

Demarcación Hidrográfica del Tajo

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

DOCUMENTO PARA CONSULTA PÚBLICA

SEPTIEMBRE 2024



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO**

**CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL TAJO, O.A.**

Índice

1	Introducción.....	8
1.1	Objeto y ámbito de aplicación.....	8
1.2	Marco normativo	9
1.3	Ámbito territorial	10
1.4	Resultados de la EPRI del primer y segundo ciclo.....	13
1.5	Recomendaciones de la Comisión Europea para la EPRI del 3. ^{er} ciclo.....	25
1.6	Coordinación internacional	30
2	Resumen de las inundaciones ocurridas en el período 2018-2024 y análisis de impactos.....	31
2.1	Resumen de inundaciones pasadas.....	32
2.1.1	Episodios de inundaciones en el año 2018	32
2.1.2	Episodios de inundaciones en el año 2019	33
2.1.3	Episodios de inundaciones en el año 2020	34
2.1.4	Episodios de inundaciones en el año 2021	35
2.1.5	Episodios de inundaciones en el año 2022	37
2.1.6	Episodios de inundaciones en el año 2023	38
2.1.7	Episodios de inundaciones en el año 2024	40
2.2	Impacto de inundaciones pasadas	41
3	Metodología general para la revisión y actualización de la EPRI.....	48
3.1	Inundaciones de origen fluvial.....	48
3.2	Inundaciones de origen pluvial.....	62
4	Incidencia del cambio climático en el riesgo de inundación	63
4.1	Actualización de los estudios y experiencias a nivel europeo durante el segundo ciclo de la Directiva de Inundaciones (2018-2024).....	63
4.1.1	Proyecciones climáticas: nuevos escenarios climáticos.....	64
4.1.2	Proyecciones en España	65
4.1.3	AdapteCCa.es: el visor de escenarios de cambio climático para España.....	71
4.2	Identificación de nuevas ARPSI como consecuencia del aumento del riesgo debido al cambio climático.....	73
4.2.1	Metodología	73
4.2.2	Resultados en la demarcación hidrográfica del Tajo.....	77
4.3	Impactos de la variabilidad climática y el cambio climático en las inundaciones.....	79
4.4	Elaboración de una base de datos de paleoinundaciones como apoyo para la revisión de la EPRI incluyendo los efectos del cambio climático: la base de datos PaleoRiada	91
5	Resultados y propuesta de actualización de las áreas de riesgo potencial	

significativo de inundación	104
6 Documentación y bibliografía	118
7 ANEJOS	121

Anejo 1: Planos

- 1.- Plano general de la cuenca
- 2.- Topografía
- 3.- Cuencas hidrográficas
- 4.- Subcuencas hidrográficas
- 5.- Usos del suelo
- 6.- Planta general de ARPSIs

Anejo 2: Evaluación de la información disponible sobre episodios históricos

Anejo 3: Fichas de tramos ARPSI

Índice de tablas

Tabla 1: Distribución de las cuencas de la Demarcación	12
Tabla 2: Relación de ARPSIs en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1.º ciclo)	14
Tabla 3: Relación de tramos de ARPSI identificados en la EPRI de 2.º ciclo de la D.H. del Tajo	25
Tabla 4: Principales episodios de inundación en el periodo 1996-2023 e indemnizaciones totales por inundación abonadas por el CCS en la DH TAJO	44
Tabla 5: Códigos postales en la DH TAJO con mayor número de tramitaciones totales por inundación (más de 300) en el periodo 1996-2023 registrados por el CCS	45
Tabla 6: Principales episodios de inundación en el periodo 2018-2023 e indemnizaciones totales por inundación abonadas por el CCS en la DH TAJO	46
Tabla 7: Códigos postales con indemnizaciones por daños mayores a 1.500.000 euros episodios de inundación en el periodo 2018-2023 en la DH TAJO	46
Tabla 8: Selección de tramos ARPSIs a ser ampliados	57
Tabla 9: Selección de tramos ARPSIs a ser añadidos	58
Tabla 10: Consideraciones metodológicas en estudios con modelos de clima futuro a escala de cuenca o subcuenca (Beneyto et al., 2024)	83
Tabla 11: 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.	89

Tabla 12: Análisis de las zonas con registros de paleoinundaciones en el visor de PaleoRiada localizadas dentro de la demarcación hidrográfica del Tajo.....	102
Tabla 13: Relación de nuevos ARPSIS identificados en la revisión de la EPRI.	105
Tabla 14: Relación de ARPSIS (3. ^{er} ciclo)	106
Tabla 15: Relación de tramos de ARPSIS (3. ^{er} ciclo) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo	116

Índice de figuras

Figura 1: Distribución de la cuenca en comunidades autónomas	11
Figura 2: Distribución territorial y poblacional de la cuenca del Tajo (Fuente: Memoria de la Confederación del Tajo. 2022)	11
Figura 3: División en cuencas de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.....	12
Figura 4: Demarcación Hidrográfica Internacional del río Tajo (Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación).	13
Figura 5: Tramos de ARPSI definidos en el primer ciclo de la EPRI de la D.H. del Tajo	13
Figura 6: Tramos de ARPSI definidos en la EPRI de la D.H. del Tajo en el primer y segundo ciclo.	16
Figura 7: Evolución temporal entre 1996 y 2023 de las indemnizaciones por inundación abonadas por el CCS en la DH TAJO.....	42
Figura 8: Indemnización total acumulada en millones de € por inundación abonada por el CCS y código postal para el periodo 1996 y 2023 en la DH Tajo.....	43
Figura 9: Códigos postales en la DH TAJO con mayor número de expedientes de tramitación acumulada (más de 300) por inundación registrados por el CCS en el periodo 1996-2023. Se indican los términos municipales y las poblaciones o lugares que abarca el código postal (si el término municipal abarca varios CCPP).	44
Figura 10: Ejemplo de discretización de polígonos del SIOSE (2017) en el entorno de la ciudad de Aranjuez.....	50
Figura 11: Ampliación ARPSI E030-17-05-05 – Río Alberche en Aldea del Fresno.....	56
Figura 12: Ampliación ARPSI E030-30-08-07 – Arroyo de Valdeciervo a la altura de Zarza de Granadilla.....	57
Figura 13: Puentes afectados en la DANA 2023 en Aldea del Fresno (Fuente: Informe de CHT)	58
Figura 14: Daños en viviendas en Villamanta durante la DANA de septiembre de 2023	59

Figura 15: Vehículos arrastrados por avenida. Arroyo Grande a su paso por urbanización Los Olivos (Villamanta).....	59
Figura 16: Inundación de La Estación (Navas del Marqués) en agosto de 2019.....	60
Figura 17: Inundación de El Álamo en septiembre de 2023.....	61
Figura 18: Inundación en urbanización Las Encinillas (Otero). Arroyo Marigarcía. DANA septiembre 2023.....	62
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).....	65
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).	66
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.	70
Figura 22: Salida gráfica de las 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.	72
Figura 23: Salida gráfica en formato SIG de las proyecciones de cambio (%) de la variable precipitación máxima en 24 horas para un horizonte temporal medio (2075) para escenario RCP 8.5 sobre una rejilla ajustada al territorio español	72
Figura 24: Salida gráfica de las proyecciones de la variable precipitación del percentil 95 para el escenario RCP4.5 en Canfranc (Huesca).	73
Figura 25: Tasa de cambio en cuantil de caudal para T=500 años, periodo de impacto 2041-2070 y RCP 4.5 en la demarcación hidrográfica del Tajo	77
Figura 26: Tasa de cambio en cuantil de caudal para T=500 años, periodo de impacto 2041-2070 y RCP 8.5 en la demarcación hidrográfica del Tajo	78
Figura 27: Incremento en el riesgo de inundación debido al cambio climático a nivel de subcuencas sobre la tasa de cambio para T500 periodo de impacto 2041-2070 y RCP 4.5. 78	
Figura 28: Incremento en el riesgo de inundación debido al cambio climático a nivel de subcuencas sobre la tasa de cambio para T500 periodo de impacto 2041-2070 y RCP 8.5. 79	
Figura 29: Distribución temporal de la media móvil del número de inundaciones históricas registradas durante los últimos 900 años en el río Tajo (Aranjuez-Toledo) y en el río Segura en Murcia. Extraordinarias implica desbordamiento y daños menores. Catastróficas presentan daños económicos significativos. “n” número de casos.....	80

Figura 30: Esquema metodológico para el análisis de la variabilidad climática (extremos pasados y presentes) y del cambio climático bajo escenarios de emisiones (extremos presentes y futuros).....	81
Figura 31: 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).	86
Figura 32: Izquierda: Valor del índice de torrencialidad calculado para los tramos con información de caudal del pasado (histórico y paleoinundaciones). Derecha: Cambio medio de la precipitación media Pd para eventos de 100 años de periodo de retorno estimados para un escenario RCP 8.5 (MITECO, 2018).....	86
Figura 33: Series de datos analizados en el caso de estudio en la CH del Júcar.	87
Figura 34: Regionalización de caudales máximos en la Demarcación del Júcar. Se muestra la diferencia en caudal máximo (%) entre de los caudales máximos obtenidos con datos de pasado (periodo 1600-1970) respecto a los caudales máximos actuales (1971-2023). En los caudales actuales se incluyen únicamente datos de estaciones de aforo.....	88
Figura 35: Ejemplo de configuraciones de usos del suelo implementadas en el estudio de la cuenca alta del Guadalentín para diferentes periodos temporales, que se simulan junto con variables obtenidas de modelos de clima futuro (Rodríguez-Lloveras et al., 2016).	90
Figura 36: Evolución de la temperatura desde hace 1000s años hasta la actualidad	92
Figura 37: Perfil transversal del paisaje fluvial con zona de inundación.....	93
Figura 38: Fuentes de registros e inundaciones pretéritas y ventanas temporales relacionadas.....	94
Figura 39: El registro de paleoinundaciones publicado en España.....	94
Figura 40: Investigación científica en paleoinundaciones	95
Figura 41: Modelo de base de datos de PaleoRiadas.....	96
Figura 42: Relación de tablas de PaleoRiadas	97
Figura 43: Distribución espacio-temporal de registros de paleoinundaciones publicados sobre el territorio español	98
Figura 44: Temporalidad de los registros de paleoinundaciones	99
Figura 45: Visor de PaleoRiadas	100
Figura 46: Localización de los registros en el visor de PaleoRiada de la demarcación del Tajo.	101
Figura 47: Ubicación de Paleoriada en Navaluenga	102
Figura 48: Tramos de ARPSI definidos en la EPRI de la D.H. del Tajo.....	107

1 Introducción

1.1 Objeto y ámbito de aplicación.

El Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone a la legislación española la Directiva 2007/60/CE, establece en su artículo 7 que los organismos de cuenca redactarán la evaluación preliminar del riesgo de inundación (en adelante, EPRI). Esta redacción se realizará 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. 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.

El **objeto** del presente documento es por lo tanto la revisión y actualización de la evaluación preliminar del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, correspondiente al 3.^{er} ciclo de la Directiva de Inundaciones, que debe ser actualizada a más tardar el 22 de diciembre de 2024.

Puesto que nos encontramos ya en el tercer ciclo de aplicación de la Directiva, esta EPRI se ha centrado en la revisión de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) 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.

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 regulado en el Real Decreto 126/2007, de 2 de febrero y posteriormente, la Confederación Hidrográfica del Tajo la remitirá para su aprobación al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, el cual, previamente a esta aprobación, la remitirá al Consejo Nacional de Protección Civil para su informe.

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.

En relación con el **ámbito de aplicación**, la Directiva 2007/60/CE define como inundación el *“anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos por agua. 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”*.

En este sentido, el artículo 2 del RD 903/2010, define su ámbito de aplicación como: *“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”*.

Por lo tanto, la declaración de las ARPSI debe ajustarse a las inundaciones derivadas del desbordamiento de corrientes de agua y a las causadas por el mar en las zonas costeras.

Como resultado de los trabajos de coordinación de la Comisión Europea realizados durante la implantación de esta Directiva, se han identificado los posibles orígenes de las distintas inundaciones. Normalmente ocurren como consecuencia de episodios de altas precipitaciones, y 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. Este desbordamiento puede estar asociado o no a la fusión nival, a la gestión de las infraestructuras hidráulicas de la cuenca y, en zonas costeras, a la entrada del agua en episodios de temporales marítimos. En la práctica, salvo en las inundaciones exclusivamente marinas, el resto de orígenes 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 RD 903/2010.

De acuerdo con lo anterior, no son de aplicación en el marco de este RD 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.

1.2 Marco normativo

· Directivas europeas

- 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.
- 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.

· Normativa nacional

- 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.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, modificado por el Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre.
- 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 26/2023, de 17 de enero, por el que se aprueba la revisión y actualización de los planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Segura, Júcar y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana, Ebro, Ceuta y Melilla.
- 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.

1.3 Ámbito territorial

El ámbito territorial del presente trabajo se concreta en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, definida por el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, como el territorio español de la cuenca hidrográfica del río Tajo.

El río Tajo es el más largo de la península, con una longitud de 1.092 km y el tercero tanto en superficie total de cuenca como en aportaciones después del Ebro y el Duero.

La cuenca hidrográfica del Tajo se encuentra situada entre España y Portugal, ocupando una extensión total de 81.445 km², de los cuales 55.779 km² se encuentran dentro del territorio español, lo que representa un 66,7% de la superficie total de la cuenca.

Se trata de una cuenca intercomunitaria que se extiende por cinco Comunidades Autónomas: Aragón, Castilla-La Mancha, Madrid, Castilla y León y Extremadura, y cuyo ámbito territorial se localiza en 12 provincias: Ávila, Badajoz, Cáceres, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Madrid, Salamanca, Segovia, Soria, Teruel y Toledo. La Comunidad Autónoma que mayor extensión ocupa en esta Demarcación es Castilla-La Mancha (48%), seguida de Extremadura (30%). Además, prácticamente toda la Comunidad de Madrid se encuentra dentro del ámbito de la Demarcación.

En la figura siguiente se aprecia la división del territorio de la cuenca en comunidades autónomas.

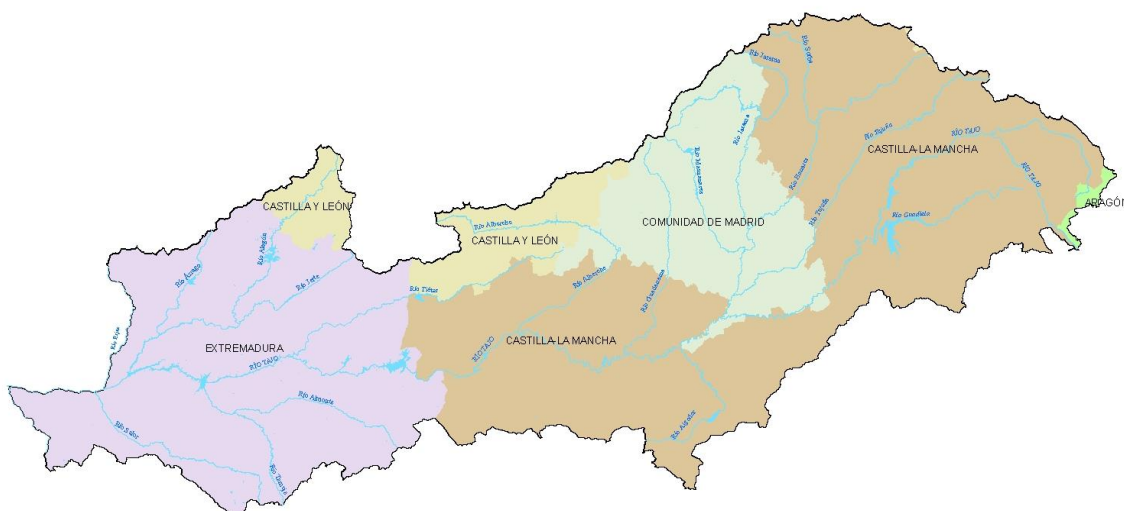
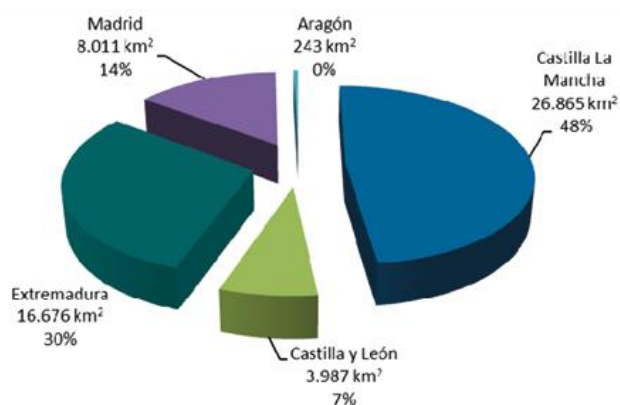
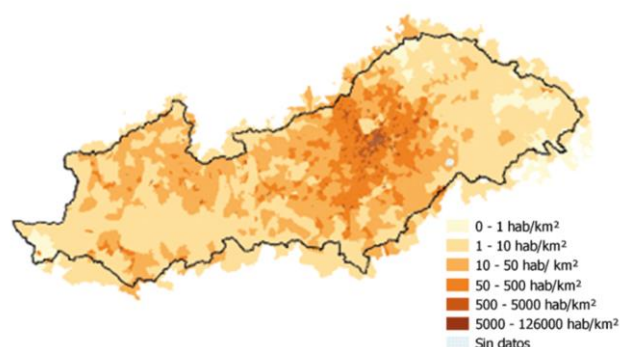


Figura 1: Distribución de la cuenca en comunidades autónomas

Esta cuenca incluye cuatro capitales de provincia, que son Cáceres, Madrid, Guadalajara y Toledo. Así, se calculan que unos 7,8 millones de habitantes viven en el ámbito de la cuenca del Tajo. El mayor número de habitantes se concentra en la Comunidad de Madrid con un 82,5% del total de la Demarcación donde se concentran alrededor de 6,4 millones de habitantes, seguida a mucha distancia por la Comunidad de Castilla-La Mancha con un 9,6%.



Superficie de la demarcación española de la cuenca del Tajo por comunidades autónomas



Densidad de población en la demarcación española de la cuenca del Tajo

Figura 2: Distribución territorial y poblacional de la cuenca del Tajo (Fuente: Memoria de la Confederación del Tajo. 2022)

La cuenca hidrográfica del Tago pertenece a la serie de grandes cuencas de la Meseta que, al Sur de la Cordillera Cantábrica, define un drenaje general hacia el Atlántico como consecuencia del basculamiento del núcleo central de la Península hacia el Oeste. La cuenca se organiza según una superficie alargada, que se orienta de Oeste a Este, enmarcada por distintas alineaciones montañosas. Posee unos límites naturales bien definidos que la separan de las cuencas del Duero, Ebro, Júcar y Guadiana, que son: la Cordillera Central (al Norte), la Ibérica (al Este) y los Montes de Toledo (al Sur).

A efectos del presente trabajo, se ha asumido la división en cuencas adoptada en el Plan Hidrológico de la Demarcación. Dicha zonificación se aprecia en la siguiente figura y se describe en la tabla que se incluye a continuación:



Figura 3: División en cuencas de la Demarcación Hidrográfica del Tago

Código	Cuenca	Descripción	S (km²)
01	CABECERA	Tajo hasta el río Jarama	9.401
02	TAJUÑA	Cuenca completa del río Tajuña	2.593
03	HENARES	Cuenca completa del río Henares	4.135
04.1	JARAMA	Cuenca del río Jarama, excepto Tajuña y Henares	4.802
04.2	GUADARRAMA	Cuenca completa del río Guadarrama	1.709
05	ALBERCHE	Cuenca completa del río Alberche	4.104
06	TAJO IZQUIERDA	Tajo entre los ríos Jarama y Uso	8.322
07	TIÉTAR	Cuenca completa del río Tiétar	4.459
08	ALAGÓN	Cuenca del río Alagón, excepto el Árrago	4.409
09	ÁRRAGO	Cuenca completa del río Árrago	1.021
10	BAJO TAJO	Tajo entre el río Uso y Portugal	10.826
SUMA			55.781

Tabla 1: Distribución de las cuencas de la Demarcación

La parte final de la cuenca del Tajo (alrededor de un tercio de la superficie total) se enmarca en territorio portugués.

La delimitación entre la parte española y portuguesa de la Demarcación viene dada por los ríos Tuerto y Erjas (dirección Norte-Sur) hasta la desembocadura de este último en el Tajo, cuyo cauce también hace las veces de frontera entre ambos países en un tramo de 47 km en dirección Este-Oeste hasta la desembocadura del río Sever, que a su vez hace de delimitación (dirección Sureste-Noroeste). Hasta su desembocadura en Lisboa el Tajo atraviesa en su recorrido portugués las ciudades de Castelo Branco, Abrantes, Santarém y Lisboa.

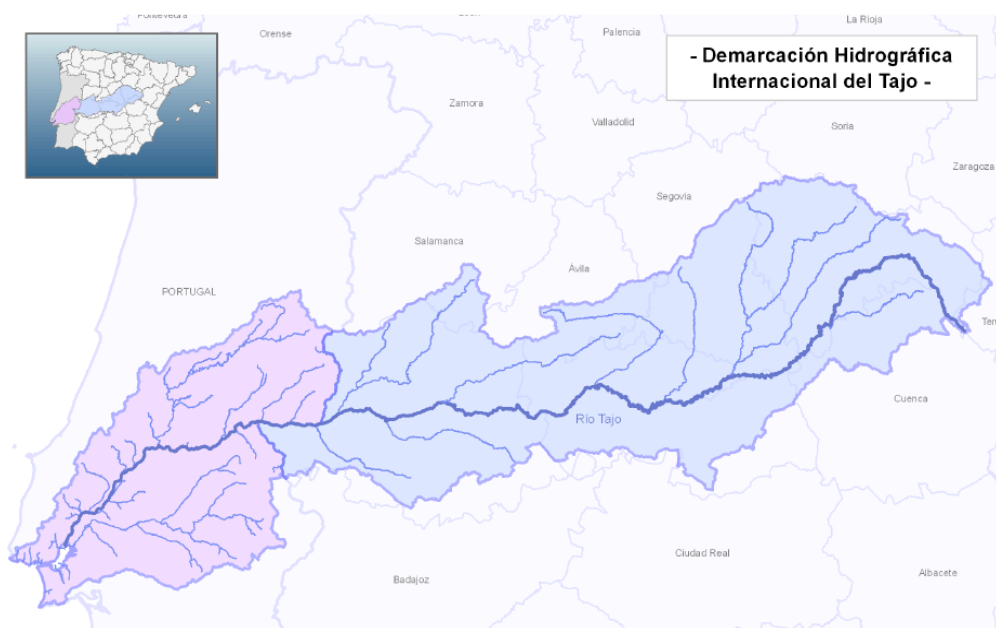


Figura 4: Demarcación Hidrográfica Internacional del río Tajo (Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación).

1.4 Resultados de la EPRI del primer y segundo ciclo

En diciembre de 2011 se redactó una primera versión de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) correspondiente al **primer ciclo** de planificación de la gestión del riesgo de inundación de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo que, de acuerdo con el artículo 7 apartado 4 del Real Decreto 903/2010, fue sometida a consulta pública durante 3 meses, hasta el 23 de marzo de 2012.

Analizadas y contestadas las alegaciones recibidas, se elaboró una nueva versión de la EPRI en la que se identificaron **186 tramos fluviales** con riesgo de inundación, agrupados en **33 Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI)**, con una **longitud total de cauces de 539,32 km**.

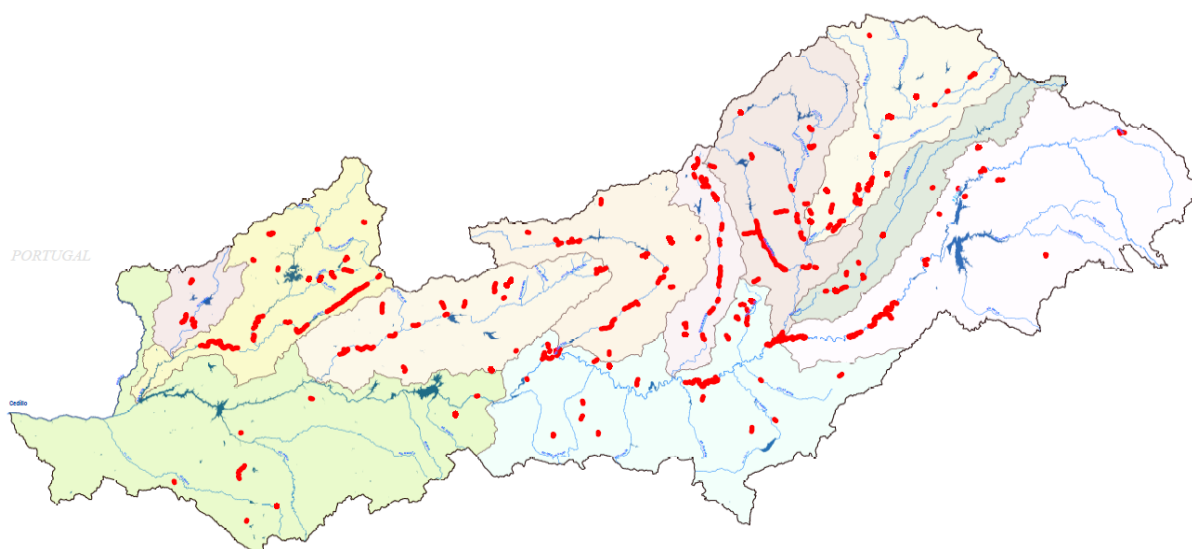


Figura 5: Tramos de ARPSI definidos en el primer ciclo de la EPRI de la D.H. del Tajo

Se asignó un código a cada ARPSI compuesto en primer lugar por la matrícula identificativa de la Demarcación del Tajo (ES030), a continuación, un número ordinal del 01 al 33 y, por último, el número de la cuenca en la que se integraba.

