertidumbres sobre su impacto real en las inundaciones. Además, existen otros factores no directamente relacionados con el cambio climático, como son los cambios en los usos del suelo y la urbanización del territorio, que pueden tener un efecto similar o mayor en las inundaciones.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se concluye que no existe evidencia suficiente de que los efectos del cambio climático hagan necesario modificar la delimitación de las ARPSIs de la DH del Cantábrico Oriental.

5.3 Obras de defensa y otros cambios locales

A lo largo del segundo ciclo de aplicación de la Directiva de Inundaciones se ha avanzado en la redacción y ejecución de varios proyectos de defensa contra inundaciones. La tabla siguiente es un listado de estos proyectos, incluyendo ubicación, inversión y ARPSI afectada. La mayor parte de las actuaciones se han desarrollado total o parcialmente dentro de ARPSIs, siguiendo el principio de priorizar la inversión en las zonas con un mayor riesgo.

TTHH / PROVINCIA	NOMBRE ARPSI	CÓDIGO ARPSI	ACTUACIÓN	AÑO FIN
Bizkaia	Zalla-Güeñes	ES017-BIZ-6-1	«Proyecto de defensa contra inundaciones del río Cadagua a su paso por Mimetiz, en el municipio de Zalla (Bizkaia)»	2020
Bizkaia	Elorrio	ES017-BIZ-8-2	«Proyecto de adecuación del tramo urbano del arroyo Toloto»	2020
Bizkaia	Bilbao	ES017-BIZ-IBA-01	«Proyecto de apertura del canal de Deusto»	2018
Bizkaia	Basauri	ES017-BIZ-12-1	«Proyecto de encauzamiento del río Nervión-Ibaizabal Fase 3. Tramo Bengoetxe-Plazakoetxe (Bizkaia)»	2023
Bizkaia	Sondika	ES017-BIZ-IBA-05	Proyecto de encauzamiento del río Asua entre industrias Alba y el puente de Sangroniz en el TM de Sondika (Bizkaia)	2019
Bizkaia	Abadiño	ES017-BIZ-9-1	Puente Trañapadura: Acceso al polígono industrial desde la carretera N-634 en Abadiño	2023
Araba/Álava	Llodio	ES017-BIZ-10-1	«Proyecto del Puente del Altzarrate en Llodio (Araba)»	2021
			«Proyecto de acondicionamiento hidráulico y ambiental del arroyo San Juan en Llodio»	2023
			«Desglosado y actualización del proyecto de defensa contra inundaciones del río Nervión a su paso por el casco urbano del municipio de Llodio (Araba)»	2023
Gipuzkoa	Zarautz	ES017-GIP-ORI-01	Actuaciones en el río Iñurritza en el sector industrial Errotaberri	2020
			«Defensa contra inundaciones y recuperación ambiental de las regatas Olaa e Iñurritza en Zarautz»	2020
Gipuzkoa	Beasain-Ordizia	ES017-GIP-14-1	«Proyecto de prevención de inundaciones en la cuenca del río Oria, en el término municipal de Beasain»	-
Gipuzkoa	Urumea-1	ES017-GIP-17-1	«Proyecto contra inundaciones del río Urumea en el tramo Akarregi-Ergobia»	-
Gipuzkoa	Urumea-2	ES017-GIP-URU-01	Parque fluvial de Astigarraga	2017
			Sustitución puente Ciudad Jardín	2023
			«Proyecto modificado de defensa contra inundaciones del río Urumea a su paso por el barrio Martutene de Donostia-San Sebastián - Fase 2»	2022
			Sustitución del puente de Astiñene	2023

Tabla 7. Relación de actuaciones de defensa ante inundaciones realizadas en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

En total, las actuaciones acometidas han supuesto 91,8 millones de euros. Todas estas actuaciones se ubican, total o parcialmente, dentro de ARPSIs.