En la tabla que se muestra a continuación se han relacionado las 33 Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación identificadas en la EPRI del primer ciclo de la Directiva, indicando la cuenca en la que se encuentran, el número de tramos fluviales que se integran en cada una y su longitud total.

CÓDIGO ARPSI	CUENCA	Nº Tramos	Longitud (km)
ES030-01-01	Cabecera	11	13,097
ES030-02-01	Cabecera	3	2,793
ES030-03-01	Cabecera	3	39,515
ES030-04-01	Cabecera	2	36,531
ES030-05-02	Tajuña	9	12,128
ES030-06-03	Henares	9	10,980
ES030-07-03	Henares	7	19,237
ES030-08-03	Henares	3	15,002
ES030-09-03	Henares	3	3,500
ES030-10-04.1	Jarama	6	9,711
ES030-11-04.1	Jarama	6	19,681
ES030-12-04.1	Jarama	5	42,833
ES030-13-04.2	Guadarrama	9	17,653
ES030-14-04.2	Guadarrama	3	14,102
ES030-15-04.2	Guadarrama	6	10,367
ES030-16-05	Alberche	8	11,436
ES030-17-05	Alberche	7	15,111
ES030-18-05	Alberche	4	17,449
ES030-19-06	Tajo Izquierda	7	12,752
ES030-20-06	Tajo Izquierda	4	4,950
ES030-21-06	Tajo Izquierda	2	25,725
ES030-22-06	Tajo Izquierda	3	4,978
ES030-23-06	Tajo Izquierda	6	13,795
ES030-24-06	Tajo Izquierda	6	6,014
ES030-25-07	Tiétar	11	17,032
ES030-26-07	Tiétar	5	14,237
ES030-27-07	Tiétar	4	17,373
ES030-28-08	Alagón	6	6,962
ES030-29-08	Alagón	3	34,039
ES030-30-08	Alagón	7	10,201
ES030-31-08	Alagón	4	35,931
ES030-32-09	Árrago	6	11,707
ES030-33-10	Bajo Tajo	8	12,500
TOTAL		186	539,322

Tabla 2: Relación de ARPSIs en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (1.º ciclo)

Esta nueva versión fue remitida a la Dirección General del Agua, quien la remitió, a su vez, a la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior para informe de la Comisión Nacional de Protección Civil. Este órgano colegiado emitió informe favorable en su trigésimo tercera reunión del Pleno celebrada el 10 de mayo de 2012.

En cumplimiento del artículo 7 apartado 8 y del artículo 22 del Real Decreto 903/2010, esta Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación se remitió, de forma provisional, a la Comisión Europea dentro del plazo fijado por la Directiva, indicando que la documentación remitida se correspondía con la versión en los últimos pasos de tramitación de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, a expensas de la emisión del preceptivo informe del Comité de Autoridades Competentes de la cuenca.

El Comité de Autoridades Competentes (CAC) de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, con fecha 16 de abril de 2013, emitió informe favorable a esta Evaluación Preliminar.

El 8 de mayo de 2013 se remitió el expediente a la Dirección General del Agua para su tramitación. El Secretario de Estado de Medio Ambiente con fecha 27 de mayo de 2013 resolvió aprobar la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo y autorizar su remisión definitiva a la Comisión Europea.

La Confederación Hidrográfica del Tajo realizó la revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación correspondiente al **segundo ciclo** de planificación de la gestión del riesgo de inundación de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, identificándose 221 tramos fluviales con riesgo de inundación, agrupados en 33 Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), con una longitud total de 585,228 km de cauces.

La citada revisión y actualización de la EPRI, fue sometida a consulta pública desde el 30 de septiembre de 2018 hasta el 29 de diciembre de 2018, fue informada favorablemente por el Comité de Autoridades Competentes de la Demarcación, así como por el Consejo Nacional de Protección Civil, y aprobada por el Secretario de Estado de Medio Ambiente mediante Resolución de 12 de abril de 2019.

En el **segundo ciclo se identificaron un total de 221 tramos, con una longitud de 585,228 km**, en los que se considera que existe un riesgo significativo de inundación que se distribuyen de la siguiente manera:

- Los 186 tramos ya incluidos en la EPRI del ciclo anterior, con una longitud conjunta de 539,322 km, se han mantenido íntegramente en la revisión y actualización del segundo ciclo por considerar que se mantienen las condiciones que provocaron su calificación de ARPSI.
- 2 prolongaciones de tramos existentes:
 - Tramo 7 del ARPSI ES030-13-04.2: arroyo de los Sauces en Alpedrete (Madrid), que se prolonga aguas arriba en una longitud de 0,547 km, pasando a tener una longitud total de 2,754 km.

- Tramo 2 de la ARPSI ES030-31-08: río Jerte en varios términos municipales de la provincia de Cáceres, que se prolonga aguas abajo en una longitud de 1,990 km, pasando a tener una longitud total de 26,781 km.
- 35 nuevos tramos que se han añadido en la revisión y actualización de la EPRI, con una longitud conjunta de 43,369 km.

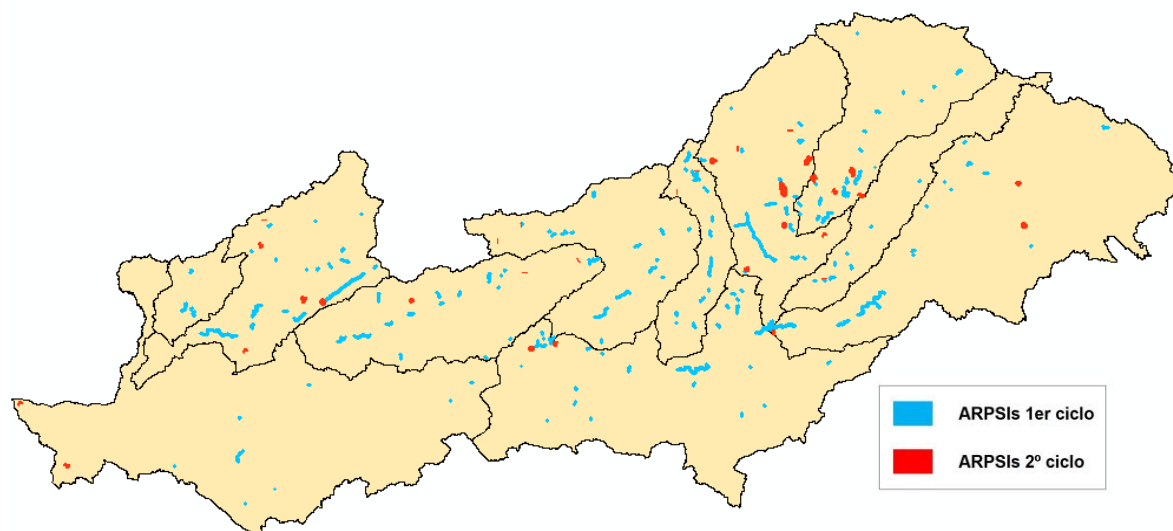


Figura 6: Tramos de ARPSI definidos en la EPRI de la D.H. del Tago en el primer y segundo ciclo.

A continuación se incluye un listado en el que se han reflejado las características más destacables de los 221 tramos de ARPSIs definidos en la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación del segundo ciclo en la Demarcación Hidrográfica del Tago.

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
ES030-01-01	1	Cabecera	Río Gallo	Molina de Aragón	Guadalajara	1.265
	2	Cabecera	Arroyo de la Cava	Molina de Aragón	Guadalajara	2.019
	3	Cabecera	Río Tajo	Trillo	Guadalajara	2.847
	4	Cabecera	Arroyo de la Cuesta	Cifuentes	Guadalajara	0.419
	5	Cabecera	Barranco de la Malena	Cifuentes	Guadalajara	0.586
	6	Cabecera	Río Cifuentes	Cifuentes	Guadalajara	0.497
	7	Cabecera	Río Cifuentes	Trillo	Guadalajara	0.446
	8	Cabecera	Barranco de Valdenaya	Trillo	Guadalajara	2.665
	9	Cabecera	Río Trabaque	Albalate de las Nogueras	Cuenca	1.233
	10	Cabecera	Barranco del Durón	Durón	Guadalajara	0.620
	11	Cabecera	Arroyo de Saucejo	Chillarón del Rey	Guadalajara	0.500
	12	Cabecera	Barranco de los Pozos	El Recuenco	Guadalajara	0.704
	13	Cabecera	Arroyo Innominado	El Recuenco	Guadalajara	0.633
	14	Cabecera	Bco. del Corzo	Priego	Cuenca	0.840
ES030-02-01	1	Cabecera	Arroyo Innominado	Alhóndiga	Guadalajara	0.469
	2	Cabecera	Río Tajo	Pastrana	Guadalajara	1.649

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
		Cabecera		Almonacid de Zorita	Guadalajara	
		Cabecera		Zorita de los Canes	Guadalajara	
	3	Cabecera	Río Tajo	Zorita de los Canes	Guadalajara	0.675
ES030-03-01	1	Cabecera	Río Tajo	Illana	Guadalajara	24.210
		Cabecera		Barajas de Melo	Cuenca	
		Cabecera		Almoguera	Guadalajara	
		Cabecera		Estremera	Madrid	
		Cabecera		Fuentidueña de Tajo	Madrid	
		Cabecera		Santa Cruz de la Zarza	Toledo	
	2	Cabecera	Río Tajo	Santa Cruz de la Zarza	Toledo	9.526
		Cabecera		Villamanrique de Tajo	Madrid	
	3	Cabecera	Arroyo Salado	Barajas de Melo	Cuenca	5.779
		Cabecera		Estremera	Madrid	
ES030-04-01	1	Cabecera	Río Tajo	Aranjuez	Madrid	29.209
		Cabecera		Colmenar de Oreja	Madrid	
		Cabecera		Ocaña	Madrid	
		Cabecera		Seseña	Toledo	
		Cabecera		Borox	Toledo	
		Cabecera		Ontígola	Toledo	
	2	Cabecera	Río Jarama	Aranjuez	Madrid	7.322
		Cabecera		Seseña	Toledo	
	3	Cabecera	Arroyo Yesares	Aranjuez	Madrid	1.702
ES030-05-02	1	Tajuña	Río San Andrés	Yélamos de Abajo	Guadalajara	0.542
	2	Tajuña	Río Tajuña	Loranca de Tajuña	Guadalajara	0.782
	3	Tajuña	Río Tajuña	Orusco de Tajuña	Madrid	1.095
	4	Tajuña	Río Tajuña	Tielmes	Madrid	3.357
	5	Tajuña	Río Tajuña	Perales de Tajuña	Madrid	1.755
	6	Tajuña	Río Tajuña	Morata de Tajuña	Madrid	1.111
	7	Tajuña	Arroyo del Val	Villar del Olmo	Madrid	0.617
	8	Tajuña	Arroyo Juncal	Orusco de Tajuña	Madrid	1.396
	9	Tajuña	Arroyo de la Vega	Valdilecha	Madrid	1.473
	10	Tajuña	Arroyo de la Vega del Lugar	Perales de Tajuña	Madrid	0.880
ES030-06-03	1	Henares	Río Henares	Sigüenza	Guadalajara	3.585
	2	Henares	Río Henares	Baides	Guadalajara	0.656
	3	Henares	Río Henares	Matillas	Guadalajara	0.539
	4	Henares	Río Henares	Espinosa de Henares	Guadalajara	2.026
				Fuencemillán	Guadalajara	
				Montarrón	Guadalajara	
	5	Henares	Río Cañamares	Medranda	Guadalajara	0.870
	6	Henares	Arroyo de la Hoya	Galve de Sorbe	Guadalajara	0.424

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
	7	Henares	Arroyo de Valmatón	Humanes de Mohernando	Guadalajara	0.981
	8	Henares	Arroyo de Valdelalobera	Yunquera de Henares	Guadalajara	1.475
	9	Henares	Arroyo de la Vega	Guadalajara	Guadalajara	0.424
ES030-07-03	1	Henares	Río Henares	Guadalajara	Guadalajara	7.400
	2	Henares	Río Henares	Chiloeches	Guadalajara	1.835
				Alovera	Guadalajara	
	3	Henares	Arroyo de Valdeucedá	Guadalajara	Guadalajara	0.765
	4	Henares	Arroyo de Cabanillas	Cabanillas del Campo	Guadalajara	2.645
	5	Henares	Arroyo de Valbuena	Cabanillas del Campo	Guadalajara	0.611
	6	Henares	Arroyo Valmoros	Alovera	Guadalajara	3.567
				Azuqueca de Henares	Guadalajara	
	7	Henares	Arroyo de las Mochas	Azuqueca de Henares	Guadalajara	2.414
				Alovera	Guadalajara	
	8	Henares	Arroyo de Valles	Marchamalo	Guadalajara	2.696
	9	Henares	Barranco del Rejal	Chiloeches	Guadalajara	1.476
ES030-08-03	1	Henares	Río Henares	Alcalá de Henares	Madrid	9.524
	2	Henares	Arroyo de Camarmilla	Camarma de Esteruelas	Madrid	3.487
	3	Henares	Arroyo de Camarmilla	Alcalá de Henares	Madrid	1.991
ES030-09-03	1	Henares	Arroyo del Charco del Muerto	Fresno de Torote	Madrid	1.089
	2	Henares	Arroyo de la Huelga	Ajalvir	Madrid	1.648
	3	Henares	Arroyo de las Culebras	Ajalvir	Madrid	0.763
				Paracuellos de Jarama	Madrid	
	4	Henares	Arroyo de Valdenarros	Fresno de Torote	Madrid	2.082
ES030-10-04.1	5	Henares	Arroyo Valdebecerro	Ribatejada	Madrid	0.962
	1	Jarama	Arroyo del Sotillo	Alameda del Valle	Madrid	0.467
	2	Jarama	Arroyo de Patones	Patones	Madrid	1.853
				Torremocha de Jarama	Madrid	
	3	Jarama	Arroyo Innominado	Uceda	Guadalajara	2.247
	4	Jarama	Arroyo Valdesalud	Uceda	Guadalajara	1.765
				Valdepiélagos	Madrid	
	5	Jarama	Arroyo de Valdelacoja	Uceda	Guadalajara	0.837
				Valdepiélagos	Madrid	
	6	Jarama	Río Guadalix	Algete	Madrid	2.542

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
				Colmenar Viejo	Madrid	
				San Sebastián de Los Reyes	Madrid	
	7	Jarama	Río Lozoya	Lozoya	Madrid	0.111
				Gargantilla de Lozoya y Pinilla	Madrid	
				Canencia	Madrid	
	8	Jarama	Arroyo de Matachivos	Torrelaguna	Madrid	1.280
	9	Jarama	Río Jarama	Talamanca de Jarama	Madrid	0.481
	10	Jarama	Arroyo Higuera	El Casar	Guadalajara	1.694
	11	Jarama	Arroyo Valtorón	El Casar	Guadalajara	2.282
				Talamanca de Jarama	Madrid	
ES030-11-04.1	1	Jarama	Río Jarama	Paracuellos de Jarama	Madrid	4.129
				Alcobendas	Madrid	
				Madrid	Madrid	
	2	Jarama	Río Jarama	San Fernando de Henares	Madrid	3.968
				Madrid	Madrid	
				Coslada	Madrid	
	3	Jarama	Río Jarama	Arganda del Rey	Madrid	3.684
				Rivas-Vaciamadrid	Madrid	
	4	Jarama	Arroyo del Valle	Cobeña	Madrid	1.625
	5	Jarama	Arroyo de la Vega	Alcobendas	Madrid	5.301
				San Sebastián de Los Reyes	Madrid	
	6	Jarama	Arroyo de Vilches	Arganda del Rey	Madrid	0.974
	7	Jarama	Río Jarama	Algete	Madrid	6.700
				San Sebastián de Los Reyes	Madrid	
	8	Jarama	Arroyo de Rejas	Madrid	Madrid	1.311
	9	Jarama	Barranco del Monte Bajo	Torres de la Alameda	Madrid	0.635
ES030-12-04.1	1	Jarama	Río Manzanares	Madrid	Madrid	29.006
				Getafe	Madrid	
	2	Jarama	Arroyo de Chozas	Soto del Real	Madrid	1.975
	3	Jarama	Río Navacerrada	Becerril de la Sierra	Madrid	2.166
				Moralzarzal	Madrid	
	4	Jarama	Arroyo de Pozuelo	Pozuelo de Alarcón	Madrid	7.117
				Madrid	Madrid	
	5	Jarama	Arroyo de Tajapiés	Fuenlabrada	Madrid	2.569
	6	Jarama	Arroyo de la Angostura	El Boalo	Madrid	2.043
				Moralzarzal	Madrid	
	7	Jarama	Arroyo del Mediano	Soto del Real	Madrid	0.740
	8	Jarama	Arroyo del Culebro	Fuenlabrada	Madrid	2.160

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
				Getafe	Madrid	
ES030-13-04.2	1	Guadarrama	Río Guadarrama	Cercedilla	Madrid	1.382
	2	Guadarrama	Río Guadarrama	Los Molinos	Madrid	1.535
	3	Guadarrama	Arroyo de Majaltobar	Los Molinos	Madrid	0.422
	4	Guadarrama	Río Guadarrama	Guadarrama	Madrid	1.519
	5	Guadarrama	Río Guadarrama	Collado Villalba	Madrid	2.852
				San Lorenzo de El Escorial	Madrid	
				El Escorial	Madrid	
				Galapagar	Madrid	
				Guadarrama	Madrid	
	6	Guadarrama	Arroyo de Los Linos	Collado Mediano	Madrid	5.736
				Alpedrete	Madrid	
				Guadarrama	Madrid	
				Collado Villalba	Madrid	
	7	Guadarrama	Arroyo de Los Sauces	Alpedrete	Madrid	2.754
				Collado Villalba	Madrid	
	8	Guadarrama	Río Guadarrama	Galapagar	Madrid	0.948
	9	Guadarrama	Río Guadarrama	Galapagar	Madrid	1.052
	10	Guadarrama	Río Aulencia	El Escorial	Madrid	0.327
ES030-14-04.2	1	Guadarrama	Río Guadarrama	Villanueva del Pardillo	Madrid	2.470
				Villanueva de la Cañada	Madrid	
				Majadahonda	Madrid	
	2	Guadarrama	Río Guadarrama	Villanueva de la Cañada	Madrid	2.540
				Brunete	Madrid	
				Boadilla del Monte	Madrid	
				Villaviciosa de Odón	Madrid	
	3	Guadarrama	Río Guadarrama	Móstoles	Madrid	9.092
				Arroyomolinos	Madrid	
				Villaviciosa de Odón	Madrid	
				Navalcarnero	Madrid	
				Batres	Madrid	
ES030-15-04.2	1	Guadarrama	Río Guadarrama	Carranque	Toledo	1.140
				Casarrubios del Monte	Toledo	
				Serranillos del Valle	Madrid	
	2	Guadarrama	Río Guadarrama	El Viso de San Juan	Toledo	2.873
				Palomeque	Toledo	
	3	Guadarrama	Río Guadarrama	Recas	Toledo	2.500
				Yuncillos	Toledo	
	4	Guadarrama	Arroyo de Gadea	Camarena	Toledo	2.086

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
	5	Guadarrama	Arroyo de las Ventas	Camarena	Toledo	1.157
	6	Guadarrama	Arroyo de Camarenilla	Arcicóllar	Toledo	0.611
ES030-16-05	1	Alberche	Arroyo Chiquillo	Navalacruz	Ávila	0.737
	2	Alberche	Río Alberche	Burgohondo	Ávila	1.995
	3	Alberche	Arroyo Chiquillo	Burgohondo	Ávila	0.980
	4	Alberche	Garganta de la Hiedra	Burgohondo	Ávila	0.435
	5	Alberche	Río Alberche	Navaluenga	Ávila	2.524
	6	Alberche	Río Alberche	Navaluenga	Ávila	1.500
	7	Alberche	Arroyo del Chorrerón	Navaluenga	Ávila	1.299
	8	Alberche	Río de la Gaznata	Herradón de Pinares	Ávila	1.966
	9	Alberche	Arroyo Hontanilla	Navalacruz	Ávila	0.453
	10	Alberche	Arroyo de las Hoyuelas	San Martín del Pimpollar	Ávila	0.634
ES030-17-05	1	Alberche	Arroyo del Molino de la Presa	Pelayos de la Presa	Madrid	3.103
	2	Alberche	Arroyo de Marruecos	Pelayos de la Presa	Madrid	0.843
	3	Alberche	Arroyo de Colmenar	Colmenar del Arroyo	Madrid	2.896
	4	Alberche	Arroyo de Quijorna	Quijorna	Madrid	1.238
	5	Alberche	Río Alberche	Aldea del Fresno	Madrid	1.271
	6	Alberche	Río Alberche	Aldea del Fresno	Madrid	4.455
				Santa Cruz del Retamar	Toledo	
				Villa del Prado	Madrid	
	7	Alberche	Arroyo de Valdegotera	Méntrida	Toledo	1.305
ES030-18-05	1	Alberche	Río Alberche	Santa Cruz del Retamar	Toledo	6.614
				Escalona	Toledo	
	2	Alberche	Arroyo de la Guadamilla	Santa Cruz del Retamar	Toledo	1.206
				Escalona	Toledo	
	3	Alberche	Río Alberche	Hormigos	Toledo	8.442
				El Casar de Escalona	Toledo	
				Nombela	Toledo	
	4	Alberche	Arroyo de Palancar	Domingo Pérez	Toledo	1.187
ES030-19-06	1	Tajo Izquierda	Arroyo de la Peñuela	Torrejón de Velasco	Madrid	1.154
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de las Cárcavas	Casarrubuelos	Madrid	1.874
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de las Cárcavas	Illescas	Toledo	1.171
	4	Tajo Izquierda	Arroyo Viñuelas	Illescas	Toledo	1.472
	5	Tajo Izquierda	Arroyo del Cubo	Illescas	Toledo	1.061
	6	Tajo Izquierda	Arroyo de Guatén	Yeles	Toledo	3.790

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
		Tajo Izquierda		Numancia de la Sagra	Toledo	
	7	Tajo Izquierda	Arroyo de Tocenaque	Yuncler	Toledo	2.230
ES030-20-06	1	Tajo Izquierda	Arroyo del Valle	Villatobas	Toledo	1.408
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de Martín Román	Villasequilla	Toledo	0.818
	3	Tajo Izquierda	Arroyo Innominado	Villanueva de Bogas	Toledo	0.883
	4	Tajo Izquierda	Arroyo Innominado	Mora	Toledo	1.841
ES030-21-06	1	Tajo Izquierda	Río Tajo	Toledo	Toledo	23.955
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de la Degollada	Cobisa	Toledo	1.770
ES030-22-06	1	Tajo Izquierda	Arroyo de los Cañares	La Puebla de Montalbán	Toledo	2.678
	2	Tajo Izquierda	Barranco de Mesegar	Mesegar de Tajo	Toledo	0.639
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de Arriba	Cebolla	Toledo	1.661
ES030-23-06	1	Tajo Izquierda	Río Tajo	Talavera de la Reina	Toledo	5.225
	2	Tajo Izquierda	Río Alberche	Pepino	Toledo	3.142
				Cazalegas	Toledo	
				Talavera de la Reina	Toledo	
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de las Parras	Pepino	Toledo	0.808
				Talavera de la Reina	Toledo	
	4	Tajo Izquierda	Arroyo de Cornicabral	Talavera de la Reina	Toledo	0.662
	5	Tajo Izquierda	Arroyo de Berrenchín	Pepino	Toledo	1.363
				Talavera de la Reina	Toledo	
	6	Tajo Izquierda	Arroyo de La Portiña	Talavera de la Reina	Toledo	2.595
	7	Tajo Izquierda	Río Tajo	Talavera de la Reina	Toledo	1.540
				La Pueblanueva	Toledo	
	8	Tajo Izquierda	Arroyo Bórrago	Talavera de la Reina	Toledo	1.470
ES030-24-06	1	Tajo Izquierda	Río Cedena	Navahermosa	Toledo	1.051
				Los Navalmorales	Toledo	
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de las Vegas	Los Navalmorales	Toledo	1.774
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de Navajatas	San Martín de Pusa	Toledo	1.447
	4	Tajo Izquierda	Arroyo de Coreluera	Espinoso del Rey	Toledo	0.817
	5	Tajo Izquierda	Arroyo del Castaño	Espinoso del Rey	Toledo	0.489
ES030-25-07	1	Tiétar	Río Tiétar	Rozas de Puerto Real	Madrid	3.066
				Santa María del Tiétar	Ávila	

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
	2	Tiétar	Garganta del Pajarero	Santa María del Tiétar	Ávila	0.641
	3	Tiétar	Río Tiétar	Sotillo de la Adrada	Ávila	1.347
	4	Tiétar	Garganta de Majalobos	Sotillo de la Adrada	Ávila	1.090
	5	Tiétar	Río de Ramacastañas	Mombeltrán	Ávila	0.980
	6	Tiétar	Río de Ramacastañas	Arenas de San Pedro	Ávila	0.646
	7	Tiétar	Arroyo Innominado	Mombeltrán	Ávila	0.406
	8	Tiétar	Río Arenal	El Hornillo	Ávila	4.715
				Arenas de San Pedro	Ávila	
	9	Tiétar	Garganta de Santa María	Candeleda	Ávila	2.409
	10	Tiétar	Arroyo del Molinillo	Velada	Toledo	0.463
	11	Tiétar	Arroyo Viejo de Alcañizo	Alcañizo	Toledo	1.269
	12	Tiétar	Arroyo del Franquillo	La Adrada	Ávila	1.251
	13	Tiétar	Arroyo de Casas	Pedro Bernardo	Ávila	0.310
ES030-26-07	1	Tiétar	Río Tiétar	Madrigal de la Vera	Cáceres	1.425
				Oropesa	Toledo	
				Candeleda	Ávila	
	2	Tiétar	Río Tiétar	Valverde de la Vera	Cáceres	2.835
				Talayuela	Cáceres	
	3	Tiétar	Río Tiétar	Cuacos de Yuste	Cáceres	3.177
				Talayuela	Cáceres	
	4	Tiétar	Garganta de Alardos	Candeleda	Ávila	3.000
				Madrigal de la Vera	Cáceres	
	5	Tiétar	Garganta de Jaranda	Guijo de Santa Bárbara	Cáceres	3.800
				Jarandilla de la Vera	Cáceres	
ES030-27-07	1	Tiétar	Río Tiétar	Jaraíz de la Vera	Cáceres	8.387
				Casatejada	Cáceres	
				Majadas	Cáceres	
	2	Tiétar	Río Tiétar	Tejada de Tiétar	Cáceres	4.555
				Majadas	Cáceres	
				Toril	Cáceres	
	3	Tiétar	Arroyo Molinillo	Navalmoral de la Mata	Cáceres	2.614
	4	Tiétar	Arroyo Innominado	Tejada de Tiétar	Cáceres	1.817
ES030-28-08	1	Alagón	Río Alagón	Sotoserrano	Salamanca	0.696
	2	Alagón	Río Sangusín	Peromingo	Salamanca	0.756
	3	Alagón	Río Hurdano	Nuñomoral	Cáceres	3.195
	4	Alagón	Río Malvellido	Nuñomoral	Cáceres	0.294
	5	Alagón	Río de Los	Pinofranqueado	Cáceres	1.022

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
			Ángeles	Casar de Palomero	Cáceres	
	6	Alagón	Arroyo de Pedrogordo	Mohedas de Granadilla	Cáceres	0.999
	7	Alagón	Río Hurdano	Nuñomoral	Cáceres	0.692
	8	Alagón	Arroyo Innominado 1	Caminomorisco	Cáceres	0.187
	9	Alagón	Arroyo Innominado 2	Caminomorisco	Cáceres	1.147
ES030-29-08	1	Alagón	Río Alagón	Montehermoso	Cáceres	8.835
				Valdeobispo	Cáceres	
				Galisteo	Cáceres	
	2	Alagón	Río Alagón	Montehermoso	Cáceres	3.007
				Galisteo	Cáceres	
	3	Alagón	Río Alagón	Coria	Cáceres	22.197
				Torrejoncillo	Cáceres	
				Portaje	Cáceres	
				Morcillo	Cáceres	
				Riolobos	Cáceres	
ES030-30-08	1	Alagón	Río Baños	Baños de Montemayor	Cáceres	1.515
	2	Alagón	Arroyo Innominado	Baños de Montemayor	Cáceres	0.938
	3	Alagón	Río Ambroz	Hervás	Cáceres	4.077
	4	Alagón	Garganta de la Buitrera	Gargantilla	Cáceres	0.902
	5	Alagón	Garganta de la Buitrera	Aldeanueva del Camino	Cáceres	0.596
	6	Alagón	Río Ambroz	La Granja	Cáceres	1.511
	7	Alagón	Arroyo de Valdeciervo	Zarza de Granadilla	Cáceres	0.662
ES030-31-08	1	Alagón	Río Jerte	Tornavacas	Cáceres	1.507
	2	Alagón	Río Jerte	Jerte	Cáceres	26.781
				Cabezuela del Valle	Cáceres	
				Navaconcejo	Cáceres	
				Rebollar	Cáceres	
				Valdastillas	Cáceres	
				Cabrero	Cáceres	
				Casas del Castañar	Cáceres	
				El Torno	Cáceres	
	3	Alagón	Río Jerte	Plasencia	Cáceres	7.294
	4	Alagón	Río Jerte	Plasencia	Cáceres	2.339
				Oliva de Plasencia	Cáceres	
	5	Alagón	Barranco de la Oliva	Oliva de Plasencia	Cáceres	2.038
ES030-32-09	1	Árrago	Río Árrago	Moraleja	Cáceres	0.851
				Huélagas	Cáceres	
	2	Árrago	Río Árrago	Moraleja	Cáceres	1.480

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
				Huélaga	Cáceres	
				Casas de Don Gómez	Cáceres	
	3	Árrago	Rivera de Gata	Gata	Cáceres	1.590
	4	Árrago	Río San Blas	Gata	Cáceres	0.685
	5	Árrago	Rivera de Gata	Moraleja	Cáceres	5.301
	6	Árrago	Arroyo de Patana	Huélaga	Cáceres	1.800
				Moraleja	Cáceres	
				Casas de Don Gómez	Cáceres	
ES030-33-10	1	Bajo Tajo	Río Tajo	El Puente del Arzobispo	Toledo	0.766
				Villar del Pedroso	Cáceres	
				Alcolea de Tajo	Toledo	
	2	Bajo Tajo	Arroyo de la Fuente del Madroño	Valdelacasa de Tajo	Cáceres	0.826
	3	Bajo Tajo	Arroyo del Pueblo o de Casa	Torrejón el Rubio	Cáceres	1.303
	4	Bajo Tajo	Arroyo de Santiago	Santiago del Campo	Cáceres	0.502
	5	Bajo Tajo	Arroyo de la Ribera del Marco	Cáceres	Cáceres	7.646
	6	Bajo Tajo	Rivera del Pueblo de Aliseda	Aliseda	Cáceres	0.729
	7	Bajo Tajo	Arroyo Innominado	Torremocha	Cáceres	0.112
	8	Bajo Tajo	Arroyo del Verdinal	Aldea del Cano	Cáceres	0.616

Tabla 3: Relación de tramos de ARPSI identificados en la EPRI de 2º ciclo de la D.H. del Tajo

1.5 Recomendaciones de la Comisión Europea para la EPRI del 3º 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.

En este contexto, la Directiva establece unos mecanismos de entrega de documentación por parte de los Estados miembros a la Comisión Europea. De esta forma, y de acuerdo con lo indicado en su artículo 15, 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 2.º ciclo, esta fecha era diciembre de 2017.

La Comisión Europea, tras analizar la información aportada por los Estados miembros, ha emitido un informe general de todo el proceso en el conjunto de la Unión Europea 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 a la cumplimentación del 3.º ciclo de la Directiva.

El informe general de la Comisión Europea relativo a las evaluaciones preliminares del riesgo de inundación vio la luz en diciembre de 2021. Dicho informe, así como los informes específicos de cada Estado miembro, se pueden consultar a través del siguiente enlace:

http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/overview.htm

En el caso de España, las principales conclusiones de la Comisión Europea respecto de las EPRI de nuestras Demarcaciones Hidrográficas son las siguientes:

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 Portugal se rige por el Convenio de Albufeira y con Francia por el Acuerdo de Toulouse (habiéndose remitido las correspondientes EPRI a ambos países).

En el informe se ha llevado a cabo un análisis pormenorizado, centrado en una serie de puntos, que se expone resumidamente a continuación:

1. Información relativa al contexto del Estado miembro

Las autoridades españolas estatales aseguran la aplicación de la Directiva de Inundaciones mediante el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, y han establecido documentos de orientación, como la *“Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Evaluación Preliminar del Riesgo”*, que han sido fielmente seguidos en líneas generales.

El informe refiere que el número de demarcaciones hidrográficas en España no ha variado desde el primer ciclo, siendo 25 las cuencas en que se organiza la red hidrográfica española, sobre las que se han identificado 1.451 ARPSIs. De las 25 demarcaciones hidrográficas, 8 son internacionales (4 compartidas con Portugal, 2 con Francia, 1 con Andorra y 2 con Marruecos), y otras 8 se corresponden con islas o agrupaciones de islas. Tampoco variaron las Autoridades Competentes durante el segundo ciclo.

Para el ámbito territorial de cada una de estas demarcaciones se ha llevado a cabo la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación, y sus mapas se han realizado a una escala adecuada.

2. Tipos de inundación considerados

Para la identificación de las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI), las demarcaciones hidrográficas españolas han contemplado las inundaciones de tipo fluvial, pluvial y las de origen marino (ya sea por acción del oleaje o por aumento del nivel del mar), no incluyendo intencionadamente la consideración de las inundaciones que pudieran tener lugar como consecuencia de la falta de drenaje de los sistemas de alcantarillado, como permite el artículo 2.1. de la Directiva de Inundaciones. El resto de tipos previstos por el mencionado artículo de la normativa han sido contemplados en la definición de las áreas con riesgo, y se han analizado tanto las avenidas históricas como las que potencialmente pudieran tener lugar debido a las características de la zona.

Sin embargo, en relación con la exclusión de las inundaciones derivadas de la falta de capacidad de los sistemas de alcantarillado, la Comisión recuerda que sí podría ser relevante tenerlas en cuenta por su posible sinergia con las avenidas relámpago o súbitas y las de origen pluvial.

3. Aspectos analizados en la aplicación del artículo 4.2 (b), (c) y (d)

Todos los requerimientos mencionados en el artículo 4 han sido tenidos en cuenta a la hora de realizar la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) de cada demarcación hidrográfica. Sin embargo, la inclusión de dichos aspectos no se ha considerado de forma homogénea en todas las demarcaciones.

El artículo 4 de la Directiva, relativo a la elaboración de la EPRI, menciona la obligatoriedad de efectuar este análisis para cada demarcación hidrográfica, unidad de gestión o cada parte de una demarcación hidrográfica internacional situada en su territorio, y recopila una serie de aspectos que deben ser incluidos en este análisis, como por ejemplo, la elaboración de mapas y la descripción de las inundaciones pasadas que hayan tenido impactos negativos significativos para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica, así como aquellas que puedan producirse.

En este sentido, la Comisión señala que las referencias a los enfoques utilizados para evaluar este impacto o consecuencias sobre la salud humana, medio ambiente, patrimonio cultural y/o actividad económica pueden haber sido reportadas a nivel demarcación o nacional y no de forma específica para los eventos de inundación.

- Criterios para el análisis de los episodios históricos

De estos eventos pasados considerados como significativos, la Directiva recoge la conveniencia de caracterizarlos apropiadamente. Sin embargo, se ha detectado una distribución desigual de los eventos seleccionados en las diferentes demarcaciones, así como en la descripción de los tipos de inundación, mecanismos y características, no siempre achacables a la diferente realidad de cada demarcación, sino a una falta de homogeneidad en la valoración, elección de criterios para su selección, caracterización y definición de los impactos adversos significativos, así como faltas de correspondencia entre los datos reportados y los documentos de referencia redactados.

Aunque España sí cuenta con una metodología común, cada demarcación hidrográfica la ha adaptado a su ámbito territorial, echándose en falta los detalles específicos de cada demarcación en los documentos reportados, ya que únicamente se ha incluido un resumen de la metodología general. Esto es especialmente relevante a la hora de definir el denominado como “criterio experto”, debido a la heterogeneidad que este término comprende.

Por lo tanto, se recomienda homogeneizar los criterios para identificación y selección de eventos significativos, incluyendo, entre otros, la extensión (área o longitud) y los daños derivados sobre la salud humana, medio ambiente, patrimonio cultural y actividad económica.

- Criterios para la identificación de las inundaciones futuras y valoración de los daños potenciales

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 este sentido, la Comisión ha detectado en su análisis que cada demarcación hidrográfica española ha utilizado los criterios que ha considerado más adecuados en su territorio para identificar las inundaciones pasadas sin impactos adversos significativos conocidos (como, por ejemplo, la zona inundable, los habitantes o edificios afectados, la existencia de zonas comerciales en el área, el potencial nivel de daños, los importes de las indemnizaciones, el periodo de retorno, etc.), existiendo una metodología común para todas ellas. Sin embargo, ninguno de los documentos de referencia ni los datos del *reporting* justifican la elección de uno u otro criterio. Esto también ocurre en la identificación de posibles inundaciones futuras con consecuencias adversas.

Por lo tanto, al igual que en el caso de eventos pasados, se recomienda establecer referencias claras a la metodología española, así como justificar adecuadamente los criterios seguidos a la hora de identificar los eventos futuros en los documentos de referencia de la EPRI y proceder a su caracterización lo más completa posible.

4. Proceso de selección de las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI)

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 este sentido, la Comisión ha observado que cada demarcación hidrográfica ha utilizado distintos criterios para la selección, adoptando enfoques variados. Mientras que algunas demarcaciones hidrográficas aplican una larga lista de criterios, otras consideran un número muy reducido, y también se aplican sistemas de ponderación de forma muy heterogénea.

En relación con las consecuencias previsibles sobre la salud humana, medio ambiente, actividad económica y patrimonio cultural que las avenidas pueden tener sobre las áreas designadas como ARPSIs, la Comisión ha observado que el conjunto de consecuencias adversas difiere significativamente entre las distintas demarcaciones, lo que consideran que puede depender más de la autoridad competente que de las inundaciones o impactos.

También recomienda recoger en la metodología para la definición de ARPSI si la identificación se ha llevado a cabo en base a inundaciones pasadas o supuestas y si estas eran o no consideradas como significativas.

5. Evolución a largo plazo

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.

Durante el segundo ciclo, España ha realizado distintos estudios sobre cambio climático. Concretamente, en 2017 se preparó una metodología piloto, la cual fue ampliada y mejorada en 2018 para su consideración íntegra en las EPRI de segundo ciclo.

6. Coordinación internacional

En sus informes de segundo ciclo, los Estados miembros deben proporcionar información sobre la metodología o proceso seguido para el intercambio internacional de información sobre las ARPSI que cruzan fronteras internacionales.

Desde el primer ciclo se mantienen las mismas comisiones bilaterales para aguas transfronterizas designadas en el marco de acuerdos de cooperación con países vecinos: Convenio de Albufeira (cuencas compartidas con Portugal) y Acuerdo de Toulouse (las compartidas con Francia). Se trata de estructuras preexistentes que incorporaron los temas relacionados con la Directiva de Inundaciones.

1.6 Coordinación internacional

En el punto 1.3 de esta Memoria se ha puesto ya de manifiesto el carácter internacional de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, cuyo territorio se distribuye entre España y Portugal.

El artículo 7 del Real Decreto 903/2010 establece en su séptimo punto que en las demarcaciones hidrográficas internacionales se intercambiará con los países afectados la información pertinente de la evaluación preliminar del riesgo de inundación.

La cooperación entre España y Portugal en las demarcaciones hidrográficas compartidas se rige por el Convenio sobre Cooperación para la Protección y el Aprovechamiento sostenible de las Aguas de las Cuencas hidrográficas hispano-portuguesas, también llamado Convenio de Albufeira, ya citado en el anterior apartado. Dicho convenio tiene como objeto la definición de un marco de cooperación entre las partes para la protección de las aguas superficiales y subterráneas y de los ecosistemas acuáticos y terrestres directamente dependientes de ellos, de forma que se consiga un aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas.

Para alcanzar estos objetivos, las partes establecen un mecanismo de cooperación que se concreta en las siguientes actividades:

- Intercambio de información regular y sistemático sobre las materias objeto del Convenio así como las iniciativas internacionales relacionadas con éstas.
- Consultas y actividades en el seno de los órganos instituidos por el Convenio.
- Adopción, individual o conjuntamente, de las medidas técnicas, jurídicas, administrativas u otras, necesarias para la aplicación y desarrollo del Convenio.

En el marco del convenio y su órgano técnico, la Comisión para la Aplicación y el Desarrollo del Convenio (CADC), existen cuatro grupos de trabajo que se ocupan de los siguientes temas: (1) el régimen de caudales, sequías y situaciones de emergencia, (2) intercambio de información, (3) seguridad de infraestructuras y avenidas, y (4) Directiva Marco del Agua y calidad de las aguas.

2 Resumen de las inundaciones ocurridas en el período 2018-2024 y análisis de impactos

Para la realización del resumen de inundaciones históricas ocurridas en el periodo 2018-2024 y el análisis de los impactos de estas se han consultado distintas fuentes que se enumeran a continuación:

- Noticias en hemerotecas digitales, como la existente en la web de la Confederación hidrográfica del Tajo con noticias relevantes publicadas en <https://www.chtajo.es/Confederacion/Paginas/NotasPrensa.aspx>, en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico donde se pone a disposición el archivo histórico de notas de prensa en la web <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias.html> y diversas hemerotecas digitales de periódicos publicados en el ámbito geográfico de la cuenca.
- Publicaciones en <https://www.chtajo.es/Servicios/Publicaciones/Paginas/default.aspx> en la web de la Confederación hidrográfica del Tajo, destacando el Informe del episodio de lluvias del 02 al 06 de septiembre de 2023, elaborado por el SAIH Tajo.
- Informes de seguimiento del Plan de gestión del riesgo de inundación de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, elaborado para los años 2018, 2019, 2020 y 2021.
- Inundaciones recogidas por la Confederación hidrográfica del Tajo para el año 2024.
- Consultas con los agentes medioambientales y personal del Servicio de Vigilancia del Dominio Público Hidráulico de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Informes de vigilancia ambiental).
- Información facilitada por los Servicios de Protección Civil de las Comunidades Autónomas (documentación que se adjunta en el anejo 2):
 - o Castilla La Mancha: Reunión de coordinación PC_OOCC e informe con explicación de puntos conflictivos detectados en las inundaciones en los últimos años (11/06/2024).
 - o Comunidad de Madrid, relación de eventos o episodios de inundación desde 2018 hasta la actualidad (abril 2024).
 - o Junta de Extremadura: Reunión de coordinación PC_OOCC para la revisión de la EPRI (11/06/2024) y relación de episodios de inundación desde 21 de septiembre 2022 hasta la actualidad (19 enero 2024) en toda la Comunidad Autónoma de Extremadura con número de llamadas recibidas, incidentes y asistencias técnicas.
 - o Junta de Castilla y León, información sobre propuesta de nuevos tramos fluviales con riesgo potencial de inundación y afección a núcleos de población cercana en la demarcación hidrográfica del Tajo y relación de episodios de inundaciones desde 2019 a 2024.

- Gobierno de Aragón. Expone que analizando los distintos eventos de torrencialidad/inundaciones en la parte de su territorio que afecta a la demarcación hidrográfica del Tajo, en principio, no habría nada significativo. No aporta documento específico.
- Consorcio de Compensación de Seguros (CCS): las tablas remitidas por el CCS para este estudio incluyen los datos elaborados de las indemnizaciones (en euros actualizados a 2023), número de siniestros, estimación de capitales asegurados y tasas de siniestralidad, por causa de inundación extraordinaria, para el periodo desde 1996 hasta 2023 en todos los códigos postales de la demarcación, anualizando cada variable para cada año según el número de datos disponibles.

2.1 Resumen de inundaciones pasadas

En el presente apartado se resumen los principales episodios de inundación acontecidos en la cuenca, desde los registrados en la EPRI del ciclo anterior en 2018 hasta la actualidad 2024. Se puede consultar con más detalle en el anejo 2 donde se incluye la tabla con las características principales de estos eventos.

2.1.1 Episodios de inundaciones en el año 2018

En la Demarcación Hidrográfica del Tajo se han producido importantes episodios de avenida en los meses de marzo, agosto y septiembre del año 2018. El primero de ellos se desarrolló durante varios días y afectó a casi toda la cuenca, mientras que los dos últimos tuvieron un carácter más puntual y local.

En el mes de marzo de 2018 una serie de profundas borrascas trajo consigo avenidas en casi la totalidad de la cuenca. El área de incidencia de cada borrasca fue desigual, por lo que las crecidas no coincidieron en tiempo en todos los puntos de la cuenca. Seguidamente se relatan los episodios más importantes:

- La primera gran borrasca, entre los días 9 y 11 de marzo, denominada Félix, provocó graves daños a la agricultura en la provincia de Cáceres, especialmente en las vegas del Jerte y del Tiétar, siendo la avenida registrada en el Tiétar extraordinaria. Las poblaciones más afectadas fueron Jaraíz de la Vera, Villanueva de la Vera y Talayuela.
- Unos días después, en torno al 14 del mismo mes, las inundaciones se trasladaron a la cuenca del río Ambroz, provocando daños en Zarza de Granadilla, Moraleja y La Granja, todas en la provincia de Cáceres.
- La siguiente gran borrasca, denominada Gisele, azotó la península entre el 16 y 18 de marzo, provocando daños principalmente en la provincia de Guadalajara, especialmente en la cuenca del Henares. Entre las localidades afectadas se encontraban Baidés, Guadalajara, Mohernando y Yunquera de Henares.

En mayo se dieron una sucesión de fuertes lluvias en la Comunidad de Madrid, el 7 de mayo de 2018 una intensa tromba de agua registrada a última hora de la tarde, especialmente en el Corredor del Henares, ciertas zonas de Coslada quedan completamente inundadas, especialmente calles y garajes quedaron completamente anegados y solo se producen

daños materiales. El 21 de mayo los bomberos del Ayuntamiento de Madrid llegan a realizar hasta 40 intervenciones con daños materiales escasos y el 25 de mayo la influencia de una DANA que atravesó el noroeste peninsular hizo que se produjeran unas 200 incidencias por inundaciones de bajos y garajes y alcantarillas en Alcorcón, Humanes, Torrejón de la Calzada, así como San Lorenzo y El Escorial, sólo daños materiales.

El 6 de agosto fuertes lluvias en Getafe y Pinto, en el sur de la Comunidad de Madrid, provocaron daños materiales y avisos por caídas de árboles, desprendimientos en fachadas y formación de balsas de agua.

El día 16 de agosto de 2018 una fuerte tormenta provocó la inundación de algunas calles en los núcleos de Seseña, Cobisa, Layos y Argés, todos pertenecientes a la provincia de Toledo.

El 8 de septiembre de 2018 se produjo el episodio con mayores daños asociados, cuando un chubasco corto y de gran intensidad provocó el desbordamiento del arroyo de Sangüesa a su paso por la localidad de Cebolla (Toledo); donde se anegaron viviendas, bajos y garajes. La fuerza de la corriente provocó el arrastre de numerosos vehículos y el corte de la carretera autonómica CM-4000, que une Talavera de la Reina y Toledo. También sufrieron daños, aunque en menor medida, los términos municipales de Cañaveruelas y Villalba del Rey.

Los últimos episodios registrados han sido una sucesión de tormentas a mediados del mes de septiembre de 2018 en la provincia de Guadalajara, entre los días 11 y 17, que provocaron daños de diversa consideración en algunos núcleos urbanos, entre los que se destaca Sacedón, Fuentenovilla, Fuentelencina y Loranca de Tajuña. Se produjeron también en Cáceres en la cuenca del Ambroz, resultando afectada Zarza de Granadilla y en Ávila, en el municipio de Las Navas del Marqués, en la pedanía de La Estación por el arroyo del Corcho.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Consorcio de Compensación de Seguros, en 2018 se han tramitado expedientes de indemnización por inundación en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Tajo por un valor de 4,57 millones de euros. Esta cifra es inferior a la registrada en el año anterior (2017) cuando esa cantidad alcanzó los 10,17 millones de euros, y en todo caso muy superior a la correspondiente al año 2016 (0,75 millones de euros).

2.1.2 Episodios de inundaciones en el año 2019

En el año 2019, el 26 de agosto se produjeron fuertes precipitaciones de tipo tormentoso en numerosas zonas de la cuenca del Tajo, en las comunidades autónomas de Extremadura, Castilla y León, Castilla-La Mancha y Madrid, que produjeron daños considerables en poblaciones de la comarca de La Vera (Cáceres). Otros municipios como Arganda del Rey y Fuenlabrada, en la provincia de Madrid, o Tembleque y Mora, en la provincia de Toledo, sufrieron importantes inundaciones de origen pluvial en sus cascos urbanos.

El 15 de septiembre de 2019 tuvo lugar otro episodio de similares características, con lluvias de intensidad apreciable y corta duración, que provocó daños en las localidades de Villar del Olmo, Arganda de Rey, Nuevo Baztán (urbanización Eurovillas), San Martín de la Vega,

Velilla de San Antonio, Campo Real y Daganzo todas ellas en la provincia de Madrid, y otros municipios de las provincias de Guadalajara y Toledo.

El episodio más importante del año tuvo lugar entre los días 16 y 21 de diciembre de 2019, cuando la borrasca “Elsa” atravesó la península ibérica originando daños de consideración por desbordamiento de cauces en diversas poblaciones de la cuenca del Tajo. Dicha borrasca fue considerada como de gran impacto, según lo determina la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

La mayor incidencia se produjo entre las jornadas del 18 al 20 de diciembre de 2019, recogándose los mayores valores de precipitación el día 19. Las zonas más afectadas fueron las sierras de Gredos y Francia, acumulándose una cantidad cercana a los 300 mm en el Puerto del Pico (Ávila), mientras que en las localidades cacereñas de Madrigal de la Vera, Nuñomoral, Garganta de la Hoya, Piornal y Hoyos, los valores recogidos superaron ampliamente los 100 mm.