Estos proyectos reducen de forma significativa la inundabilidad de los tramos fluviales de actuación y, por lo tanto, el riesgo de inundación existente. Sin embargo, los objetivos de defensa rara vez llegan a reducir del todo la inundabilidad debido a las limitaciones económicas y a los condicionantes ambientales. Con frecuencia, el objetivo de defensa adoptado equivale a la avenida de periodo de retorno de 100 años, que si bien no reduce del todo la extensión de la zona inundable (avenida de periodo de retorno de 500 años), sí produce una reducción importante de los valores de calado y velocidad de la corriente. Con todo, tras la ejecución de estas actuaciones, sigue existiendo en las ARPSIs un riesgo de inundación residual que ha de tenerse en cuenta. Por todo ello, de cara a la revisión y actualización de la EPRI, **se considera que las obras de defensa ejecutadas en el periodo 2019-2024 no justifican la modificación de las ARPSIs vigentes.**

5.4 Conclusiones finales

Teniendo en cuenta los resultados descritos en los apartados anteriores, **se concluye que la revisión y actualización de la EPRI correspondiente al tercer ciclo debe mantener las ARPSIs definidas en la EPRI del segundo ciclo y que no es necesario realizar cambios en su delimitación.**

5.4.1 ARPSIs fluviales, mixtas y costeras

Teniendo en consideración el desarrollo de la metodología expuesta, incluyendo entre otras, la actualización del registro de inundaciones históricas, la información concerniente al impacto de las inundaciones, la información suministrada por Protección Civil, así como otra información que pudiera modificar el riesgo en el ámbito de estudio, se considera que no es preciso incluir ninguna nueva ARPSI de tipo fluvial, mixto o marino en la EPRI 3.^{er} ciclo de la DH del Cantábrico Oriental, al estar adecuadamente contemplado el riesgo en los tramos ARPSI definidos en el 2.^o ciclo en la Demarcación.

Durante la revisión de las inundaciones históricas de la demarcación, **se ha observado que las inundaciones documentadas ARPSI ES017-BIZ-ART-03 tienen un carácter mixto**, pues coinciden con inundaciones en otras zonas de la cuenca del Artibai y de cuencas adyacentes en las que no hay influencia marina. Por lo tanto, **en la presente revisión de 3.^{er} ciclo de la EPRI se cambia la tipología del ARPSI, que pasa a ser de tipo fluvial/marino.**

5.4.2 ARPSIs pluviales

Con base al estudio de los eventos históricos, aspectos topográficos e hidrometeorológicos y el conocimiento que se tiene del área de estudio, se ha concluido que **no hay evidencias claras para la designación de ARPSIs de tipología pluvial** en la Revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI 3.^{er} ciclo) de la DH del Cantábrico Oriental.

La relación completa de ARPSIs fluviales, mixtas (fluviales-marinas) y costeras (marinas), tanto las identificadas en las EPRI de los ciclos anteriores, como los cambios efectuados una vez realizada la revisión y actualización (tercer ciclo), se incluye en la siguiente tabla.