Como consecuencia de estas precipitaciones se produjeron crecidas en diversos cauces de las cuencas de los ríos Alagón y Tiétar, especialmente en las gargantas que nacen en las sierras antes comentadas. Las mayores avenidas se produjeron en el río Jerte, y, en menor medida, en el Tiétar, donde el embalse de Rosarito llegó a desaguar 380 m³/s.

Se produjeron daños moderados en los cultivos, aunque el mayor impacto fue en las vías de comunicación (se cortaron la N-110 a la altura de Cabezuela del Valle y la N-630 en Jerte, así como múltiples vías de menor entidad y caminos) y en los núcleos urbanos. Cabe destacar en este sentido Navaconcejo, Hervás, Jerte y Gata. Además, hubo cortes del suministro eléctrico que afectaron a unos 40.000 extremeños.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Consorcio de Compensación de Seguros, en 2019 se tramitaron expedientes de indemnización por inundación en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Tajo por un valor de 30,45 millones de euros. Esta cifra es muy superior a la registrada en los años anteriores: 4,57 millones de euros en 2018; 10,17 millones de euros en 2017 o 0,75 millones de euros en 2016.

2.1.3 Episodios de inundaciones en el año 2020

Entre los principales eventos en el año 2020, el 25 de mayo se produjeron fuertes tormentas que afectaron a varias provincias de la cuenca del Tajo. En Madrid se produjeron más de un centenar de avisos por inundación y los bomberos tuvieron que realizar más de 50 intervenciones en 2 horas, viéndose afectadas localidades como Coslada, San Fernando, Rivas y partes del barrio del Aeropuerto (distrito de Barajas, Madrid). Guadalajara fue una de las provincias más afectadas durante este episodio, el río Badiel se desbordó a su paso por la localidad de Hita, siendo necesario el desalojo de varios vecinos por la inundación de sus viviendas, además las fuertes lluvias en el Corredor del Henares obligaron a realizar achiques de agua en bajos y garajes de Azuqueca de Henares, Cabanillas del Campo, Alovera, Trijueque y Torija. En la provincia de Cuenca también hubo inundaciones en poblaciones como Gascueña.

El 8 de junio de 2020, debido a las lluvias caídas en Guadalajara, se produjo un nuevo desbordamiento del río Badiel a su paso por la localidad de Hita, en este caso sin afección a viviendas.

La localidad más afectada por el temporal del 11 de agosto de 2020 fue Cebolla, en la provincia de Toledo, donde la fuerte tromba de agua caída en pocos minutos provocó el desbordamiento del arroyo Sangüesa, la riada cruzó la calle Real, una de las vías principales del municipio, anegando garajes y patios y provocando daños al mobiliario urbano.

El 24 de septiembre de 2020 se produjo una tormenta en Madrid que produjo inundaciones en varias estaciones y túneles del Metro, produciendo el corte de las líneas L2, L4, L7 y L10 durante horas, además afectó a bajos y trasteros de la Comunidad.

Las fuertes precipitaciones que la borrasca Bárbara dejó en el norte de la provincia de Cáceres el 20 de octubre provocaron el desbordamiento de algunos tramos del río Jerte, varios cauces de Las Hurdes y gargantas de La Vera, lo que llevó a la Junta de Extremadura a activar su Plan de Inundaciones (INUNCAEX). Las zonas más afectadas fueron localidades de las Hurdes como Nuñomoral (Alquerías de Cerezal, Vegas de Coria, Rubiaco) y Navaconcejo, en el Valle del Jerte. También hubo desbordamientos en otros puntos de la provincia como la Rivera de Avid, a su paso por Valencia de Alcántara. El Comité Permanente de la Comisión de Desembalse se constituyó y se enviaron comunicados de desembalses desde la Sala SAIH para la gestión del evento, además se participó como asesores del CECOPI del INUNCAEX. Esta borrasca también afectó a otras comunidades como la de Madrid, en la que hubo inundaciones en poblaciones como El Álamo el 22 de octubre.

El 5 de noviembre 2020 el arroyo de Sangüesa volvió a desbordarse en Cebolla, produciendo nuevamente inundaciones en la población.

El 11 de diciembre 2020 las fuertes lluvias acaecidas en la Comunidad de Madrid provocaron el desbordamiento del cauce del arroyo Artiñuelo, inundando viviendas, zonas urbanas y carreteras en Rascafría y Alameda del Valle. En Rascafría, además de los daños materiales, falleció un operario municipal, vecino de Rascafría, al volcar la máquina retroexcavadora y ser inundada la cabina de la misma, cuando realizaba labores de limpieza del arroyo.

El desbordamiento del arroyo Gallinero también causó inundaciones en la zona La urbanización Los Grifos. También en esas fechas posteriores al puente de la Constitución, debido a la fusión nival producida por la subida de las temperaturas y la presencia de lluvias, el Canal de Isabel II se vio obligado a realizar desembalses en las presas del sistema de Madrid para guardar los resguardos establecidos.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Consorcio de Compensación de Seguros, en 2020 se tramitaron expedientes de indemnización por inundación en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Tago por un valor de 5,61 millones de euros. Esta cifra es muy inferior a la registrada en 2019, pero del orden de los años anteriores: 30,45 millones de euros en 2019; 4,57 millones de euros en 2018; 10,17 millones de euros en 2017 o 0,75 millones de euros en 2016.

2.1.4 Episodios de inundaciones en el año 2021

Continuando con el año 2021, el 25 de enero, debido a la conjunción del deshielo y las fuertes lluvias en la provincia de Madrid, el 112 activó la fase de pre-emergencia del Plan de

Inundación INUNCAM. En el Valle del Lozoya, donde hubo aviso amarillo, se produjeron inundaciones en Gargantilla de Lozoya y se cortó la M-604 entre los puntos kilométricos 26 y 38. Además, el arroyo de Artiñuelo, afluente del Lozoya, se desbordó a su paso por Rascafría.

Entre el 3 y el 10 de febrero de 2021 se produjeron episodios de lluvias que motivaron la constitución del Comité Permanente de la Comisión de Desembalse, y el envío de Faxes comunicando desembalses a Protección Civil de Cáceres. Aunque no se registraron inundaciones significativas, sí es de destacar el seguimiento del estado de los niveles de los ríos que la Dirección General de Emergencias, Protección Civil e Interior realizó a través de los sensores de la red SPIDA (Sistema de Predicción Integral de Inundaciones de Extremadura), monitorizando las zonas inundables para prevenir y alertar a las poblaciones del riesgo de inundación. Apoyándose además en la información aportada por el SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica).

Entre el 29 de agosto y el 2 de septiembre de 2021 se produjeron inundaciones en diversas zonas de España a consecuencia de las fuertes precipitaciones debidas a una depresión aislada en niveles altos (DANA).

En la provincia de Madrid las tormentas complicaron el tráfico, afectaron al metro y a Cercanías y causaron inundaciones en viviendas, con mayor incidencia en Valdemoro, Rivas-Vaciamadrid, Arganda del Rey, Pinto, Getafe y Parla. Durante la noche del 1 de septiembre de 2021 los servicios públicos tuvieron que atender múltiples avisos: Emergencias Madrid 112 gestionó 295 expedientes, sobre todo en Alpedrete, Valdemoro, Parla, Fuenlabrada, Rivas-Vaciamadrid y la capital, mientras que la policía de Arganda del Rey atendió 90 avisos por riadas, balsas de agua y personas atrapadas en sus coches. Los bomberos de la Comunidad de Madrid hicieron 110 salidas, por garajes, bajos inundados y personas atrapadas en coches.

La provincia de Toledo fue especialmente afectada por la DANA. En 3 horas los servicios de emergencias 112 atendieron 189 incidencias por las fuertes lluvias. Las poblaciones más afectadas fueron: Cobisa, donde se inundó parte de su casco urbano, afectando a las viviendas y dejando las calles llenas de barro; Argés; Polán, donde el arroyo del Conde se desbordó e inundó los inmuebles colindantes; Burguillos de Toledo; Guadamur, donde se produjo arrastre de vehículos, inundación de edificaciones y daños en el yacimiento visigodo de Guarramar; Illescas; Nambroca y El Viso de San Juan.

La población de Toledo capital fue declarada Zona Gravemente Afectada por Emergencias de Protección Civil (ZAEPC) por las inundaciones y riadas producidas, destacando como cauces más problemáticos:

- El arroyo de la Degollada, cuya riada provocó que la carretera del Valle se cerrase en ambos sentidos, desde la ermita hasta el puente nuevo de Alcántara, debido al riesgo de desprendimiento.
- El desbordamiento del arroyo de la Rosa provocó en el barrio de Santa Bárbara serios daños en el paseo, bulvar y fachadas de la mayoría de los comercios, así como los daños en la línea de AVE que une Toledo con la capital de España, que quedó suspendida.

- El arroyo de Valdecubas se desbordó en el barrio de Azucaica, cortando calles y anegando viviendas.

Además, se produjo el corte de tráfico en la N-400, que une la ciudad de Toledo con el barrio de Santa María de Benquerencia, entre el puente de cruce con la A-42 y la entrada al centro comercial Luz del Tajo, así como otras calles y rotondas de la ciudad.

El 22 de septiembre de 2021 una breve pero intensa tormenta volvió a colapsar Toledo. Las zonas más castigadas, donde se produjeron importantes balsas, fueron el Paseo de La Rosa en el barrio de Santa Bárbara y la TO-23, carretera que comunica el barrio de Santa María de Benquerencia con el centro de la ciudad, donde quedaron inutilizados varios tramos del carril derecho y la vía de servicio desde la que se entra a los centros comerciales 'Luz del Tajo' y 'Fusión'.

El 24 de septiembre de 2021 la garganta de Navarredondilla se desbordó en Burgohondo (Ávila) anegando dos sótanos, en San Juan del Molinillo uno de cuyos puentes se lo ha llevado la crecida de la garganta. Esta situación, desbordamiento de los ríos y afección a calles y lugares se ha repetido en localidades como Sotalbo y especialmente en su anejo de Riatas, Villaviciosa (anejo de Solosancho), Mengamuñoz, San Juan del Molinillo, Naval moral o Navalacruz.

A finales de octubre de 2021 en el arroyo de la Arroyada, en Arroyomolinos (Madrid) también se dieron crecidas y destrozos en las viviendas.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Consorcio de Compensación de Seguros, en 2021 se tramitaron expedientes de indemnización por inundación en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Tajo por un valor de 21,94 millones de euros. Esta cifra es inferior a la registrada en 2019, pero superior a las del resto de años del ciclo: 5,61 millones de euros en 2020; 30,45 millones de euros en 2019; 4,57 millones de euros en 2018; 10,17 millones de euros en 2017 y 0,75 millones de euros en 2016.

2.1.5 Episodios de inundaciones en el año 2022

En el año 2022, a finales año en el mes de diciembre se dio la Borrasca Efraín, se emitió un importante número de avisos en gran parte del país, especialmente del noroeste, centro y sur peninsular. Los avisos de nivel naranja se emitieron principalmente los días 12, 13 y 14 de diciembre, la mayoría por intensas rachas de viento e importantes acumulados de precipitación. Destacaron las precipitaciones registradas en la comunidad de Extremadura el día 13, donde se superaron ampliamente en algunas zonas los 100 mm acumulados en 24 horas, especialmente en puntos de la provincia de Cáceres.

En Cáceres, la Ribera del Marco se desbordó en algunos puntos y se desembalsó parcialmente el embalse del Guadiloba. El polígono de Las Capellanías con algunas calles cortadas por balsas de agua. Con 47,8 litros por m², según los datos recogidos por la Agencia Estatal de Meteorología, AEMET. En el río Alagón se desbordó a su paso por la localidad cacereña de Coria debido a la intensidad de las precipitaciones y al aporte de otros ríos como el Jerte y el desembalse de la presa de Valdeobispo. Se anegó el paseo de la Isla de la localidad, si bien éste se encontraba cerrado al paso de vehículos y peatones. El Ayuntamiento de Coria activó el Plan municipal de emergencias ante la "preocupante" crecida del río Alagón a su paso por la localidad, a la vez que cortó todos los accesos a la

zona cercana al río. Al igual que en el pueblo de Zarza de Granadilla que ha sido uno de los más afectados por las riadas, con viviendas y garajes anegados.

En la provincia de Toledo también se sufrieron las consecuencias de la Borrasca Efraín en el arroyo de Baladie, en el término municipal de Talavera, Arroyo Guatén en Yeles especialmente en la urbanización 'Los Cisneros' y en Toledo ciudad, en el Barrio de Santa Bárbara, Arroyo de la Rosa pero no tan grave como en la DANA de septiembre de 2021, cuando la tromba de agua que asoló la capital de Castilla-La Mancha provocó que reventara la canalización subterránea de este arroyo por el paseo de Don Vicente.

En Cuenca, en el río Escabas en Cañamares, se anegó la zona de las huertas en las que se plantan mimbres, aunque no hay problema de seguridad en el casco urbano ni para los vecinos de la localidad.

La intensidad de las precipitaciones afectó en la Comunidad de Madrid, con balsas de agua en Villaverde, Fuenlabrada y Móstoles, en la capital inundaciones en el Metro y cortes en líneas del suburbano y Cercanías, túneles y viario urbano quedaron inutilizados por la acumulación de agua en Plaza de España o los de las calles Bailén y Comercio u otros enclaves, como las inmediaciones de la estación de Atocha, Legazpi o Conde de Casal.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Consorcio de Compensación de Seguros, en 2022 se tramitaron expedientes de indemnización por inundación en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Tajo por un valor de 5,669 millones de euros. Esta cifra es inferior a la registrada en 2021.

2.1.6 Episodios de inundaciones en el año 2023

En el **año 2023**, se vuelven a dar precipitaciones a finales de mayo, en Cebolla (Toledo) en el arroyo de Sangüesa, los bomberos rescatan a 2 menores atrapados por el agua en una vivienda en Cebolla. Además, tuvieron que intervenir con achiques de agua en sótanos, garajes y locales comerciales.

Las precipitaciones intensas que se dan a consecuencia de una DANA entre los días 2 a 6 de septiembre de 2023 afecta sobre todo en la demarcación hidrográfica del Tajo en Madrid (Guadarrama, Manzanares y Jarama), Alberche (ríos Cofio, Perales y el propio río Alberche) y Tajo Izquierda. Adicionalmente también se registraron precipitaciones de menor envergadura en el resto de los sistemas de la cuenca. Se registraron máximos históricos en la cuenca del Guadarrama. Se dan avisos de AEMET de la gravedad de las precipitaciones, llegando a aviso rojo en Madrid y en la Mancha Toledana. AEMET pronosticaba lluvias que podían superar los 120 mm en 12 horas en la zona sur de Madrid. Esta previsión se desplazó hacia la zona de Toledo donde se llegaron a registrar 150 l/m².

Por parte de Protección Civil de Madrid, se declaró el nivel 1 del Plan de Inundaciones de la Comunidad Autónoma de Madrid (INUNCAM), enviando un mensaje de alerta de Protección Civil a todos los teléfonos móviles. Para gestionar la emergencia el Director del Plan activó a continuación:

- El 1 de septiembre de 2023 a las 12:15 horas la fase de preemergencia.
- El 3 de septiembre de 2023 a las 13:30 horas la fase de emergencia, situación 1.
- El 4 de septiembre de 2023 a las 15:00 horas la fase de emergencia situación 2.

- El 4 de septiembre de 2023 a las 19:45 la fase de emergencia situación 1, desactivando en consecuencia la situación 2.

Como consecuencia de la DANA se registraron crecidas principalmente en los ríos Perales, Alberche y Guadarrama, con menor significación en el río Manzanares y el río Jarama.

En el municipio El Álamo, arroyo de la Cabeza, también se dieron fuertes inundaciones donde los servicios de emergencia también tuvieron que rescatar a varias personas que se encontraban en los tejados de sus casas y en el interior de sus vehículos sin poder salir al estar rodeados de agua.

La estación de la red ROEA R188, situada en el río Alberche aguas abajo de Aldea del Fresno, fuertemente afectada por la crecida, registró un pico de 2,67 m de nivel antes de perder comunicación a consecuencia de la inundación.

Asimismo, durante el episodio la cuenca del Guadarrama llegó a registrar 4,95 m de nivel en el cauce a su paso por la estación AR20, ubicada en el municipio de Barruelos-Bargas, antes de que, al igual que en el caso de Aldea del Fresno, la estación perdiera la comunicación debido a la inundación.

Como resultado de los caudales entrantes en el embalse de Castrejón, procedentes del río Guadarrama y de lo recogido por el río Tajo a su paso por la zona de Toledo, hubo declaración del escenario 1 del Plan de Emergencia en dicha presa y como consecuencia de este, en el embalse de Azután se declaró el escenario 0 de su Plan de Emergencia. El caudal máximo desembalsado por los aliviaderos de la presa de Castrejón fue de 584 m³/s. Teniendo en cuenta las salidas totales, por aliviadero y por la central de Castrejón, el caudal máximo desembalsado alcanzó los 756 m³/s. Este valor se contrasta con los caudales registrados en Talavera de la Reina en la estación AR71 Tajo en las Vistillas, que alcanzó los 640 m³/s.

Las infraestructuras afectadas en la subcuenca del Alberche por el paso de la DANA, un puente en el arroyo Grande en la carretera M-507 que comunica Villamanta y Aldea del Fresno, otros dos puentes en el río Perales una vez incorporado el arroyo Grande, el que comunica Chapinería con Aldea del Fresno en la M-510 y el que soporta la tubería de abastecimiento Picadas-Toledo, y por último el puente de la carretera M-507 sobre el río Alberche una vez incorporado el río Perales.

Además, se dieron desaparecidos al caer un coche al río Alberche ocupado por una familia. Tres de los miembros fueron rescatados con vida y otro fue localizado sin vida.

Los núcleos más afectados en Madrid fueron Móstoles, Madrid, Aldea del Fresno, Villamanta, El Álamo, Cobeña y en Toledo los municipios de Escalona, Talavera de la Reina, Yuncillos, Villaluenga de la Sagra y Chozas de Canales.

Como consecuencia de la DANA que ocasionó los daños materiales en infraestructuras viales, redes de saneamiento y abastecimiento de agua y viviendas de particulares, así como tierras de cultivo, empresas y explotaciones de ganaderas, hay que añadir los daños personales, las dos personas resultaron fallecidas tras ser arrastradas por el agua, una en Aldea del Fresno y otra en Villamanta, arrastradas por las aguas del río Alberche y el arroyo Grande respectivamente.

El 18 de octubre de 2023 la Borrasca Aline destacó por las precipitaciones registradas en la ciudad de Madrid, batiéndose en el observatorio de El Retiro (Madrid) el valor de precipitación acumulado en 24 horas más alto de toda su serie centenaria. En Arroyomolinos la crecida del arroyo de la Arroyada produjo desprendimientos en algunas de las viviendas situadas en la calle Alameda y la calle Álamo. En Guadalajara se dio el desbordamiento del arroyo de las Machas en Alovera y en Toledo en el arroyo Sangüesa en la localidad de Cebolla.

Seguida a la Borrasca Aline anterior se produjo la Borrasca Bernard entre el 20 y 22 de octubre de 2023 afectando a Yuncos (Toledo) anegando viviendas por el arroyo Calderuelas, en Ávila en Navalacruz y San Juan de Molinillo con lluvias que han provocado daños materiales pero que no han sido de gran envergadura.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Consorcio de Compensación de Seguros, en 2023 se han tramitado expedientes de indemnización por inundación en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Tajo por un valor de 171,907 millones de euros. Esta cifra es muy superior al de años anteriores en la demarcación hidrográfica del Tajo, dándose las mayores indemnizaciones en la provincia de Toledo y Madrid.

2.1.7 Episodios de inundaciones en el año 2024

A principios del año 2024 se dan dos borrascas consecutivas, Irene y Juan, siendo más intensa esta última con lluvias y nevadas significativas, además de producirse desbordamientos de cauce con importantes arrastres de sedimentos. En Cáceres, en la cuenca del Tiétar, río Jerte se producen inundaciones, la Junta activa, de manera preventiva, la fase de emergencia del Plan Especial de Protección Civil de Riesgo de Inundaciones para Extremadura (INUNCAEX). Se dan cortes de carretera, como la de CC-146 (Zarza de Granadilla / EX 205), en la frontera portuguesa entre los términos municipales de Zarza la Mayor por el desbordamiento río Erjas y en la zona de Zarza de Granadilla. Afecciones por inundaciones también en arroyo Porquerizo que delimita los términos municipales de Malpartida de Plasencia y Toril, río Alagón en Coria, río Jerte en Plasencia, río Tiétar en Tejeda de Tiétar (la pedanía Valdeñigos de Tiétar), Club de Piragüismo en el río Jerte en Plasencia, parcelas y torretas en Jaraíz de la Vera, desbordamiento de los arroyo Casas y Tizonoso en Jarandilla de la Vera, la calleja de la Pascuala y parcelas / huertas próximas en Casar de Cáceres por el desbordamiento de La Charca, CC-112 en Valencia de Alcántara, la Garganta Pedro Chate en el río Tiétar en Malpartida de Plasencia, el arroyo Porquerizo en Jaraíz de la Vera, río Árrago en Moraleja y Gata, arroyo de Patana a su paso por Huelga y Casas de don Gómez, arroyo de Tinajas en Vegaviana, arroyo Marinejos en Trujillo, arroyo Valderrey en Coria, Arroyo de la Casa en Casatejada, arroyo Molinillo en Bohonal de Ibor (varias viviendas ha entrado el agua en la Avenida de Guadalupe próximas al arroyo Molinillo cercano al casco urbano) y Garganta Descuernacabras en Valdecañas de Tajo.

Por las intensas lluvias el embalse del Guadiloba, ubicado en el término municipal de Cáceres, mantiene abiertas todas sus compuertas laterales para aliviar el volumen de agua acumulada por las lluvias registradas en las últimas horas, que han alcanzado los 45,8 litros por metro cuadrado hasta este mediodía. El agua embalsada había superado la cota de seguridad del 85%.

Las borrascas Irene-Juan además afectan a la provincia de Guadalajara, río Henares (Guadalajara y Jadraque), río Tajuña (Luzaga y Cortes de Tajuña), río Linares (Riba de Saelices), arroyo del barranco de la Vega (Renales).

En Madrid, el cauce del arroyo Pantueña se ha desbordado por la margen derecha y anega varias parcelas y un camino en Loeches.

En Toledo durante las borrascas Irene-Juan se producen inundaciones en Otero, en la urbanización Villarroeles, en el municipio de Numancia por el arroyo Gansarinos tuvieron que evacuar a 150 alumnos del Colegio Emilio Calatayud por la crecida del arroyo, crecida en río Merdancho en Talavera de la Reina y Cañizo en Oropesa.

En marzo de 2024 se vuelven a dar lluvias el día 9 con desbordamiento en el río Henares en algunos puntos de Guadalajara con la borrasca Mónica. También en marzo, a finales entre los días 27-30, la borrasca Nelson causa desbordamientos y problemas de inundaciones en el río Henares en Guadalajara (municipios: Guadalajara, Luzaga, Cortes de Tajuña, Riba de Saelices, Sigüenza, Jadraque y Renales), en el río Tajuña en Madrid (apertura de las compuertas en la presa de La Tajera), en el Arroyo Molinillo en Cuacos de Yuste (Cáceres) y en el río Tajo en Talavera de la Reina (Toledo) en la antigua playa de los Arenales; Club de Piragüismo Talavera-Talak.

Del 5 al 7 de abril de 2024 se dan inundaciones en la cuenca del Tajuña por desembalses efectuados en la presa de La Tajera, ocasionando inundaciones en la ribera del río Tajuña, afectando principalmente a terrenos de cultivos agrícolas de los municipios ribereños, principalmente de Ambite, Perales de Tajuña, Carabaña, Tielmes, Morata de Tajuña, Chinchón, Titulcia y Orusco de Tajuña.

2.2 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 TAJO entre 1996 y 2023. Dichos datos se han agregado por código postal (CP) para el periodo 1996-2023, teniendo en cuenta que puede haber municipios con varios CCPP, o un CP que se extienda por varios municipios.

La información del CCS 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. Aun así, la información aportada por el CCS es muy representativa de los daños reales ocasionados por las inundaciones.

El gráfico siguiente muestra las indemnizaciones abonadas (en euros actualizados a 2023) 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.