CÓDIGO ARPSI	CCAA	PROVINCIA	MUNICIPIO	CAUCE/S	CICLO	ORIGEN
ES017-ALA-10-2	PAÍS VASCO	ARABA - ÁLAVA	AMURRIO	NERBIOI, ZANKOETA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-ALA-10-3	PAÍS VASCO	ARABA - ÁLAVA	AYALA/AIARA, LAUDIO/LLODIO	NERBIOI, MADALENBASO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-2-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	IGORRE, DIMA	ARRATIA, INDUSI, LASARTE, BASAUNTZ	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-2-2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ZEANURI	ARRATIA, URKULLU	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-5-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	BALMASEDA	KADAGUA, KOLITZA, EL ZOCO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-6-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ZALLA, GÜEÑES	KADAGUA, SOLLANO, ERRETOLA, MARURI	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-7-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GORDEXOLA, GÜEÑES	KADAGUA, HERRERIAS, IZALDE	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-7-2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ALONSOTEGI, GÜEÑES	KADAGUA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-7-3	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ALONSOTEGI, BARAKALDO	KADAGUA, AZORDOIAGA, LASAO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-8-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ATXONDO	IBAZABAL, ARRAZOLA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-8-2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ELORRIO	IBAZABAL, TOLETO, ALDEAKO ERREKA, ZENITA ERREKA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-9-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	IURRETA, ABADIÑO, IZURTZA, BERRIZ, DURANGO	IBAZABAL, MAÑARIA, ZALDU, ATXARTE, SARRIA, ZALDEGI, LARRINAGATXU	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-9-2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	AMOREBIETA-ETXANO	IBAZABAL, SAN BARTOLOME, SAN MARTIN, GARATONDO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-9-3	PAÍS VASCO	BIZKAIA	LEMOA	ARRATIA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-9-4	PAÍS VASCO	BIZKAIA	LEMOA	IBAZABAL	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-10-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ARAKALDO, ARRANKUDIAGA, OROZKO	NERBIOI, ALDAIKO ERREKA, ALTUBE, SAPUELA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-11-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	URDUÑA/ORDUÑA	NERBIOI, QUINTANA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-12-1	PAÍS VASCO	BIZKAIA	BASAURI, BILBAO, GALDAKAO, ETXEBARRI	IBAZABAL, NERBIOI	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-12-2	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ZARATAMO, ARRIGORRIAGA	NERBIOI	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-12-3	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GALDAKAO, BEDIA	IBAZABAL	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-1-1	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	AMEZKETA	AMEZKETA, AUZATE, BEDAIO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-3-1	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	LIZARTZA	ARAXES	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-13-1	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ATAUN	AGAUNTZA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-13-2	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	LAZKAO, OLABERRIA	AGAUNTZA, URBARAUNDI	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-14-1	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ORDIZIA, BEASAIN, LAZKAO, ARAMA	ORIA, AGAUNTZA, ZALDIBIA, MARIARAS	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-14-2	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	LEGORRETA	ORIA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-14-3	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ALEGIA, ALTZO	ORIA, AMEZKETA	1.º CICLO	FLUVIAL

CÓDIGO ARPSI	CCAA	PROVINCIA	MUNICIPIO	CAUCE/S	CICLO	ORIGEN
ES017-GIP-15-1	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	VILLABONA, ZIZURKIL, ADUNA, TOLOSA, IBARRA, ANOETA, IRURA	ORIA, ASTEASU, ZUBIAURRETXO, ALKIZA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-15-2	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	TOLOSA, IBARRA	ORIA, ZELAI, ARAXES	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-15-3	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ANDOAIN	ORIA, LEITZARAN	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-16-1	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	USURBIL	ORIA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-16-2	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	LASARTE-ORIA	ORIA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-17-1	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	HERNANI	URUMEA, LANDARBASO, ARRILIMOI, PORTU	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BUR-2-1	CASTILLA Y LEÓN	BURGOS	VALLE DE MENA	RÍO CADAGUA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-1-2	NAVARRA	NAVARRA	URDAZUBI / URDAX	REGATA URAGANA - REGATA LAPITXURI	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-1-1	NAVARRA	NAVARRA	URDAZUBI / URDAX	REGATA URAGANA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-2-1	NAVARRA	NAVARRA	BAZTAN	RÍO BAZTÁN	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-3-1	NAVARRA	NAVARRA	BAZTAN	REGATA ARTESIAGA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-4-1	NAVARRA	NAVARRA	BAZTAN	RÍO BAZTÁN	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-5-1	NAVARRA	NAVARRA	ELGORRIAGA / DONEZTEBE-SANESTEBAN	RÍO EZCURRA - RÍO EZPELURA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-5-2	NAVARRA	NAVARRA	ITUREN	RÍO EZCURRA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-6-1	NAVARRA	NAVARRA	SUNBILLA	RÍO BIDASOA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-7-1	NAVARRA	NAVARRA	ETXALAR	REGATA TXIMISTA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-8-1	NAVARRA	NAVARRA	LESAKA	REGATA ONIN	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-9-1	NAVARRA	NAVARRA	BERA/VERA DE BIDASOA	RÍO BIDASOA - REGATA CÍA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-10-1	NAVARRA	NAVARRA	GOIZUETA	RÍO URUMEA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-11-1	NAVARRA	NAVARRA	LEITZA	RÍO LEITZARAN	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-12-1	NAVARRA	NAVARRA	ARAITZ	RÍO ARAXES	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-NAV-12-2	NAVARRA	NAVARRA	ARAITZ	RÍO ARAXES	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-BID-01*	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	IRÚN, HONDARRIBIA	ZALDUNBORDA, JAIZUBIA, KASKOITEGI, IRUGURUTZETA, OLABERRI, BIDASOA, AGINAGASASI	1.º CICLO	FLUVIAL / MARINA