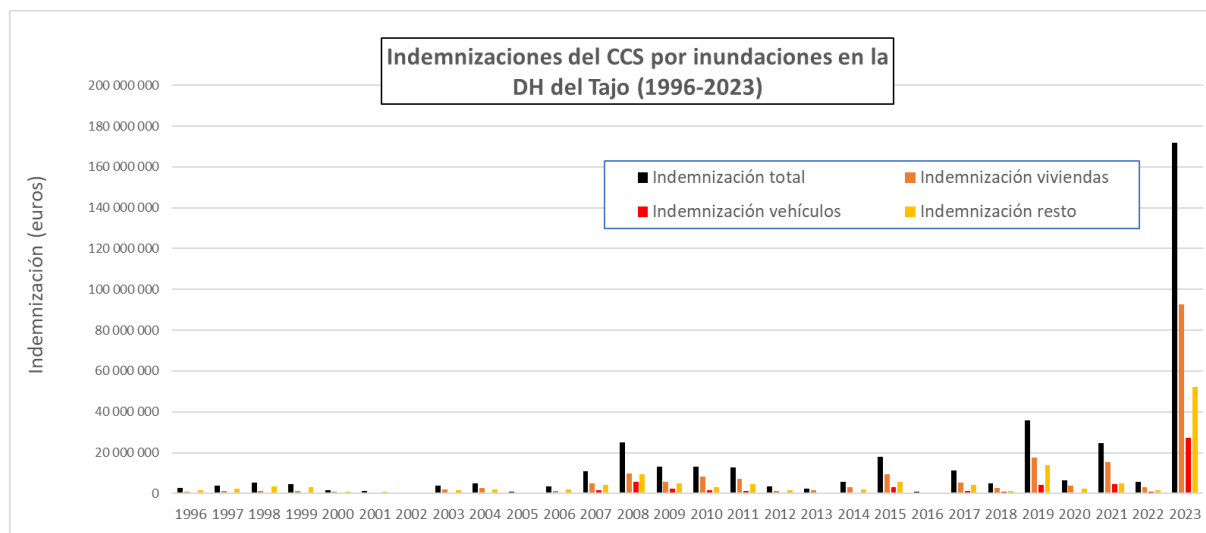


Figura 7: Evolución temporal entre 1996 y 2023 de las indemnizaciones por inundación abonadas por el CCS en la DH TAJO

La información suministrada por el CCS para el periodo 1996-2023 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 es el 2023, con un total de 171,9 millones de euros. Este elevado valor de indemnización se corresponde con las inundaciones asociadas a la Dana de 2023. Con unas cuantías de indemnización menores a la registrada en 2023 destacan en la serie cuatro años con una elevada siniestralidad: 2008, 2015, 2019 y 2021. El resto de años son de menor alcance.

Los daños recogidos por el CCS son de algún modo coherentes con los años de producción de eventos de inundación relevantes documentados previamente en las EPRI.

La distribución espacial de los datos de siniestralidad (indemnizaciones) aportados por el CCS es muy irregular en el ámbito de la DH TAJO, aunque existe una alta concentración en zonas ARPSI. La figura siguiente muestra la distribución geográfica de las indemnizaciones totales para el periodo 1996-2023 en la demarcación.

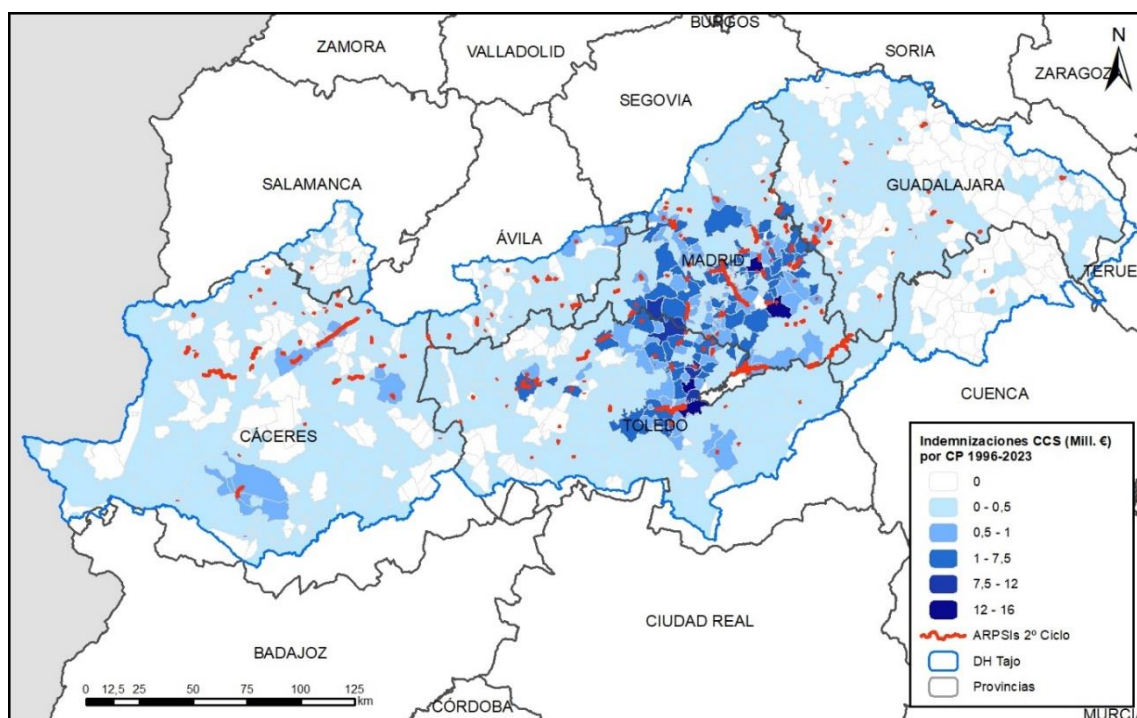


Figura 8: Indemnización total acumulada en millones de € por inundación abonada por el CCS y código postal para el periodo 1996 y 2023 en la DH Tajo

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.

Si se analiza la distribución espacial de los daños económicos reportados en el periodo 1996-2023 se da una clara concentración del impacto en las ARPSIs. El daño restante se ubica espacialmente de forma muy dispersa en el territorio de la demarcación.

La tabla mostrada a continuación muestra los códigos postales que presentan un mayor valor indemnizado acumulado (más de 3 millones de €) en el periodo 1996-2023 en la Demarcación Hidrográfica del Tajo.

CCPP	MUNICIPIO	PROVINCIA	INDEMNIZACIÓN TOTAL ACUMULADA CCS (MILES DE EUROS)
45007	Toledo	Toledo	16.015
45590	Magán	Toledo	14.639
28042	Madrid	Madrid	12.452
28500	Arganda del Rey	Madrid	12.229
45520	Villaluenga de la Sagra	Toledo	11.156
28607	El Álamo	Madrid	9.434
45950	Casarrubios del Monte	Toledo	9.050
45001	Toledo	Toledo	8.630
45270	Mocejón	Toledo	8.109

CCPP	MUNICIPIO	PROVINCIA	INDEMNIZACIÓN TOTAL ACUMULADA CCS (MILES DE EUROS)
28610	Villamanta	Madrid	7.683
45529	Yuncler	Toledo	7.536
28830	San Fernando de Henares	Madrid	6.253
45111	Cobisa	Toledo	5.927
28514	Nuevo Baztán	Madrid	5.511
28850	Torrejón de Ardoz	Madrid	5.480
28043	Madrid	Madrid	5.424

Tabla 4: Principales episodios de inundación en el periodo 1996-2023 e indemnizaciones totales por inundación abonadas por el CCS en la DH TAJO

Si ahora se representa espacialmente los expedientes de tramitación recogidos por el CCS en el periodo 1996-2023 (ver Figura 9) se observa de igual modo una distribución espacial importante, pero con una alta concentración de número de tramitaciones en zonas coincidentes con tramos ARPSI.

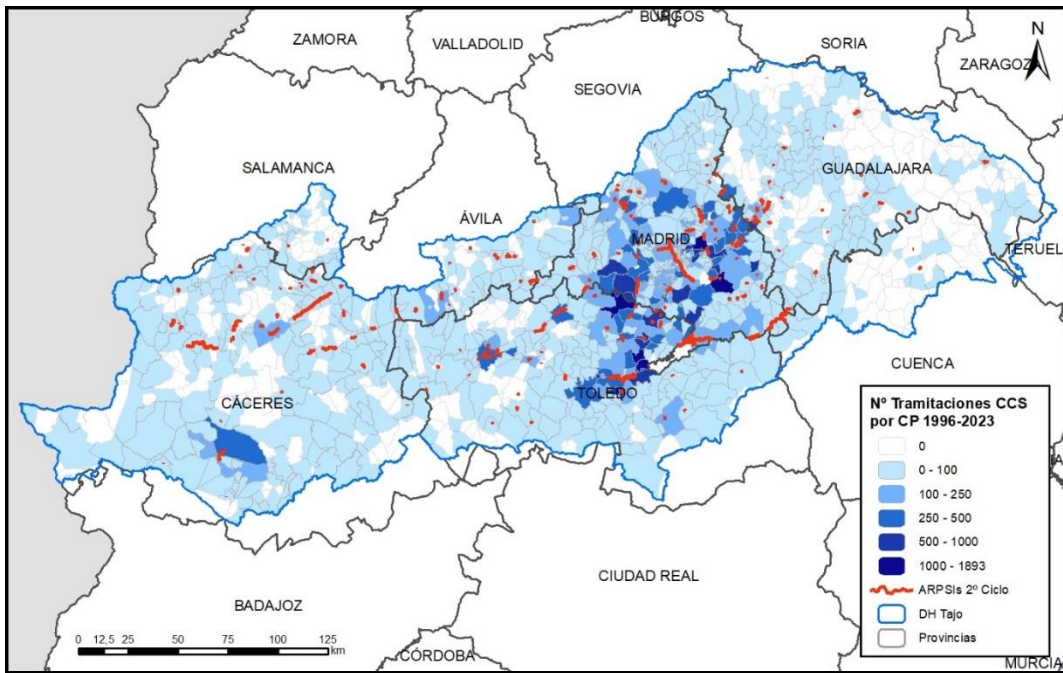


Figura 9: Códigos postales en la DH TAJO con mayor número de expedientes de tramitación acumulada (más de 300) por inundación registrados por el CCS en el periodo 1996-2023. Se indican los términos municipales y las poblaciones o lugares que abarca el código postal (si el término municipal abarca varios CCPP).

En la siguiente tabla se muestran los CCPP con más de 300 expedientes de tramitación por inundación acumulada en el periodo 1996-2023 según el CCS en la DH TAJO.

CCPP	MUNICIPIO	PROVINCIA	TRAMITACIONES TOTALES ACUMULADA CCS
28500	Arganda del Rey	Madrid	1893
28042	Madrid	Madrid	1559

CCPP	MUNICIPIO	PROVINCIA	TRAMITACIONES TOTALES ACUMULADA CCS
45590	Magán	Toledo	1283
45950	Casarrubios del Monte	Toledo	1205
45270	Mocejón	Toledo	1129
28043	Madrid	Madrid	984
45520	Villaluenga de la Sagra	Toledo	935
28830	San Fernando de Henares	Madrid	912
19200	Azuqueca de Henares	Guadalajara	901
28600	Navalcarnero	Madrid	812
45007	Toledo	Toledo	799
45529	Yuncler	Toledo	774
45111	Cobisa	Toledo	731
28032	Madrid	Madrid	728
28320	Pinto	Madrid	713

Tabla 5: Códigos postales en la DH TAJO con mayor número de tramitaciones totales por inundación (más de 300) en el periodo 1996-2023 registrados por el CCS

El CCS, en otra entrega de información ha suministrado los datos sobre indemnizaciones y tramitaciones organizado por fechas para el periodo de actualización 2018-2023 lo cual ha permitido extraer una información muy valiosa para los episodios de inundación recopilados en el resumen de las inundaciones para el 3.º ciclo de la EPRI.

A continuación, se muestra una tabla donde se muestran los eventos de inundaciones más representativos identificados en la DH TAJO en el periodo 2018-2023 (fuente CCS). Se indica el número de códigos postales afectados en cada evento y el número de tramitaciones declaradas. Se han marcado por colores días consecutivos que pueden considerarse parte del mismo episodio.

Evento	Indemnización Total (€)	Nº de códigos postales afectados	Nº Siniestros
26/08/2019	15.167.118,68	146	2602
15/09/2019	11.917.358,70	90	1824
19/12/2019	2.633.913,37	51	178
20/12/2019	1.763.055,72	59	190
25/05/2020	1.407.509,97	41	388
09/07/2020	1.219.941,79	15	284
31/08/2021	1.012.388,34	92	281
01/09/2021	18.034.777,48	202	3587
02/09/2021	1.188.014,60	64	165
21/09/2022	1.282.308,78	12	322
13/12/2022	1.547.975,88	102	241

Evento	Indemnización Total (€)	Nº de códigos postales afectados	Nº Siniestros
29/05/2023	3.412.886,70	64	569
02/09/2023	5.274.241,54	147	608
03/09/2023	116.559.080,95	324	12329
04/09/2023	22.384.504,42	219	1930
15/09/2023	7.381.036,18	124	1505
19/10/2023	6.385.494,82	174	870
23/10/2023	1.122.431,35	20	41

Tabla 6. Principales episodios de inundación en el periodo 2018-2023 e indemnizaciones totales por inundación abonadas por el CCS en la DH TAJO

Con relación a los eventos de la Tabla 6, en la tabla siguiente se muestran los códigos postales donde se han registrado indemnizaciones mayores a 1.500.000 euros.

Código Postal	Municipio	Coste Total (€)	Evento
45007	Toledo	12.047.710,49	03/09/2023
45590	Magán	11.633.172,66	03/09/2023
45520	Villaluenga de la Sagra	8.266.006,65	03/09/2023
45950	Casarrubios del Monte	7.631.587,57	03/09/2023
28607	El Álamo	7.278.792,38	03/09/2023
45270	Mocejón	6.804.200,50	03/09/2023
28500	Arganda del Rey	6.197.931,33	26/08/2019
45529	Yuncler	6.085.252,54	03/09/2023
28610	Villamanta	5.968.594,80	03/09/2023
28514	Nuevo Baztán	5.000.202,29	15/09/2019
45001	Toledo	4.770.722,71	03/09/2023
45111	Cobisa	4.115.303,56	01/09/2021
28500	Arganda del Rey	3.031.343,80	15/09/2019
28019	Madrid	2.930.377,53	04/09/2023
28609	Villanueva de Perales	2.834.920,98	03/09/2023
28600	Navalcarnero	2.769.610,07	03/09/2023
45001	Toledo	2.358.841,23	04/09/2023
45591	Yuncillos	2.203.922,36	03/09/2023
45215	El Viso de San Juan	2.023.436,46	03/09/2023
45007	Toledo	1.910.088,52	02/09/2023
45291	Cobeja	1.792.662,26	03/09/2023
45280	Olías del Rey	1.624.181,68	03/09/2023
45960	Chozas de Canales	1.612.150,00	03/09/2023
28607	El Álamo	1.576.505,03	04/09/2023

Tabla 7: Códigos postales con indemnizaciones por daños mayores a 1.500.000 euros episodios de inundación en el periodo 2018-2023 en la DH TAJO

De los análisis realizados, se confirma que los valores de siniestralidad más elevados se corresponden nuevamente, de forma preferente con zonas ARPSIs, aunque hay que matizar que en este caso puede darse la circunstancia de que un gran número de expedientes acumulen bajos importe de indemnización. En cualquier caso, la incidencia de siniestros con ARPSI es alta en la demarcación.

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 en el pasado.

3 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.

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.

3.1 Inundaciones de origen fluvial

3.1.1 Metodología empleada

La Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del primer y segundo ciclo siguió, para la definición de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundaciones (ARPSIs), una metodología descrita en el capítulo 3 de la revisión y actualización de la EPRI del segundo ciclo, que a su vez se

basaba en las indicaciones de la Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Evaluación Preliminar del Riesgo (en adelante, Guía Metodológica), elaborada por el entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y que se concreta en las etapas siguientes:

- Recopilación de la información disponible. Análisis y tratamiento
- Preselección de las zonas de riesgo de inundación
- Identificación de umbrales de riesgo significativo
- Selección de áreas de riesgo potencial significativo (ARPSIs)

La presente EPRI del tercer ciclo se basa en la misma metodología aplicada en ciclos anteriores, actualizando, completando, si es el caso, y analizando la información de las fuentes empleadas, así como la consideración de nuevas fuentes tales como la base de datos PaleoRiadas.

Recopilación de la información disponible. Análisis y tratamiento

De acuerdo con el artículo 6 del Real Decreto 903/2010, la elaboración de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación debe basarse en información disponible o que pueda deducirse con facilidad.

Durante la redacción de la EPRI de los anteriores ciclos de la Directiva se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de información relacionada con la caracterización de las zonas inundables de la cuenca del Tajo. Dicha información se ha revisado y actualizado en la presente revisión.

De esta manera, en relación con las siguientes materias, se ha contado con:

- La red hidrográfica, topografía y ortofotografía aérea disponible en la página web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (www.chtajo.es).
- Geomorfología de las zonas aluviales y torrenciales correspondiente al Mapa Geológico Digital Continuo (GEODE). Este mapa resulta de la agrupación, correlación y digitalización de la Serie MAGNA a escala 1:50.000, realizada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- Usos del suelo. La fuente de información fundamental utilizada ha sido el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España actualizado (SIOSE 2017).

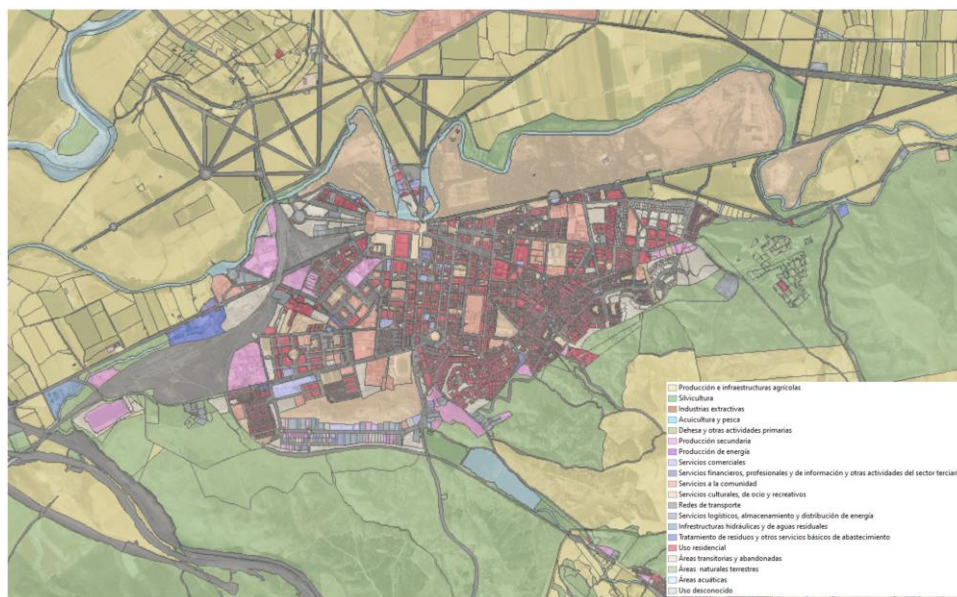


Figura 10: Ejemplo de discretización de polígonos del SIOSE (2017) en el entorno de la ciudad de Aranjuez

- **Información histórica sobre episodios de inundación**

La labor de investigación iniciada en los anteriores ciclos de la Directiva, encaminada a completar la información sobre eventos históricos de inundación contenida en el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (en adelante CNIH), ha tenido continuación en el presente ciclo, aunque lógicamente centrada en los episodios acaecidos durante los últimos años (2018-2024).

Al no encontrarse todavía la información de los episodios de inundación correspondiente a los años comprendidos entre 2018 y primer semestre de 2024 incluida en el CNIH, las fuentes de información empleadas para realizar esta tarea han sido las siguientes:

- Consultas con los agentes medioambientales y personal del Servicio de Vigilancia del Dominio Público Hidráulico de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Informes de vigilancia ambiental).
- Publicaciones en la web de la CHT, con especial relevancia el Informe del episodio de lluvias del 02 al 06 de septiembre de 2023, elaborado por el SAIH Tajo
- Informes de seguimiento del Plan de gestión del riesgo de inundación de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo. Años 2018, 2019, 2020 y 2021.
- Inundaciones recogidas por la Confederación hidrográfica del Tajo para el año 2024.
- Servicios de Protección Civil de las Comunidades Autónomas de Madrid, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Extremadura y Aragón.
- Noticias en hemerotecas digitales
- Consorcio de Compensación de Seguros (CCS)

El resumen de las inundaciones ocurridas en la parte española de la Demarcación del Tajo se presenta en el apartado 2 de la presente memoria, así como una exposición más detallada de las mismas en el anejo 2 del presente documento.

- Estudios previos de inundabilidad

Los estudios previos que incluyan la zonificación de áreas inundables o el análisis de daños o impactos producidos por avenidas de distintos periodos de retorno son de gran utilidad a la hora de identificar las zonas de riesgo potencial de inundación.

Con motivo de la redacción de la EPRI de ciclos anteriores, se efectuó una recopilación y análisis exhaustivo de este tipo de estudios en el ámbito de la parte española Demarcación Hidrográfica del Tajo.

Esta labor de recopilación y análisis de estudios previos se ha completado en el presente ciclo de la Directiva de Inundaciones, incorporando información procedente de las siguientes fuentes:

- Mapas de peligrosidad y riesgo de inundación: consultado el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) existen en la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2269 kilómetros de cauces con delimitación de zonas inundables para avenidas extraordinarias de 500 años de periodo de retorno. Además, según los datos del último Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (2º ciclo) están identificados como ARPSI una totalidad de 585,23 km de cauces.
- Nueva cartografía de zonas inundables realizada por la Confederación Hidrográfica del Tajo de conformidad con lo dispuesto en el artículo 14 ter del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, y publicada en la actualidad en la web del organismo durante un plazo de tres (3) meses de información pública (fecha de inicio 4 de julio de 2024). Totalizan 672 km de nuevos tramos de cauce

repartidos en múltiples subtramos, así como 50 km de tramos de cauces previamente cartografiados y que han sido revisados.

- Otros estudios de delimitación del dominio público hidráulico y zonas inundables llevados a cabo por la Confederación Hidrográfica del Tago en los últimos años.

- Información de Protección Civil frente al riesgo de inundaciones

El artículo 3.4 de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones establece que las Comunidades Autónomas desarrollarán unos Planes ante el Riesgo de Inundaciones en los que se definan la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios cuya titularidad corresponda a la Comunidad Autónoma de que se trate y los que puedan ser asignados al mismo por otras Administraciones Públicas y de otros pertenecientes a entidades públicas o privadas, al objeto de hacer frente a las emergencias por riesgo de inundaciones, dentro del ámbito territorial de aquélla.

Se indican a continuación los Planes Especiales de Protección Civil actualmente en vigor de las distintas Comunidades Autónomas incluidas en el ámbito territorial de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo:

- Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en Castilla-La Mancha (PRICAM). Versión actualizada en junio de 2015.
- Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundación de la Comunidad Autónoma de Extremadura (INUNCAEX). Actualización cuya aprobación está planteada para 2024.
- Plan de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (INUNCyl). Aprobado en 2010
- Plan de Actuación en caso de Inundaciones en la Comunidad de Madrid (INUNCAM). Actualizado en 2020.
- Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en Aragón (PROCINAR). Aprobado en 2019.

Por otra parte, con motivo de la redacción del presente documento, se han mantenido contactos con los responsables de Protección Civil de las diversas Comunidades Autónomas a través de reuniones de coordinación, así como de recepción de documentación en la CHT procedente de las distintas delegaciones de Protección Civil. Como resultado, se ha recopilado información de gran interés sobre inundaciones acaecidas desde 2018 a la actualidad en sus Comunidades Autónomas respectivas en zonas incluidas dentro de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (esta información se expone en el anejo 2 de la presente EPRI). Además, en algunos casos, incluyen, en esa información, propuestas de tramos de cauce para ser analizados como posibles tramos de ARPSIS:

➤ Protección Civil de la Comunidad de Madrid:

- Ampliación de la ARPSI ya existente ES030-17-05-05 de Aldea del Fresno, o bien crear una nueva, que incluya el paso del río Alberche por el

municipio de Aldea del Fresno e incluya aguas arriba de las confluencias con el río Perales y el arroyo Grande, que viene desde Villamanta.

- Ampliación de la ya existente ARPSI ES030-10-04.1-01, de forma que abarque la zona desde Rascafría a Alameda del Valle, incluyendo los arroyos Artiñuelo y del Gallinero en Rascafría y el arroyo de la Sauca en Alameda del Valle.
- Creación de una nueva ARPSI en la zona del arroyo de las Vegas, a su paso por el municipio de El Álamo.

➤ Protección Civil de Castilla y León:

- Arroyo Canalejo a su paso por el núcleo urbano de Navas del Marqués (Ávila).
- Arroyo del Corcho a su paso por el barrio de La Estación (Navas del Marqués – Ávila)
- Garganta del Zapatero a su paso por el núcleo urbano de San Juan del Molinillo (Ávila)
- Garganta de Navalacruz a su paso por el núcleo urbano de Burgohondo (Ávila).
- Garganta Chiquilla a su paso por el núcleo urbano de Navalacruz (Ávila)

➤ Protección Civil de Extremadura:

- Ampliación del ARPSI ES030-30-08-07 (Arroyo de Valdeciervo en Zarza de la Granadilla - Cáceres) para abarcar las carreteras CC-15.2, CC-13.2 y EX-205 a la altura de la localidad.
- El tramo fluvial que atraviesa la localidad de Cerezo (Cáceres) (municipio incluido en el INUNCAEX con obligación de redactar un PAM). Cuenta con mapa de peligrosidad, pero no se recoge como ARPSI.

➤ Protección Civil de Castilla La Mancha: no realizan propuestas de tramos ARPSI como tal, sino presentan informe de puntos conflictivos detectados en las inundaciones de los últimos años (ver anejo 2 de presente documento).

- Influencia del cambio climático

Según los requerimientos exigidos por la Comisión Europea en la Directiva de Inundaciones, la revisión de la EPRI debe incluir un estudio sobre la influencia del cambio climático en los riesgos de inundación.

En consecuencia, en el apartado 4 de esta Memoria se desarrolla un estudio de la incidencia del cambio climático en las inundaciones pluviales y fluviales de la Demarcación partiendo de los resultados derivados del informe “Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España” (CEDEX, 2021) en el que desarrolla una metodología cuyo objetivo es identificar los tramos en base

específicamente a una valoración cuantitativa del cambio en los caudales de avenida debido al efecto del cambio climático.

El objetivo de la metodología es detectar en qué casos el aumento de los caudales de avenida, como consecuencia del cambio climático, puede dar lugar a nuevas zonas con riesgo potencial significativo. Por lo tanto, el estudio se centrará en los caudales de la frecuencia más desfavorable considerados en la Directiva de Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación (2007/60/CE), es decir, la de baja probabilidad ($T=500$ años). En cuanto al periodo de impacto, por coherencia con el informe “Incorporación del Cambio Climático en la Evaluación Preliminar del Riesgo de inundación (EPRI) en el segundo ciclo de aplicación de la Directiva de Inundaciones (2007/60/CE)” (MITECO, 2018), elaborado para la incorporación de las posibles repercusiones del cambio climático en la fase EPRI de segundo ciclo, se ha seleccionado el periodo de impacto intermedio, 2041-2070, y se han considerado los dos escenarios de emisiones, RCP 4.5 y RCP 8.5

- PaleoRiada: base de datos de paleoinundaciones

En la presente revisión de la EPRI se ha considerado que en ciclos anteriores el uso exclusivo de fuentes documentales pueda estar provocando una serie de limitaciones y sesgos cuando se trata de tener en consideración el cambio climático y global.

Para paliar esos sesgos, especialmente el sesgo temporal (ampliando el rango hasta miles o decenas de miles de años, en los valores de periodos de retorno del reglamento de seguridad de presas) y espacial (para que cualquier sector del territorio, aforado o no, tenga registro de inundaciones pretéritas) hay que buscar otras fuentes de información: las paleoinundaciones.

Las paleoinundaciones son eventos de inundación pretéritos (desde hace miles de años a la actualidad) cuya ocurrencia queda registrada en los elementos naturales de la gea (las rocas y sus relieves), la hidrosfera (el agua líquida, nieve o hielo) o la biota (seres vivos).

Para facilitar la consulta y uso de la base de datos georreferenciada, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC) ha puesto a disposición de los organismos de cuenca y empresas consultoras un visor cartográfico soportado en la aplicación ArcGIS online (PaleoRiada), que permite la consulta y análisis de la información de todas las tablas y registros.

En consecuencia, en el apartado 4.4. de esta Memoria se desarrolla un estudio de las paleoinundaciones incluidas en la base de datos de PaleoRiadas dentro de la demarcación hidrográfica del Tajo.

La demarcación hidrográfica del Tajo es uno de los territorios con más registros publicados de paleoinundaciones. En el visor cartográfico de PaleoRiada se han localizado 77 registros que se agrupan en un total de 14 zonas.

Preselección de las zonas de riesgo de inundación

Se consideran zonas con riesgo de inundación las constituidas por aquellos tramos de cauces susceptibles de provocar daños por inundación a la salud humana, al medio ambiente, al patrimonio cultural, a la actividad económica y a las infraestructuras.

Estas zonas se han identificado por tres procedimientos:

1. de acuerdo con los análisis de la información disponible sobre inundaciones históricas, evaluando los impactos de las inundaciones registradas en el pasado. Especial interés en los puntos conflictivos de los últimos años y propuestas de cauces presentadas por Protección Civil de las distintas Comunidades Autónomas.
2. a partir de los estudios previos de inundabilidad o de riesgo redactados en ciclos anteriores de la Directiva o por distintas administraciones, evaluando los impactos de las inundaciones con criterios similares a los aplicados en el análisis histórico.
3. en función de las características geomorfológicas de los cauces, identificando aquellas zonas de aluvial susceptibles de sufrir inundaciones.

De los ciclos anteriores se identificaron 33 zonas de riesgo potencial y en base a las inundaciones históricas analizadas en el último periodo de 2018 a 2024 se han mantenido las mismas, ampliando las zonas 17-05 y 15-04.2 con el objeto de abarcar alguno de los nuevos tramos de ARPSI.

Identificación de umbrales de riesgo significativo

En las fases anteriores del trabajo se han preseleccionado una serie de zonas con riesgo de inundación, sin valorar, hasta el momento, el grado de significación de tal riesgo. Sin embargo, y de acuerdo con el Real Decreto 903/2010, deben identificarse aquellas zonas en las que tal riesgo sea significativo o en las cuales la materialización de ese riesgo puede considerarse probable.

Por este motivo, se establecen unos umbrales de riesgo para la evaluación de los impactos significativos determinados mediante criterios de peligrosidad y exposición a las inundaciones. Con el objeto de mantener el mismo porcentaje de los daños totales abarcados que en ciclos anteriores (74,4%), se adopta el valor de 113,5 puntos/km como umbral de daño para identificar los tramos con riesgo potencial significativo en función de los usos de suelo presentes en el área de peligrosidad definida, ya sea la relativa a la zona inundable por la avenida de 500 años o a la establecida como de alta inundabilidad por criterios geomorfológicos.

En todo caso, este umbral no se ha aplicado de manera restrictiva ya que, de acuerdo con el criterio experto de los técnicos de la Confederación Hidrográfica del Tajo, así como de otros organismos tales como Protección Civil de las diferentes Comunidades Autónomas de la parte española de la Demarcación del Tajo, se han incorporado otros tramos que habían quedado fuera del límite fijado (por presentar, por ejemplo, una elevada valoración de episodios históricos), y se han excluido algunos que no suponen un riesgo significativo.

3.1.2 Revisión de las ARPSI del 2.º ciclo

Como resultado del análisis de los tramos ARPSI del 3º ciclo, no se ha considerado adecuado la eliminación de ningún tramo ARPSI de ciclos anteriores.

Por otra parte, debido a los daños producidos por inundaciones de forma reiterada a lo largo de los años en el municipio de Aldea del Fresno (Madrid), especialmente en la DANA de septiembre de 2023, se ha realizado un análisis detallado de los ríos Alberche, Perales y Grande en ese municipio del que se ha desprendido la necesidad de la ampliación del ARPSI ES030-17-05 - Tramo 5: Río Alberche en Aldea del Fresno.

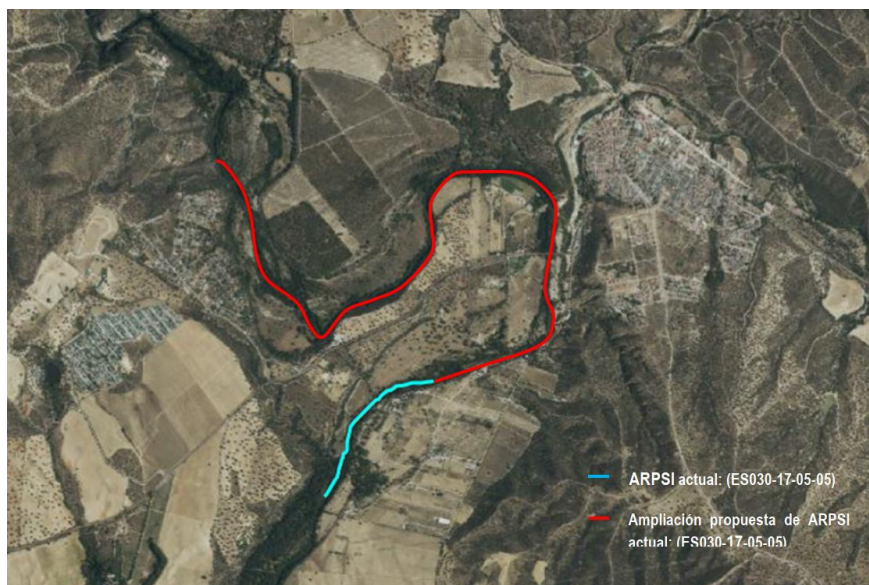


Figura 11: Ampliación ARPSI E030-17-05-05 – Río Alberche en Aldea del Fresno

La información justificativa analizada para la ampliación de este ARPSI se presenta en el siguiente apartado.

Además, se ha considerado adecuado la ampliación del ARPSI ES030-30-08-Tramo 07 Arroyo de Valdeciervo (Zarza de Granadilla) una vez analizada con detalle la información existente:

- Constancia de inundaciones históricas provocadas por tormentas en diferentes fechas de los años 2018, 2022 y 2024, que aparte de los daños en barriadas enteras del núcleo urbano provocaron cortes en las carreteras CC-15.2, CC-13.2 y EX-205 a la altura de la localidad, impidiendo el acceso y salida a la localidad salvo por un único camino y provocando la evacuación de gran parte de sus 1800 habitantes.
- Existencia actual de ARPSI ES030-30-08-07 en el Arroyo de Valdeciervo a la altura de Zarza de Granadilla considerada insuficiente en su longitud por no abarcar la carretera EX205 y ciertas edificaciones.
- Tramo propuesto por los técnicos de Protección Civil de Extremadura para su consideración como ARPSI.

De esta manera, se amplía el ARPSI ES030-30-08-07 hasta su confluencia con el arroyo de la Dehesa, incluyendo esta ampliación el cruce con la EX-205, infraestructura autonómica que se ha visto afectado en últimos episodios de inundaciones.



Figura 12: Ampliación ARPSI E030-30-08-07 – Arroyo de Valdecierro a la altura de Zarza de Granadilla

Como resultado del análisis realizado en la revisión de la EPRI del 3º ciclo se han seleccionado los siguientes tramos de ARPSIS a ser ampliados:

CÓDIGO	CAUCE	CUENCA	TÉRMINOS MUNICIPALES	L tramo (2º ciclo) (km)	L tramo (3º ciclo) (km)
ES030-17-05-05	Río Alberche	Alberche	Aldea del Fresno	1,27	7,031
ES030-30-08-07	Arroyo Valdecierro	Alagón	Zarza de Granadilla	0,66	1,421

Tabla 8: Selección de tramos ARPSIS a ser ampliados

La caracterización completa de la ampliación de estas ARPSIS se encuentra en el Anejo 3 del presente documento.

3.1.3 Propuesta de nuevas ARPSI

Como resultado del análisis realizado en la revisión de la EPRI del 3º ciclo se han seleccionado los siguientes tramos de ARPSIS a ser añadidos:

CÓDIGO	CAUCE	CUENCA	TÉRMINOS MUNICIPALES	L tramo (km)
ES030-17-05-08	Río Perales	Alberche	Aldea del Fresno	2,044
ES030-17-05-09	Arroyo Grande	Alberche	Aldea del Fresno	2,947
ES030-17-05-10	Arroyo Grande	Alberche	Villamanta	5,563
ES030-17-05-11	Arroyo del Corcho	Alberche	La Estación (Las Navas del Marqués)	1,859
ES030-15-04.2-07	Arroyo de la Cabeza	Guadarrama	El Álamo	3,067

CÓDIGO	CAUCE	CUENCA	TÉRMINOS MUNICIPALES	L tramo (km)
ES030-18-05-05	Arroyo de Marigarcía	Alberche	Urb. La Encinilla (Otero)	2,036

Tabla 9: Selección de tramos ARPSIs a ser añadidos

A continuación se presentan la información analizada con detalle para su selección:

ES030-17-05-Tramo 8: Río Perales en Aldea del Fresno, ES030-17-05-Tramo 9: Arroyo Grande en Aldea del Fresno, ES030-17.05-Tramo 10: Arroyo Grande en Villamanta, Ampliación de ES030-17-05-Tramo 5 – Río Alberche en Aldea del Fresno

- Constancia de inundaciones históricas provocadas por tormentas en diferentes fechas de los años 1989/90, 1995/96, 2000 y 2023 con daños en núcleo urbano y viviendas, industria, redes de abastecimiento y comunicaciones. Los mayores daños se produjeron en la DANA de septiembre del 2023, tormenta que produjo daños catastróficos. Lo más destacable, entre otros muchos, fue el arrastre de un vehículo con una familia y el fallecimiento de uno de ellos, la destrucción de varios puentes que dejaron a la población de Aldea del Fresno aislada (puente en el arroyo Grande en la carretera M-507 que comunica Villamanta y Aldea del Fresno, otros dos puentes en el río Perales una vez incorporado el arroyo Grande, el que comunica Chapinería con Aldea del Fresno en la M-510 y el que soporta la tubería de abastecimiento Picadas-Toledo, y por último el puente de la carretera M-507 sobre el río Alberche una vez incorporado el río Perales) y graves daños en viviendas, polideportivo, conducciones de abastecimiento y saneamiento en Villamanta, entre otros.

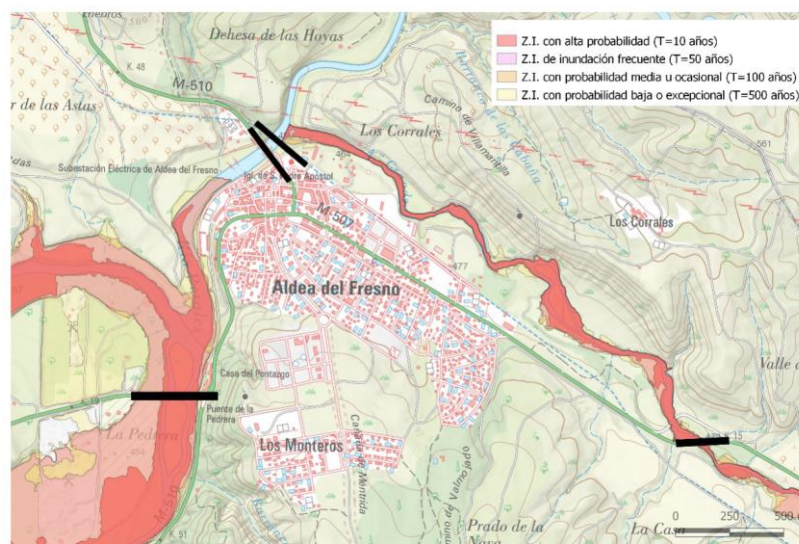


Figura 13: Puentes afectados en la DANA 2023 en Aldea del Fresno (Fuente: Informe de CHT)

- Estudio detallado de las avenidas de los ríos Alberche, Perales y Grande durante la DANA del 2023 y su afección en Aldea del Fresno y zonas colindantes en el “Informe del Episodio de Lluvias (del 2 al 6 de septiembre 2023)” de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

En el análisis hidrológico estimaba un caudal de la cuenca propia de la estación de Aldea del Fresno R188 de 198 m³/s, un caudal estimado del arroyo Grande de 240 m³/s y un caudal del río Perales de 167,5 m³/s. Estos caudales suponen un total aproximado de 501 m³/s de caudal punta en la estación de aforos R188 situada en el río Alberche aguas abajo de Aldea del Fresno que se produjo a las 22:00 h del 03-09-2023, y un segundo pico del hidrograma con 239 m³/s a las 03:30 h del 04-09-2023.



Figura 14: Daños en viviendas en Villamanta durante la DANA de septiembre de 2023



Figura 15: Vehículos arrastrados por avenida. Arroyo Grande a su paso por urbanización Los Olivos (Villamanta)

- Existencia actual de ARPSI ES030-17-05-05 en el río Alberche a la altura de Aldea del Fresno considerada insuficiente en su longitud con respecto a los daños producidos (ver apartado anterior del presente documento) e inexistencia de ARPSIS en resto de cauces (río Perales y arroyo Grande).
- Publicado en el SNCZI cartografía de zona inundable para periodos T10, T50, T100 y T500 del Tramo “3M047 - Arroyo Grande, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Perales” de 5,24 km
- Tramo cuyo estudio de inundaciones ha sido considerado de interés por la CHT por lo que el estudio de su zona inundable se encuentra en consulta pública en la web de la CHT desde el 4 de julio del 2024 y durante tres meses. El tramo ha sido denominado ES-030-X-05-59 (Aldea del Fresno) en el cauce del río Perales.
- Tramo propuesto por los técnicos de la CHT, así como los técnicos de Protección Civil de la Comunidad de Madrid para su consideración como ARPSI.

ES030-17-05 -Tramo 11: Arroyo del Corcho en La Estación (Las Navas del Marqués - Ávila)

- Constancia de inundaciones históricas provocados por tormentas en diferentes fechas de los 2001, 2004, 2007, 2017 y 2019 con daños en núcleo urbano y viviendas, así como varios vehículos arrastrados por el agua.



Figura 16: Inundación de La Estación (Navas del Marqués) en agosto de 2019

- Tramo cuyo estudio de inundaciones fue considerado de interés por la CHT, por lo que se encuentra publicada el estudio de su zona inundable en el SNCZI “ES030-X-05-44 Arroyo del Corcho en Las Navas del Marqués” (3,97 km) para periodos de retornos de T10, T50, T100 y T500.
- Tramo propuesto por los técnicos de Protección Civil de la Comunidad de Castilla-León para su consideración como ARPSI.

ES030-15-04.2 - Tramo 7: Arroyo de la Cabeza en El Álamo (Madrid)

- Constancia de inundaciones históricas provocados por tormentas en diferentes fechas de los 1990, 1996, 2000 y 2023 en los cuales el torrente arrasó coches y contenedores y en muchas viviendas entró el agua, incluso con el rescate de varios vecinos que se encontraban en los tejados de sus casas y en el interior de sus vehículos sin poder salir al estar rodeados de agua.



Figura 17: Inundación de El Álamo en septiembre de 2023

- Tramo cuyo estudio de inundaciones ha sido considerado de interés por la CHT por lo que el estudio de su zona inundable se encuentra en consulta pública en la web de la CHT desde el 4 de julio del 2024 y durante tres meses. El tramo ha sido denominado ES-030-X-04.2-32 (Álamo) correspondiente al Arroyo de la Cabeza.
- Tramo propuesto por los técnicos de Protección Civil de la Comunidad de Madrid, dado que el arroyo cruza por medio del núcleo urbano de El Álamo y cuando concurren precipitaciones intensas, ocasiona graves problemas a los vecinos.

ES030-18-05 - Tramo 5: Arroyo Marigarcía en Otero (Urbanización La Encinilla) - Toledo

- En enero del 2024 se produce inundación con daños en núcleo urbano y viviendas, así como varios vehículos arrastrados por el agua. Previa a este evento se tiene conocimiento de inundaciones recurrentes a lo largo de los años en las urbanizaciones de La Encinilla y Villarroeles, aunque sin registro histórico de las mismas.
- Tramo cuyo estudio de inundaciones ha sido considerado de interés por la CHT por lo que el estudio de su zona inundable se encuentra en consulta pública en la web de la CHT desde el 4 de julio del 2024 y durante tres meses. El tramo ha sido denominado ES-030-X-05-53 (Urbanización La Encinilla) correspondiente al Arroyo de Marigarcía.
- Tramo propuesto por los técnicos de Protección Civil de la Comunidad de Castilla-La Mancha para su consideración como ARPSI.



Figura 18: Inundación en urbanización Las Encinillas (Otero). Arroyo Marigarcía. DANA septiembre 2023

3.2 Inundaciones de origen pluvial

En el punto 3.2. de 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.

Como resultado de este análisis se mantiene **el tramo 3 de la ARPSI ES030-22-06 del arroyo de Arriba o Sangüesa en el término municipal de Cebolla (Toledo), considerado de origen pluvial-fluvial.**

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 en España 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.

Por otro lado, en 2020 se aprobó 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.

En cumplimiento de estas disposiciones, los planes de gestión del riesgo de Inundación (PGRI) de segundo ciclo ya aprobados y en fase de implantación incluyen 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. que se están llevando a cabo en colaboración con distintos organismos, centros de investigación y universidades y que han servido de base para presentar la información que se recoge en este apartado.

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

El cambio climático afecta de manera directa e indirecta en varios componentes del ciclo hidrológico, pudiendo ocasionar cambios en la frecuencia y magnitud de las inundaciones. La atribución de la señal climática y el estudio de estos cambios en las inundaciones recientes representan un importante reto científico-técnico, debido a las múltiples variables implicadas y las incertidumbres existentes. En la web del Ministerio para la Transición Ecológica se puede consultar el documento *Inundaciones y Cambio Climático: estudio y experiencias a nivel europeo (2018-2024)* donde se revisa de manera sistemática las evidencias científicas del impacto del cambio climático en las inundaciones en Europa y España. Además, se incorpora la actualización de los Escenarios de Cambio Climático de AdapteCCa siendo una de las medidas recogidas en el primer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (PNACC). En esta actualización se presenta (1) los valores ajustados a una rejilla de mayor resolución (5 km), empleando la nueva rejilla desarrollada en AEMET(ROCIO_IBEB), (2) la ampliación en el número de modelos de EUROCORDERX (anidados a las proyecciones globales de CMIP5) que incluye el conjunto completo utilizado en el último informe del IPCC-AR6 para el análisis regional de

cambio climático, y (3) la aplicación de un nuevo método de ajuste de sesgos que preserva las tendencias (ver descripción detallada en AdapteCCa).

4.1.1 Proyecciones climáticas: nuevos escenarios climáticos

El último informe publicado en 2022 por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) 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.

Se espera que las emisiones puedan variar entre los escenarios en función de los supuestos socioeconómicos, los niveles de mitigación del cambio climático y, en el caso de los aerosoles y los precursores del ozono distintos del metano, los controles de la contaminación atmosférica. Los distintos supuestos pueden dar lugar a emisiones y respuestas climáticas similares, pero los supuestos socioeconómicos y la viabilidad o la probabilidad de cada escenario no forman parte de la evaluación.

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.

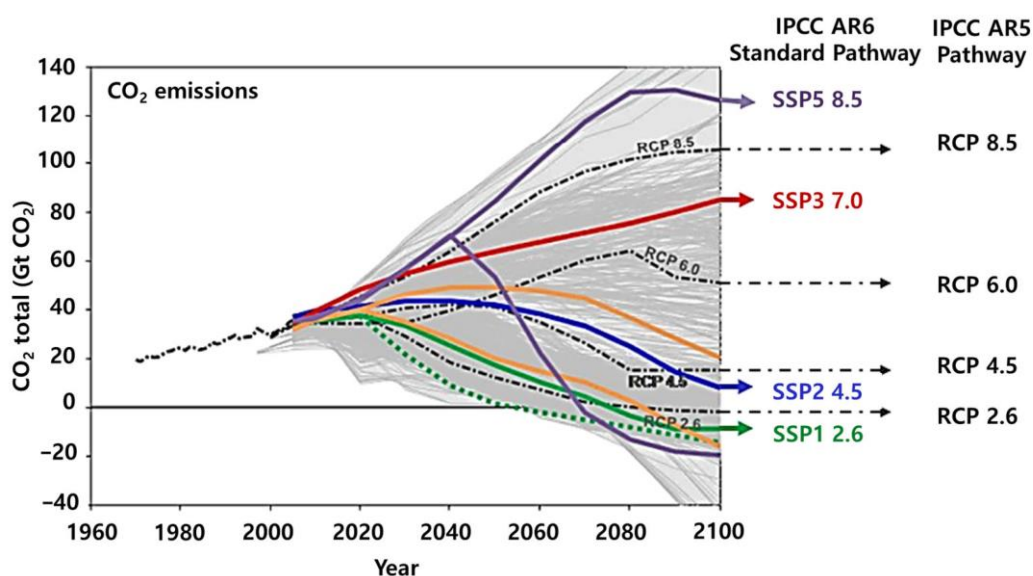


Figura 19: Evolución temporal del CO₂ para los distintos escenarios SSP y su correspondencia aproximada con los escenarios RCP del AR5 (Riahi et al., 2017).

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 (JRC PESETA III report; 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 (EU, 2021). A continuación, se describen los principales cambios esperados en las variables del ciclo hidrológico asociadas al riesgo de inundación.

4.1.2 Proyecciones en España

Proyecciones sobre el régimen de precipitaciones en España

Las proyecciones del régimen de precipitaciones en España muestran resultados propios de las dos regiones de influencia, la Atlántica y Mediterránea. Por lo general, la tendencia observada en las proyecciones de los modelos climáticos muestra una reducción de la cantidad de precipitación anual en el territorio español (aunque con ciertas excepciones). Paradójicamente, aunque la mayoría de las proyecciones climáticas para España coinciden

en una menor precipitación anual, los modelos indican que a escalas temporales más cortas (diarias) los eventos de lluvia intensa podrían aumentar (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).