CÓDIGO ARPSI	CCAA	PROVINCIA	MUNICIPIO	CAUCE/S	CICLO	ORIGEN
ES017-BIZ-ART-01	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MARKINA-XEMEIN	ARTIBAI, MUNIBERREKA, URKO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-ART-02	PAÍS VASCO	BIZKAIA	ETXEBARRIA	IBARROLATZAERREKA, URKO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-ART-03	PAÍS VASCO	BIZKAIA	BERRIATUA, ONDARROA	-	1.º CICLO	FLUVIAL / MARINA
ES017-BIZ-BAR-01	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUSKIZ, ABANTO Y CIÉRVANA-ABANTO ZIERBENA	VALLES, LOS MANZANILLOS, PICÓN Y BARBADÚN	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-BUT-01	PAÍS VASCO	BIZKAIA	PLENTZIA, BARRIKA	BUTROE	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-BUT-02	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GATIKA, MARURI-JATABE, MUNGIA	KISKILLUERREKA, TELLERIA, TOSINERALDE, BUTROE, ARTZUBI, AXOLERREKA, BITORIENA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-BUT-03	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNGIA	BUTROE, OLETA, TROBIKA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-BUT-04	PAÍS VASCO	BIZKAIA	BAKIO	ONDARRA, ESTEPONA, AMUTZAGA, SEUBERREKA, ERREKATZU, OXINAGA, LUZARRAGA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-DEB-05	PAÍS VASCO	BIZKAIA	EIBAR, MALLABIA, ERMUA, ZALDIBAR	EGO, ZUBITEGI, UNBE, TXONTA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-IBA-01	PAÍS VASCO	BIZKAIA	BILBAO-ERANDIO	IBAIZABAL, KADAGUA, GOBELA, UDONDO	1.º CICLO	FLUVIAL / MARINA
ES017-BIZ-IBA-02	PAÍS VASCO	BIZKAIA	VALLE DE TRÍPAGA-TRAPAGARAN, ORTUUELLA, BARAKALDO, SESTAO	BALLONTI, GRANADA, GALINDO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-IBA-03	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GETXO, LEIOA, BERANGO	GOBELA, KANDERU, ITZAERREKA, LARRAÑAZUBI, ALDAPA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-IBA-04	PAÍS VASCO	BIZKAIA	LEIOA	ELEXALDE, UDONDO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-IBA-05	PAÍS VASCO	BIZKAIA	SONDIKA, ERANDIO, LOIU	ASUA, BERRETEAGA, GILTZA, POTXIENA, ARAUNOTEGI	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-LEA-01	PAÍS VASCO	BIZKAIA	EA	EA, BEKOERREKA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-OKA-01	PAÍS VASCO	BIZKAIA	GERNIKA-LUMO, ARRATZU, AJANGIZ, FORUA, KORTEZUBI	OKA, KANPANTZU, ARTATZA, GOLAKO, OLAETA, ETXEANDIRREKA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-OKA-02	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUNDAKA	ERREKATXU	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-OKA-03	PAÍS VASCO	BIZKAIA	BUSTURIA, MURUETA	MAPE	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-BIZ-OKA-04	PAÍS VASCO	BIZKAIA	MUXIKA	MUXIKA	2.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-DEB-01	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	DEBA, MUTRIKU	DEBA, LANTURREGI	1.º CICLO	FLUVIAL / MARINA
ES017-GIP-DEB-02	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	MENDARO	DEBA, KILIMOI	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-DEB-03	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ELGOIBAR	DEBA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-DEB-04	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ELGOIBAR	DEBA, SAN LORENZO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-DEB-06	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	SORALUZE-PLACENCIA DE LAS ARMAS	DEBA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-DEB-07	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	BERGARA	DEBA	1.º CICLO	FLUVIAL