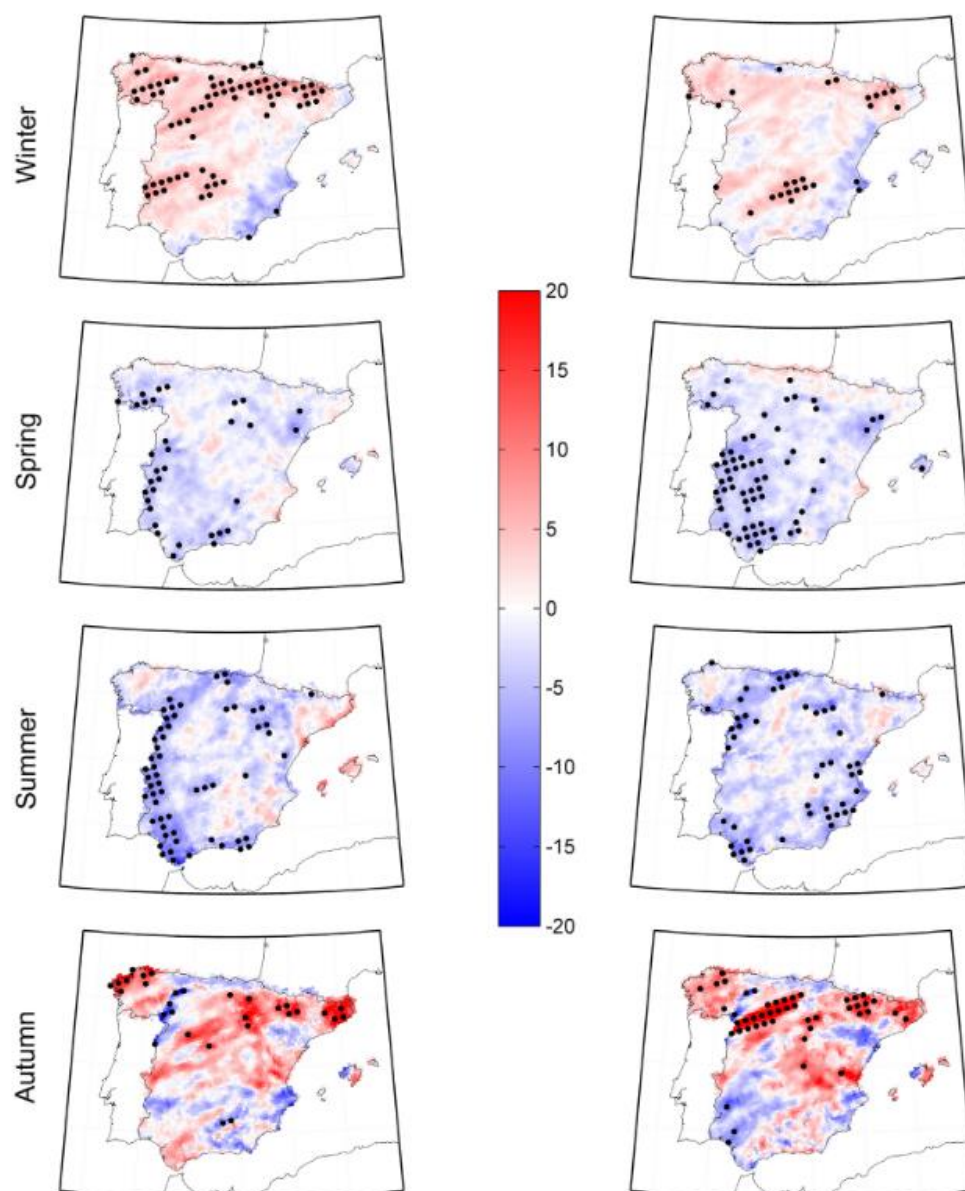


Figura 20: Análisis estacional de los cambios en la precipitación diaria máxima (índice RX1D) proyectado (%) del conjunto de modelos múltiples entre el periodo de referencia (1971-2000) y el periodo futuro próximo (2021-2060) para los escenarios de emisiones RCP 4.5 (izquierda) y RCP 8.5 (según Lorenzo 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.

En la región Mediterránea, los modelos CMIP6 (escenarios SSP) y Euro-CORDEX (escenarios RCP) sugieren aumentos en las curvas de intensidad-duración-frecuencia de precipitaciones a escala diaria/sub-diaria, especialmente para los escenarios futuros más adversos (SSP2-4.5 y SSP5-8.5). De hecho, 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. Sin embargo, para los periodos de retorno < 25 años, los valores de IDF actuales pueden ser representativas de escenarios futuros (Cutillas-Lozano *et al.*, 2023). En el noreste de España, las situaciones sinópticas de depresiones aisladas de niveles altos (DANAs) podría aumentar hasta un 88 %. Este aumento puede ser de hasta un 61% en el mar Mediterráneo contiguo, de acuerdo con las simulaciones del WRF (*Weather Research and Forecasting*) relacionadas con precipitaciones extremas.

Estos resultados muestran una mayor resolución estacional y espacial que las anteriores proyecciones de extremos de precipitación, aplicadas en la EPRI del segundo ciclo de la Directiva de inundaciones. De hecho, se observa que los cambios en la precipitación T100 de la EPRI en el Duero, Guadiana y NW Galicia son coherentes con los observados en otoño e invierno por Lorenzo y Álvarez (2020). Del mismo modo, los cambios en las cuencas internas de Cataluña y norte de la demarcación del Júcar se muestran en ambos casos asociadas a las lluvias de otoño y primavera.

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:

- La tendencia observada en las proyecciones de los modelos climáticos en España 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 periodos 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.

Proyecciones sobre la cobertura nival en España

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 en términos de (SWE *snow-water-equivalent*) 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, especialmente en el Pirineo. Se espera que los Pirineos españoles sean la cordillera europea más afectada por el cambio climático en términos de SWE medio y duración del manto nivoso (Bonsom *et al.*, 2023). De hecho, el modelo Crocus basado en las proyecciones del EURO-CORDEX muestra una reducción significativa de los días con nieve con espesores > 30 cm (Morin *et al.*, 2021). Una situación análoga es encontrada en Sierra Nevada, donde a finales del siglo se espera una reducción de la cobertura nival de hasta el 66 % de diciembre a febrero, y del 95% de marzo a mayo, para el escenario más desfavorable (RCP 8.5). En líneas generales, los modelos y proyecciones del CMIP5 indican que la acumulación media de nieve se reducirá alrededor del 28 % en los Pirineos y Sierra Nevada, y hasta un 42 % para el Sistema Central y en la Cordillera Cantábrica. Como resultado, se espera un descenso del caudal medio, que oscilará entre el 2,4 % en el Pirineo y el 7,3 % en la Cordillera Cantábrica. 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 (proceso denominado *rain-on-snow*), que pueden oscilar entre el 2,1% en los Pirineos y el 7,4% en la Cordillera Cantábrica (Lastrada *et al.*, 2021).

De acuerdo con estos estudios, la definición de ARPSI debería considerar que:

- Las proyecciones sobre la cobertura nival se reducirán de manera generalizada, pero con una alta variabilidad interanual, en las montañas del territorio español.
- En el escenario de emisiones más desfavorable, la reducción de la superficie de la cobertura nival será del 66% de diciembre a febrero, y del 95% de marzo a mayo.
- La principal consecuencia es la reducción del caudal medio de los ríos de 2.75-7% en los cursos de montaña
- Los eventos de lluvia sobre nieve, y un deshielo intenso en invierno, pueden sin embargo aumentar la probabilidad de inundaciones, y contribuir de manera significativa al caudal de grandes ríos (e.g. Ebro y Duero).

Proyecciones sobre el uso del suelo en España

El uso del suelo juega un papel fundamental en las inundaciones en el territorio español y, por lo tanto, su evolución debe tenerse en cuenta. De acuerdo con los resultados de la plataforma de modelización territorial LUISA (Centro Conjunto de Investigación de la Comisión Europea) el uso del suelo en España puede sufrir importantes cambios para finales de la década (2030) asociados al abandono agrícola (Perpiña Castillo *et al.*, 2020). En particular, la región de Galicia, el norte de España (Asturias, Cantabria, Gipuzkoa, Bizkaia), el noreste de España (región de Aragón), los Pirineos centrales/cuenca del Ebro (Huesca, Navarra, Lleida) y el sureste de España (Murcia, Almería, Alicante, Málaga) sufrirán importantes procesos de abandono del uso agrícola. Se espera que la superficie forestal pueda aumentar significativamente, mientras que el área de pastizales y arbustos tenderá a disminuir. Se espera también que el área urbana tienda a aumentar de igual manera. Como consecuencia, se desprenden las siguientes consideraciones:

- 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.

Proyecciones sobre los caudales extremos en España

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 la región Mediterránea las proyecciones indican que los caudales medios se verán reducidos, por una menor cantidad de precipitación anual. Sin embargo, la tendencia es opuesta en relación a las precipitaciones extremas, indicando que la probabilidad de ocurrencia de inundaciones repentinas puede aumentar como consecuencia del calentamiento global de 1, 5°, 2° y 3° C por encima de los niveles preindustriales. De hecho, en esta región mediterránea la probabilidad de inundaciones aumenta con respecto al período de referencia (1976-2005) para la mayoría de los modelos y períodos de calentamiento al considerar la combinación de escenarios más desfavorables RCP8.5-SSP5. Si se considera escenarios más favorables (SSP3), la probabilidad de eventos de inundación extremos podría, sin embargo, verse reducida hacia finales del siglo XXI (Cortés *et al.* 2019). En esta región mediterránea, la expansión de zonas urbanas puede además contribuir a un aumento de la exposición y a la generación de caudales de escorrentía.

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 retrasen 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 21; 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.

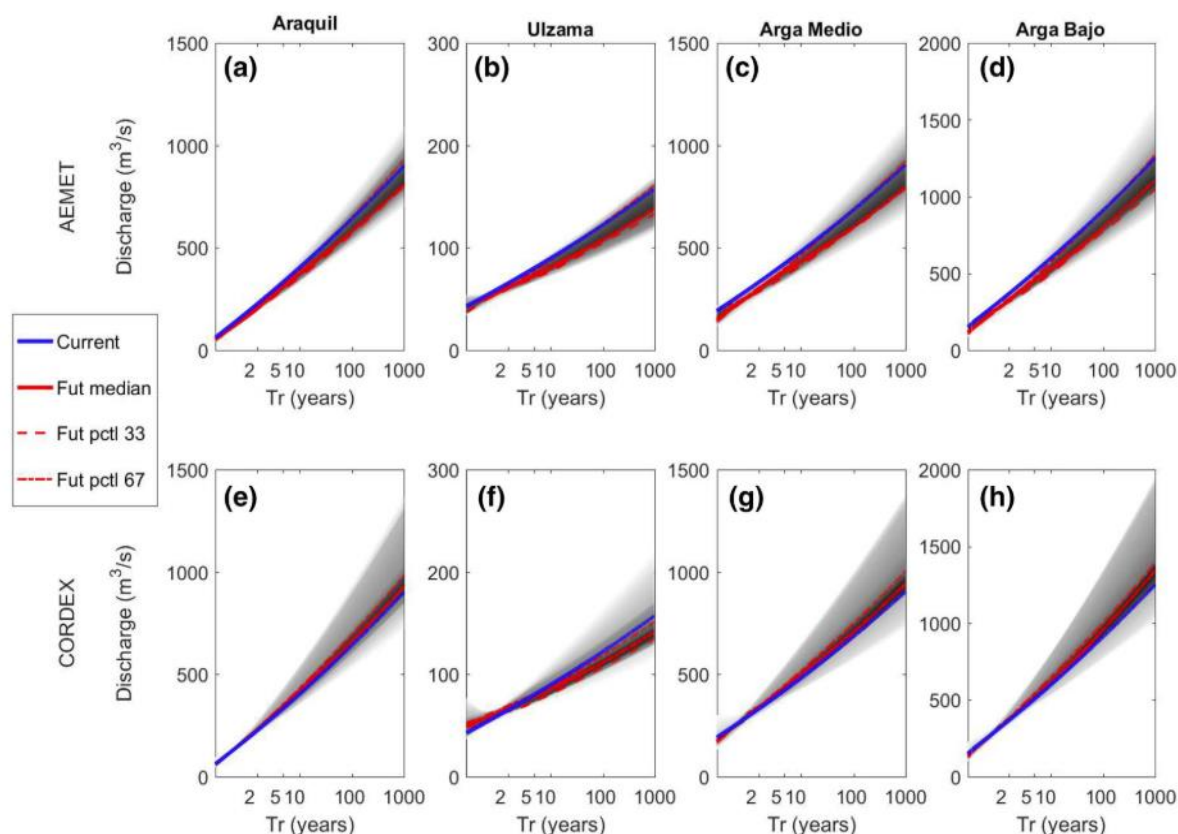


Figura 21: Ejemplo de curvas de frecuencia de inundaciones esperadas (Tr periodo de retorno) en el futuro para el RCP 8.5 para el río Argá (Garijo y Mediero, 2018). La línea azul gruesa representa la simulada con modelos hidrológicos, la línea roja sólida muestra la mediana de los modelos climáticos;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

Por otro lado, en las zonas costeras las inundaciones muestran una clara tendencia a aumentar por el efecto del nivel del mar. En la región mediterránea, el efecto compuesto de las marejadas y las olas extremas con las inundaciones en el delta del Ebro puede provocar que la superficie de delta inundada aumente desde alrededor de un 20% hasta más del 80%, dependiendo del escenario considerado. En los ríos Mandeo y Mendo del norte peninsular, las proyecciones locales futuras tienden a mostrar una ligera disminución de los eventos extremos relacionados con las marejadas ciclónicas, pero se predicen un aumento de caudales extremos cuya magnitud depende en gran medida del modelo climático aplicado Bermúdez *et al.*, (2021).

En líneas generales, se puede concluir que:

- En España, las proyecciones sobre caudales extremos muestran una elevada incertidumbre. Los estudios existentes en la actualidad usando datos del AR6 solo se han completado en unas pocas cuencas piloto.
- Los estudios indican que los caudales de descargas máximas de diseño para periodos de retorno menores a 10 años podrían disminuir, pero se pueden observar un aumento de la probabilidad de inundaciones mayores a la T100 para los RCP más desfavorables.

- En el NW de la península las proyecciones apuntan a una disminución de los caudales máximos para eventos ordinarios (>10 años) y aumento para los eventos raros (500-1000 años).
- En el SE peninsular, las inundaciones actuales de 100 años podrán generarse en el futuro por lluvias de entre 10 y 1000 años, dependiendo de la posición del núcleo de las tormentas.
- El efecto combinado con el aumento del nivel del mar puede aumentar la peligrosidad de inundaciones en todo el litoral.

4.1.3 AdapteCCa.es: el visor de escenarios de cambio climático para España

El visor de escenarios de cambio climático en España AdapteCCa.es es fruto de la colaboración entre el grupo de trabajo de escenarios - PNACC (la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Fundación Biodiversidad. Este visor se ha lanzado en junio de 2024 y permite a los usuarios obtener información visual y numérica sobre las proyecciones climáticas de diferentes variables de interés a una resolución de 5 km en el territorio español. 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.

El Visor de Escenarios de Cambio Climático de AdapteCCa (acceso en este [link](#)) es resultado del primer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (PNACC), que tiene como objetivo poner a disposición de la comunidad científico-técnica la mejor información disponible sobre proyecciones regionalizadas, y responder adecuadamente a las necesidades de datos para la adaptación. El visor está sujeto a actualizaciones periódicas, y está previsto que en breve pueda incluir las nuevas proyecciones regionalizadas a partir de los datos de la última generación de proyecciones globales (CMIP6).

El visor permite:

1. Visualizar datos de rejilla ajustada de los modelos EUROCORDEX, así como obtener valores históricos de la AEMET puntuales o en rejilla de la AEMET (Figura 22, Figura 23),
2. Trabajar con 19 indicadores relacionados con la temperatura y 8 relacionados con la precipitación,
3. Usar valores absolutos o anomalías,
4. Escenarios: históricos, RCP4.5 y RCP 8.5 (los escenarios SSP serán introducidos en los próximos meses)
5. Elegir distintos horizontes temporales (años completos y meses) (Figura 24)



Figura 22: Salida gráfica de las 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.

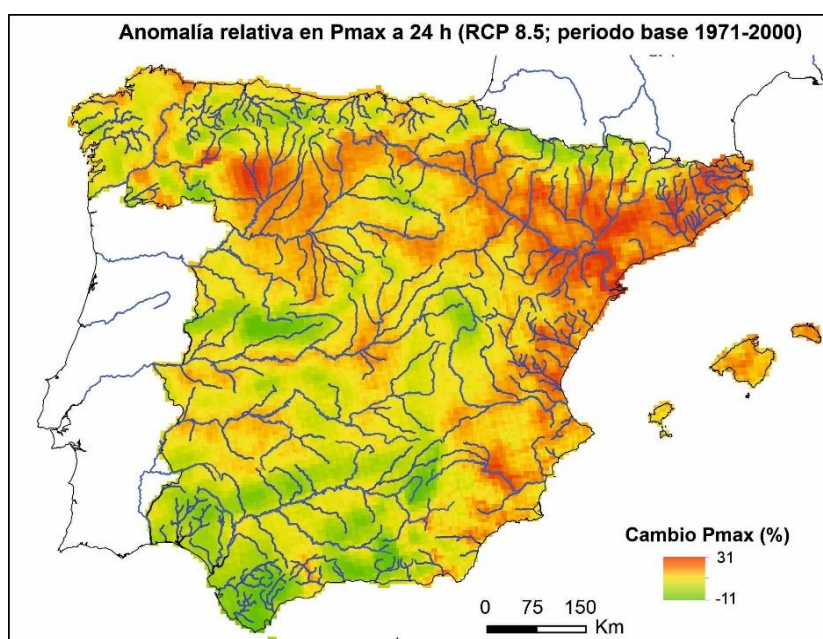


Figura 23: Salida gráfica en formato SIG de las proyecciones de cambio (%) de la variable precipitación máxima en 24 horas para un horizonte temporal medio (2075) para escenario RCP 8.5 sobre una rejilla ajustada al territorio español

Escenarios AdapteCCa - Percentil 95 de la precipitación diaria - SDSM (media) - RCP 4.5 - Año completo - Canfranc (Aragón)

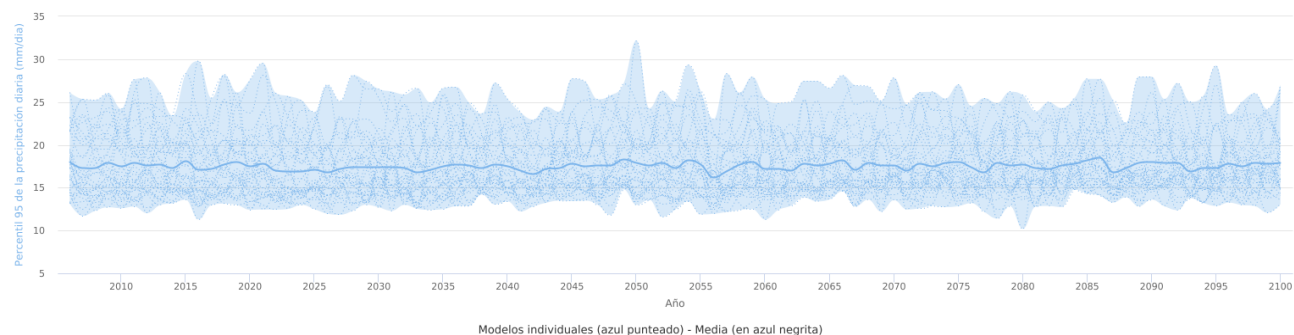
Fuente: <http://escenarios.adaptecca.es>

Figura 24: Salida gráfica de las proyecciones de la variable precipitación del percentil 95 para el escenario RCP4.5 en Canfranc (Huesca).

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

Para la incorporación del cambio climático en la vigente revisión de la EPRI y con el objetivo de considerar la posibilidad de incluir zonas de riesgo nuevas, se parte, al igual que en la última revisión de los PGRI de segundo ciclo, de los resultados derivados del informe “Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España” (CEDEX, 2021). Sin embargo, a diferencia de en los planes donde la identificación de tramos de la red fluvial que previsiblemente podrían sufrir un aumento del riesgo se realizó a través de la cuantificación de los cambios en la precipitación diaria máxima anual acumulada, para la fase actual se desarrolla una metodología cuyo objetivo es identificar los tramos en base específicamente a una valoración cuantitativa del cambio en los caudales de avenida debido al efecto del cambio climático. Se describe a continuación la metodología desarrollada por el CEDEX, cuyas diferentes fases se irán aplicando progresivamente durante este ciclo de la Directiva de inundaciones, adaptándolas, en su caso, a las particularidades de cada demarcación.

4.2.1 Metodología

El objetivo de la metodología es detectar en qué casos el aumento de los caudales de avenida, como consecuencia del cambio climático, puede dar lugar a nuevas zonas con riesgo potencial significativo. Por lo tanto, el estudio se centrará en los caudales de la frecuencia más desfavorable considerados en la Directiva de Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación (2007/60/CE), es decir, la de baja probabilidad ($T=500$ años). En cuanto al periodo de impacto, por coherencia con el informe “Incorporación del Cambio Climático en la Evaluación Preliminar del Riesgo de inundación (EPRI) en el segundo ciclo de aplicación de la Directiva de Inundaciones (2007/60/CE)” (MITECO, 2018), elaborado para la incorporación de las posibles repercusiones del cambio climático en la fase EPRI de segundo ciclo, se ha seleccionado el periodo de impacto intermedio, 2041-2070, y se han considerado los dos escenarios de emisiones, RCP 4.5 y RCP 8.5.

Estimación de las tasas de cambio en cuantil de caudal

Para el desarrollo de la metodología se parte, como se ha mencionado anteriormente, de los resultados derivados del 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 período 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.

Identificación preliminar de tramos candidatos a ARPSI

Con el objetivo de seleccionar nuevos tramos de río con riesgo potencial significativo como consecuencia del cambio climático, se han identificado en primer lugar los tramos de la red fluvial próximos a usos del suelo o elementos que se consideren vulnerables. Para ello se crea un polígono o área de influencia asociada al tramo mediante un buffer a cada lado del mismo, cuyo ancho se calcula en base a su superficie de cuenca. El ancho del buffer a utilizar en cada tramo de la red se obtiene a través de una correlación entre las superficies de cuenca y los anchos de las zonas inundables de las ARPSI ya declaradas en el 1.^{er} y 2.^o ciclo. Este ancho característico deducido de la correlación descrita se utiliza para crear un buffer hacia las márgenes de cada tramo, de la mitad de ese ancho, superponiendo las áreas de influencia resultantes.

A continuación, se comprueba en qué tramos ese buffer se superpone con elementos o usos de suelo considerados vulnerables. Para ello, se recomienda el empleo de la capa del Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE) como herramienta fundamental para la determinación de la vulnerabilidad potencial del territorio, considerando como usos vulnerables aquellos de carácter residencial o dotacional. Los tramos inicialmente candidatos a ser considerados ARPSI serán aquellos donde el mencionado buffer se superponga con polígonos vulnerables del SIOSE.

De la selección inicial de tramos candidatos deben eliminarse, lógicamente, todos aquellos que constituyan tramos pertenecientes a ARPSI ya declaradas en los ciclos anteriores de la EPRI.

Asimismo, se eliminan aquellos tramos en los que la tasa de cambio en cuantil de precipitación máxima diaria anual acumulada en la red fluvial, para el periodo de retorno de 500 años, tiene un valor inferior al 10% para los dos escenarios de emisiones, RCP 4.5 y 8.5, al considerar que el impacto del cambio climático en esos casos no será significativo. Este umbral ya se empleó en las metodologías desarrolladas en etapas anteriores para la incorporación del efecto del cambio climático en la revisión de la EPRI y de los PGRI de 2.^o ciclo.

De la misma manera, se debe realizar un filtrado de la selección inicial de tramos candidatos en base a criterios geomorfológicos. El objetivo es seleccionar sólo aquellos tramos que se encuentren sobre zonas que, por sus características hidrológicas y geomorfológicas, se consideren de retención natural, como las llanuras aluviales o zonas torrenciales. Para ello, se recomienda el empleo de la cartografía geológica digital continua a escala 1:50.000 (GEODE) del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), seleccionando únicamente los tramos que estén sobre recintos geológicos con un grado de inundabilidad alto.

Por último, hay que indicar que aquellos tramos presentes en la selección de tramos candidatos que se encuentren encauzados o correspondan a conducciones subterráneas, deben ser excluidos del paso siguiente de la metodología, donde se va a estimar mediante un cálculo hidráulico sencillo el aumento de la inundabilidad por efecto del cambio climático. La intención no es descartarlos definitivamente, sino que sean objeto de un análisis

hidráulico específico que permita determinar si la capacidad de que disponen las infraestructuras hidráulicas sigue siendo suficiente ante el incremento de caudales previsto como consecuencia del cambio climático.

Estimación del incremento de inundabilidad y selección final de tramos que requerirán un estudio adicional por su posible riesgo como consecuencia del cambio climático.

Por último, se valorará el previsible aumento de inundabilidad en los tramos candidatos identificados previamente, así como sus posibles consecuencias sobre el incremento del riesgo. Este incremento de inundabilidad y riesgo estará asociado al aumento de los caudales de avenida debido al efecto del cambio climático.

Para valorar el aumento de la inundabilidad derivada del cambio climático, se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

1. Descarga del modelo digital del terreno (MDT) y del modelo digital de superficies (MDS) de la zona procedentes del LIDAR de 2m x 2m del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
2. Obtención, empleando el MDT y herramientas de SIG, de:
 - a. La pendiente media del tramo.
 - b. Una sección característica del tramo en estudio.
3. Obtención de información sobre el coeficiente de rozamiento (n de Manning) tanto del cauce como de las márgenes del tramo. Se recomienda emplear para ello:
 - a. Capa de usos del suelo del SIOSE.
 - b. Tabla “Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000” del Anejo V de la “Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)”.
4. Cálculo hidráulico simplificado en régimen uniforme para determinar un valor aproximado del calado en situación actual y en situación futura en el tramo en estudio, partiendo de los caudales en situación actual y futura. Se puede emplear para realizar el cálculo el software HECRAS del US Army Corps of Engineers (USACE).
5. Creación de una superficie de nivel de inundación para cada situación, actual y futura, a partir de los calados obtenidos en el cálculo hidráulico anterior, mediante herramientas de análisis espacial de SIG.
6. Intersección de la superficie de nivel con el modelo digital de elevaciones del LIDAR (MDS), obteniendo la extensión de inundación estimada tanto en situación actual como en situación futura.