CÓDIGO ARPSI	CCAA	PROVINCIA	MUNICIPIO	CAUCE/S	CICLO	ORIGEN
ES017-GIP-DEB-08	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	OÑATI	OIÑATI, ARRANOAITZ, UBAO	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-DEB-09	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ARRASATE/MONDRAGÓN	ARAMAIO, DEBA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-DEB-10	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ESKORIATZA	DEBA, URKULLU	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-OIA-01	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	OIARTZUN, ERRETERIA	OIARTZUN, BAKARRAIZTEGI, ARKOTZERREKA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-OIA-02	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	OIARTZUN	OIARTZUN, KARRIKA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-ORI-01	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ZARAUZ	IÑURRITZA, NEKAZABAL, BASARTE, ELUTZAR, ASTIERREKA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-ORI-02	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	AIA, ORIO	ORIA, ALTERRI	1.º CICLO	FLUVIAL / MARINA
ES017-GIP-ORI-03	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ZARAUZ	-	1.º CICLO	MARINA
ES017-GIP-URO-01	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ZUMAIA	UROLA, JADARRE, LARRAONDO	1.º CICLO	FLUVIAL / MARINA
ES017-GIP-URO-02	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	AZPEITIA	UROLA, IBAIEDER, ERREZIL	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-URO-03	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	AZPEITIA	IBAIEDER, ARATZ	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-URO-04	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	AZKOITIA	UROLA, KATUIN, TXALON	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-URO-05	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	ZUMARRAGA, URRETXU	UROLA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-URO-06	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	LEGAZPI	UROLA, LANDAN, URTATZA, IBARROLA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-URU-01	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN, ASTIGARRAGA, HERNANI	UROLA, GALTZAUR	1.º CICLO	FLUVIAL / MARINA
ES017-GIP-URU-02	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN	IGARA	1.º CICLO	FLUVIAL
ES017-GIP-URU-03	PAÍS VASCO	GIPUZKOA	DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN	-	1.º CICLO	MARINA

* En el ARPSI ES017-GIP-BID-01, en Irún/Hondarribia se ha englobado el tramo del ARPSI ES017-GIP-4-1.

Tabla 8. Relación de ARPSIs identificada en la EPRI 3.º ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental

El resultado es un total de 92 tramos ARPSI para la presente Revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI 3.^{er} ciclo) de la DH Cantábrico Oriental.

La propuesta de delimitación detallada de ARPSIs se muestra en los **Anexos 2 y 3** de este documento. En el **Anexo 2** se incluyen mapas de la demarcación, uno de los cuales es un mapa guía de la demarcación con la ubicación de todas las ARPSIs propuestas para la EPRI 3.^{er} ciclo. El **Anexo 3** se compone de fichas descriptivas de cada una de estas ARPSIs. Cada ficha contiene información básica del ARPSI, incluyendo ubicación, cauces, cartografía de peligrosidad, inundaciones históricas y riesgos potenciales actualizada para este ciclo.

6 Consulta pública

Dando cumplimiento al artículo 7 del RD 903/2010, este documento, junto con los anejos que lo acompañan, serán sometidos a consulta pública durante un plazo mínimo de tres meses. Este apartado se completará tras la finalización de esta consulta pública, indicando las modificaciones que, en su caso, y en función de los resultados de dicho procedimiento, se hagan a la documentación de la revisión y actualización de la evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI 3.^{er} ciclo).

7 Documentación y bibliografía

Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S., Williams, J.R., (1998). Large area hydrologic modeling and assessment Part I: Model development 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 34(1): 73-89.

Ballesteros Cánovas, J. A., Eguibar, M., Bodoque, J. M., Díez-Herrero, A., Stoffel, M., & Gutiérrez-Pérez, I. (2011). Estimating flash flood discharge in an ungauged mountain catchment with 2D hydraulic models and dendrogeomorphic palaeostage indicators. Hydrological Processes, 25(6), 970-979.

Benito G, Ballesteros-Cánovas, J.A. and Díez-Herrero, A. (2023). Palaeoflood Hydrology: Reconstructing rare events and extreme flood discharges. In: Paron, P. and Di Baldassarre, G. (eds.). Hydro-Meteorological hazards, risks, and disasters. Hazards and Disasters Series, Elsevier, Amsterdam. 65-103.

Benito G., Lang, M., Barriendos, M, Llasat, M.C, Francés, F, Ouarda, T, Thorndycraft, V, Enzel, Y., Bardossy A., Coeur D., Bobée, B. (2004). Use of systematic, palaeoflood and historical data for the improvement of flood risk estimation. Review of scientific methods. Natural Hazards 31, 623–643.

Camus P., J. Mendez, F. y Medina R. (2011): A hybrid efficient method to downscale weaver climate to coastal areas. Fuel and Energy Abstracts 58(9): 851-862.

García-Ruiz J.M, Lana-Renault N., (2011). Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region. A review. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140: 317-338. DOI: 10.1016/j.agee.2011.01.003

Garijo, C., & Mediero, L. (2018). Influence of climate change on flood magnitude and seasonality in the Arga River catchment in Spain. Acta Geophysica, 66, 769-790.

Gosling S.N., Zaherpour J., Ibarreta D., (2018). PESETA III: Climate change impacts on labour productivity, EUR 29423 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-96912-6, doi:10.2760/07911, JRC113740

IPCC 2022. Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Tignor, M., Alegría, A., ... & Okem, A. (2022). IPCC, 2022: Summary for policymakers.

López de la Cruz, J. (2013). Análisis estadístico y modelación del régimen de las crecidas en ríos de la España Península en un contexto no estacionario. Tesis de Doctorado. Director: F. Francés. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Lorenzo, M. N. y Alvarez, I. (2020). Climate change patterns in precipitation over Spain using CORDEX projections for 2021-2050. Science of The Total Environment, 723, 138014.

Martín-Vide, J. P., Bateman, A., Berenguer, M. Ferrer-Boix, C., Amengual, A., Campillo, M., Corral, C., Llasat, M. C., Llasat-Botija, M., Gómez, S., Marín-Esteve, B., Prats-Puntí, A., Ruiz-Carulla, R., Sosa-Pérez, R., (2023). A flash flood with large Woody debris clogged bridges. The 2019 event of Francolí River (NE Iberian Peninsula), J. Hydrol.: Regional Studies, 47, 101348.

Montiel-Molina, C., Vilar, L., Romão-Sequeira, C., Karlsson, O., Galiana-Martín, L., Madrazo-García de Lomana, G., & Palacios-Estremera, M. T. (2019). Have historical land use/land cover changes triggered a fire regime shift in central Spain? *Fire*, 2(3), 44.

Riahi, K. et al., (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168,

Ruiz-Villanueva, V., Díez-Herrero, A., Bodoque del Pozo, J.M., Bladé, E., (2015). Avances en el análisis del material leñoso en ríosincorporación, transporte e influencia en el riesgo por inundaciones. *Cuaternario y Geomorfología*, 29, 7-33.

Tuset, J., Barriendos, M. & Barriendos, J. (2022). "Historical Floods on the Spanish Mediterranean Basin: A Methodological Proposal for the Classification of Information at High Spatio–Temporal Resolution—AMICME Database (CE 1035–2022)" *Land* 11, no. 12: 2311. <https://doi.org/10.3390/land11122311>

Van Leeuwen, C. C., Cammeraat, E. L., de Vente, J., & Boix-Fayos, C. (2019). The evolution of soil conservation policies targeting land abandonment and soil erosion in Spain: A review. *Land use policy*, 83, 174-186.

Zittis, G., Bruggeman, A., & Lelieveld, J. (2021). Revisiting future extreme precipitation trends in the Mediterranean. *Weather and Climate Extremes.*, 34, 100380. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100380>.