Finalmente, teniendo en cuenta el aumento de inundabilidad estimado (incremento de calado y de extensión de la zona inundada por efecto del cambio climático) y sus previsibles consecuencias sobre el aumento del riesgo, junto al conocimiento específico de la zona por

parte del organismo de cuenca, se decidirá qué tramos pueden ser incluidos en un listado como zonas de especial seguimiento en las que es necesario ampliar los estudios de impacto del cambio climático necesarios para poder ser designadas, en caso necesario, como nuevas ARPSI en próximos ciclos de la Directiva.

4.2.2 Resultados en la demarcación hidrográfica del Tajo.

A continuación, se muestran dos imágenes (Figura 25 y Figura 26) con la tasa de cambio en cuantil de precipitación máxima diaria anual acumulada en la red fluvial, para el periodo de retorno de 500 años, para los dos escenarios de emisiones, RCP 4.5 y 8.5. En los valores inferiores al 10% se considera que el impacto del cambio climático en esos casos no será significativo. Este umbral ya se empleó en las metodologías desarrolladas en etapas anteriores para la incorporación del efecto del cambio climático en la revisión de la EPRI y de los PGRI de 2.º ciclo.

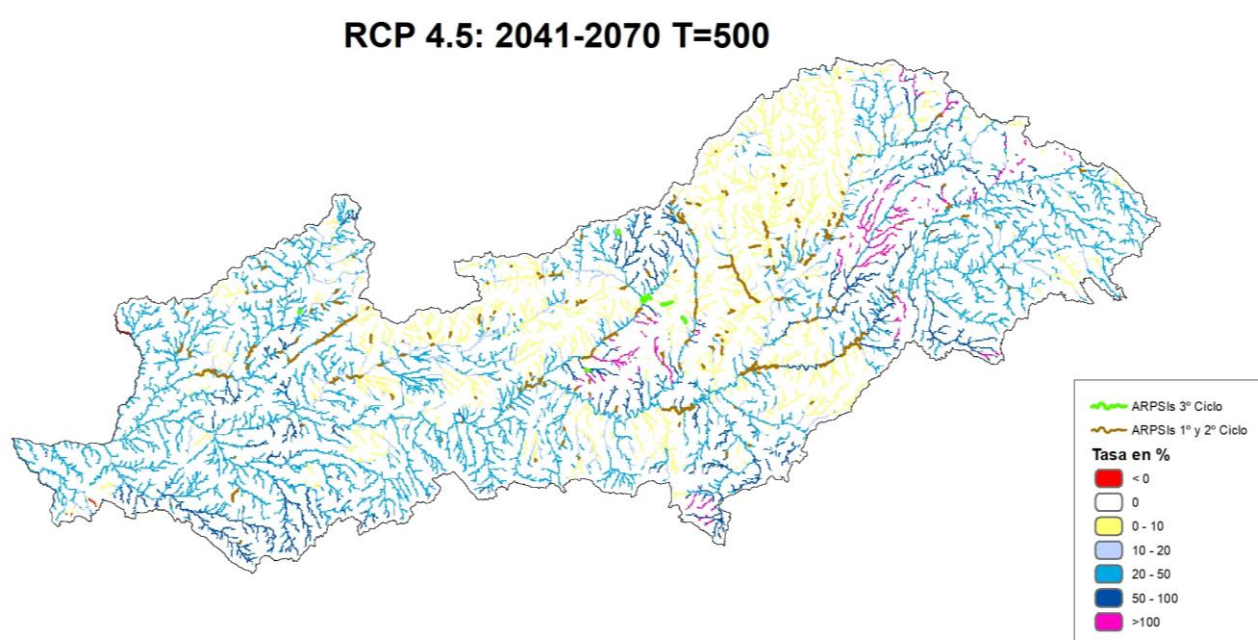


Figura 25: Tasa de cambio en cuantil de caudal para T=500 años, periodo de impacto 2041-2070 y RCP 4.5 en la demarcación hidrográfica del Tajo

La mayor parte de las tasas de cambio en cuantil de caudal son positivas en ambos mapas, con la excepción de valores negativos para un número reducido de celdas localizadas en la zona en la cuenca del Bajo Tajo en la zona suroeste para el RCP 4.5. Quedan al margen de la valoración del probable aumento de inundabilidad todos aquellos tramos de la red donde las tasas de cambio en cuantil de caudal estimadas sean negativas, ya que en ellos se daría una disminución de los caudales en situación futura por efecto del cambio climático.

Los valores mayores se encuentran localizados en el centro de la cuenca, predominantemente en la cabecera del Tajo, en las cuencas del Tajuña, Henares, Guadarrama y Alberche. Las celdas sin valor o con valores muy elevados de las tasas de cambio corresponden a aquellas en las que el método racional proporciona valor de caudal nulo o muy próximo a cero para la situación actual sin considerar el cambio climático, por lo que en ellas no se puede calcular el valor de tasa de cambio en cuantil de caudal.

RCP 8.5: 2041-2070 T=500

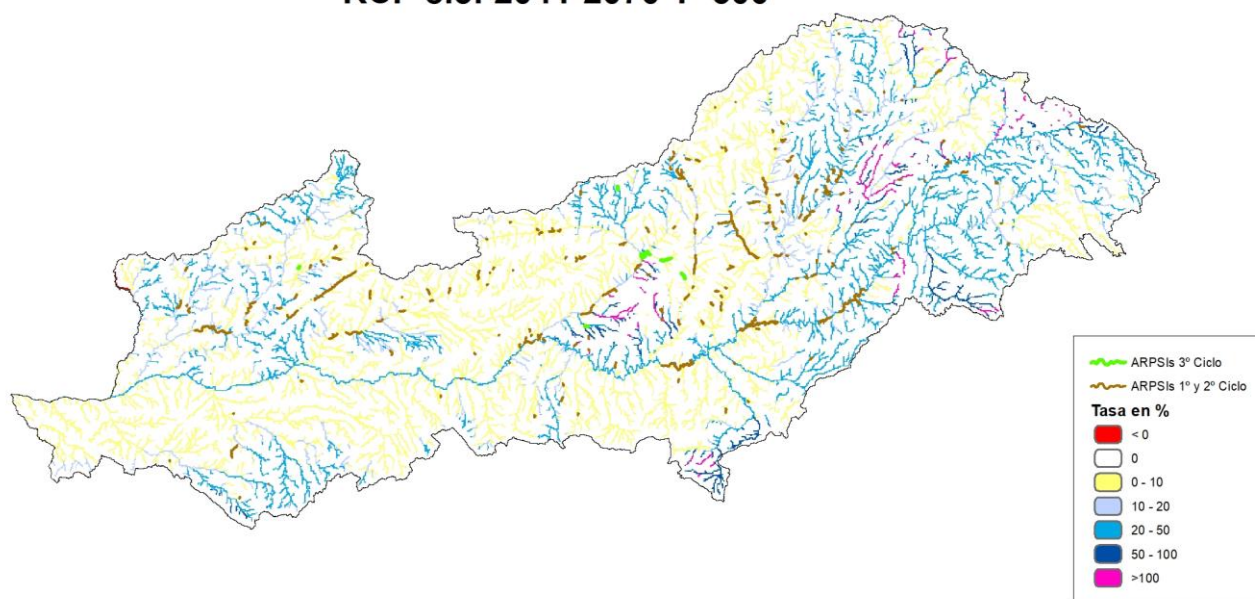


Figura 26: Tasa de cambio en cuantil de caudal para T=500 años, periodo de impacto 2041-2070 y RCP 8.5 en la demarcación hidrográfica del Tajo

Además se ha incluido a partir de los resultados en la demarcación del Tajo una clasificación del incremento en el riesgo de inundación debido al cambio climático a nivel de subcuencas sobre la tasa de cambio para T500 periodo de impacto 2041-2070 y RCP 4.5. y 8.5 que se muestra en las figuras (Figura 27 y Figura 28) donde aparece diferenciado el riesgo sin probable incremento significativo incluyendo los valores <10%, el incremento es poco significativo entre 10 y 50% y probable incremento significativo cuando el valor es >50%.

Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático, a nivel de subcuencas RCP4.5.: Periodo de impacto 2041-2070 T= 500

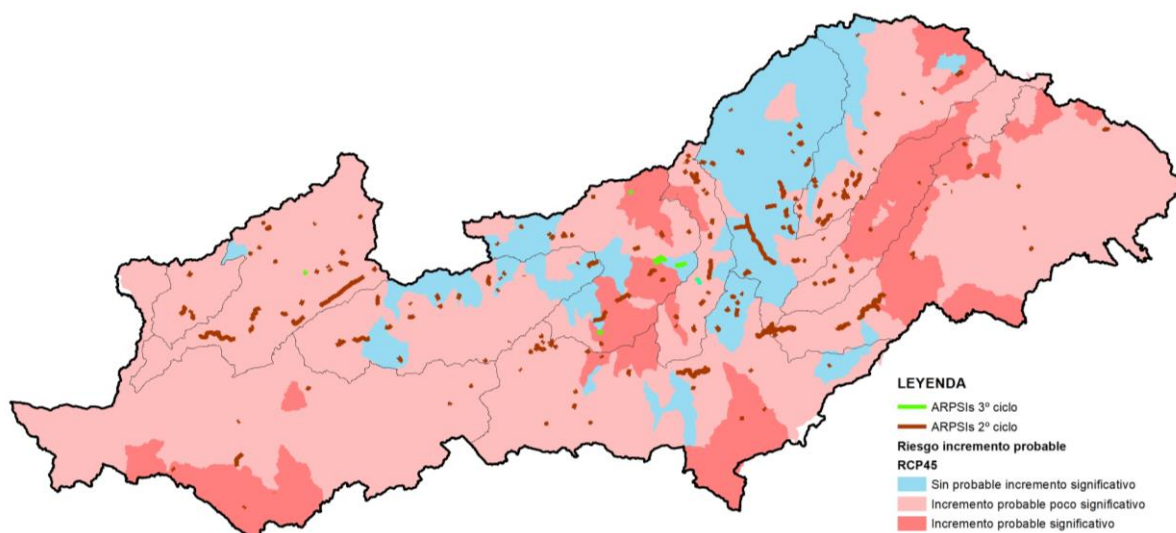


Figura 27: Incremento en el riesgo de inundación debido al cambio climático a nivel de subcuencas sobre la tasa de cambio para T500 periodo de impacto 2041-2070 y RCP 4.5.

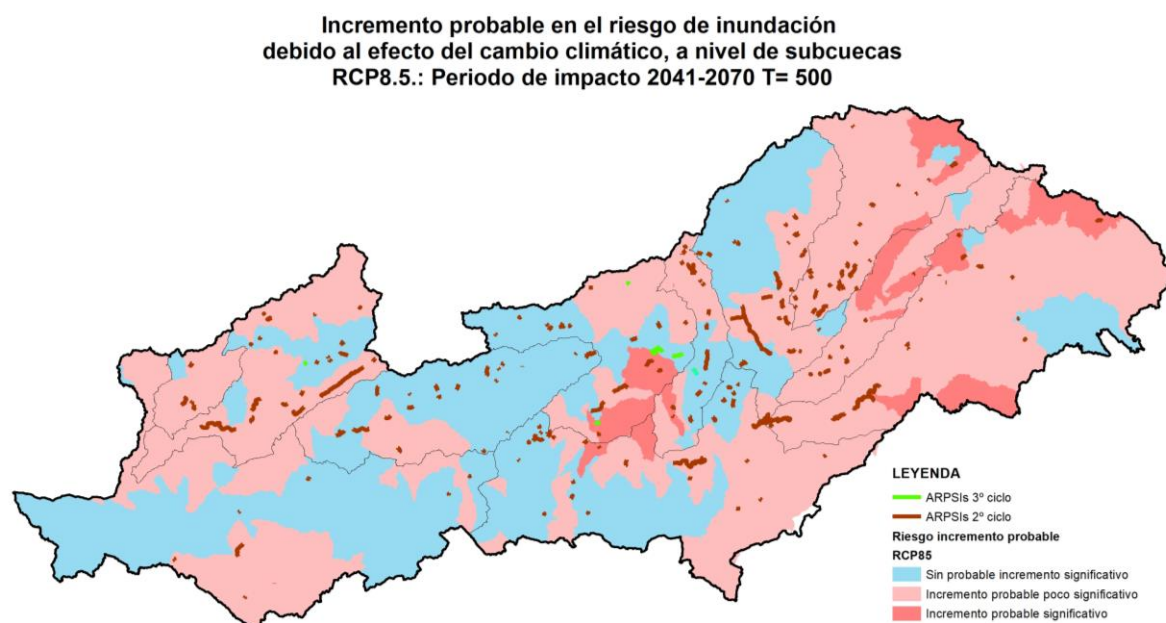


Figura 28: Incremento en el riesgo de inundación debido al cambio climático a nivel de subcuencas sobre la tasa de cambio para T500 periodo de impacto 2041-2070 y RCP 8.5.

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

El cambio climático se prevé que produzca desplazamientos espaciales y temporales de las condiciones meteorológicas adversas. Resulta factible asumir que este tipo de condiciones meteorológicas extremas hayan ocurrido en algún momento del 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, tal y como se observa en los registros de inundaciones actuales y pasados (Figura 29).

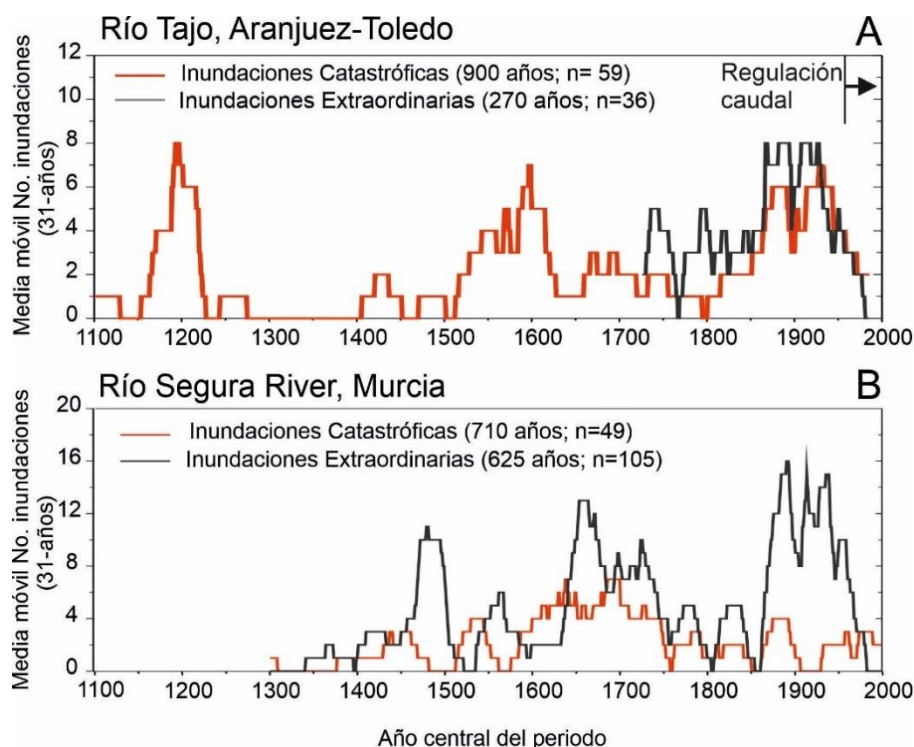


Figura 29: Distribución temporal de la media móvil del número de inundaciones históricas registradas durante los últimos 900 años en el río Tajo (Aranjuez-Toledo) y en el río Segura en Murcia. Extraordinarias implica desbordamiento y daños menores. Catastróficas presentan daños económicos significativos. “n” número de casos.

Para mejorar el posible impacto del cambio climático en la peligrosidad de las inundaciones, se propone avanzar en una metodológica centrada en mejorar nuestro conocimiento sobre los eventos extremos bajo condiciones climáticas adversas y en 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 30). 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.

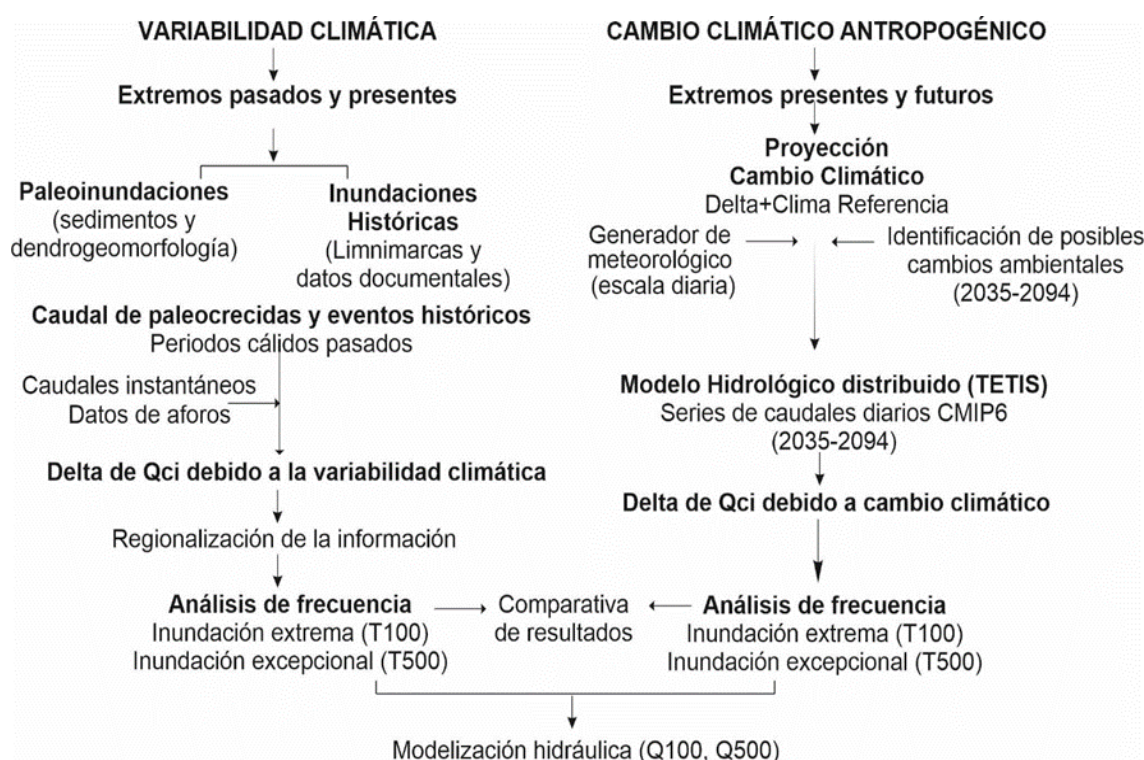


Figura 30: Esquema metodológico para el análisis de la variabilidad climática (extremos pasados y presentes) y del cambio climático bajo escenarios de emisiones (extremos presentes y futuros).

En los datos de caudales pasados se incorpora 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 up-bottom 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 (win-win), 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.

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.

Las principales conclusiones derivadas de los estudios de inundaciones pasadas realizadas en España, son las siguientes:

- Los registros de inundaciones a largo plazo revelan una fuerte variabilidad y no estacionariedad en la frecuencia de las inundaciones y una agrupación preferencial de paleoinundaciones en determinados periodos del pasado.
- 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.
- El análisis de las series de caudales máximos anuales registrados en cuencas del Guadalquivir y del Guadiana, muestra una tendencia temporal decreciente en la magnitud y frecuencia de las inundaciones, mientras que en las cuencas del Atlántico central y septentrional (Tajo y Duero) no se observa tendencia significativa en la frecuencia y magnitud de grandes inundaciones. En las cuencas mediterráneas, la tendencia reciente no responde a ningún patrón concreto, y por tanto la relación clima-crecidas resulta difícil de concretar.
- Los estudios en Europa y España 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.
- En base a los tramos estudiados, en las cuencas con superficie >1500 km² la diferencia en porcentaje de caudal introducidos por la variabilidad climática es de ~20-30% superior, para las inundaciones de T100 y T500, respectivamente. En cuencas pequeñas esta diferencia varía entre el 30-50%, respecto al caudal observado.

Periodo de retorno	100 años
Modelo climático regional	EURO-CORDEX (12 modelos)
Escenario de emisión de gases de efecto invernadero	RCP 8.5
Método de variación	Delta
Intervalo temporal de clima actual	1971-2010
Proyección a medio plazo	2035-2064
Proyección a largo plazo	2035-2094
Generador meteorológico	GWEX
Resolución temporal	Diario
Fuente de los datos observados de referencia	Spain02
Modelo de simulación hidrológica	TETIS
Modelo de simulación hidráulica	IBER

Tabla 10: Consideraciones metodológicas en estudios con modelos de clima futuro a escala de cuenca o subcuenca (Beneyto et al., 2024).

En el estudio de los efectos del cambio climático con escenarios de emisiones prescritos por el IPCC (Tabla 10), la metodología propuesta incluye tres principales tipos de análisis y/o datos: (1) Modelo climático, (2) Modelo hidrológico distribuido, y (3) Modelo paleohidrológico y de cambios ambientales.

Las previsiones climáticas se obtienen del experimento EURO-CORDEX, donde se utilizan un total de 12 combinaciones diferentes de Modelos de Circulación Global (MCG) y Modelos de Circulación Regional (MCR), incluyendo la precipitación diaria y la temperatura mínima y máxima con una resolución espacial de 0,11° (Tabla 10). Estos datos incluyen un periodo de control (1971-2000), una proyección a medio plazo (2035-2064) y una proyección a largo plazo (2065-2094). Las proyecciones utilizadas corresponden a la Senda de Concentración Representativa (RCP) 8.5, que representa un escenario algo de emisiones continuas de CO₂ a lo largo del siglo 21. Además, se utilizan datos de temperatura (corregidos de sesgo) para crear series temporales de Evapotranspiración Potencial (ET₀).

La metodología propuesta por Beneyto et al., (2024) incluye los siguientes procedimientos (1) corrección del sesgo de los modelos climáticos; (2) realización (si no está disponible) de un estudio regional de la precipitación máxima diaria de los modelos climáticos corregidos por sesgo (tanto para el periodo de control como para las proyecciones); (3) implementación de un generador meteorológico (WG) estocástico y multi-sitio que incorpore la información de los estudios regionales ad hoc y genere series muy largas (es decir, 5000 años) de precipitación y temperaturas; (4) implementación de un modelo hidrológico totalmente distribuido y alimentado con las salidas del generador para producir series de caudales sintéticos; (5) comparación del desempeño del análisis de frecuencia de inundaciones a partir de series de inundaciones observadas y sintéticas; y (6) regionalización: incorporación de estimaciones de caudales históricos y de paleoinundaciones que cubren los últimos 500 años para validar los caudales sintéticos para períodos de alto retorno en otros lugares no medidos pero con información no sistemática.

La implementación de este análisis puede ser complementada con información sobre trayectorias de usos del suelo futuro, o incluso bajo escenarios de incendios forestales (cambio de uso del suelo puntual). El modelo calibrado puede ser usado también para ajustar evidencias paleohidrológicas e históricas, y entender mejor los procesos desencadenantes. De especial relevancia es esta aproximación cuando existe, además, información sobre usos del suelo pasados.

El proceso de regionalización de la información puede llevarse a cabo por medio del análisis de los caudales extremos reconstruidos y simulados en varias cuencas que se encuentren en una región hidrológica homogénea. La regionalización permite extrapolar el comportamiento esperado de cuencas que no hayan sido estudiadas (o en mejor medida) de la misma región.

Esta metodología se ha aplicado a un número reducido de cuencas y, por tanto, las conclusiones generalizables son preliminares, siendo de destacar las siguientes:

- La incorporación de escenarios de cambio climático para la estimación de cuantiles de inundación requiere métodos de corrección como el método delta o el mapeo de cuantiles.
- La integración de series de datos de precipitación con la implementación de un generador meteorológico, bien parametrizado, reduce considerablemente la incertidumbre de las estimaciones de cuantiles de inundación de alto retorno.
- Los resultados obtenidos a partir de las proyecciones del proyecto EUROCORDEX para un escenario de emisiones RCP8.5 en la zona de estudio analizada muestran un claro incremento de las temperaturas máximas y mínimas, con olas de calor más frecuentes y severas, lo que se traduce en un aumento de las tasas de evapotranspiración.
- Los cuantiles de precipitación experimentan incrementos similares a la temperatura, aunque la precipitación media anual se ve ligeramente reducida. Esto se traduce probablemente en una reducción del caudal medio anual de los ríos, combinada con episodios cada vez más frecuentes de grandes inundaciones.

- En las cuencas implementadas en la demarcación hidrográfica del Júcar se estima un incremento sistemático de todos los cuantiles de inundación, aunque apenas existen diferencias entre el medio y el largo plazo.
- Los incrementos de caudal de los cuantiles de inundación son mayores en la parte alta de las cuencas, y menor a medida que aumenta el tamaño de la cuenca de recepción.

4.3.1 Estudio cualitativo de los cambios en caudales máximos

El estudio de los cambios futuros de caudales máximos requiere una aproximación holística que reduzca las incertidumbres de los modelos de clima, y que aporte una información realista de los cambios esperables. La evidencia de aumento en los gases de efecto invernadero (curva de Keeling) era patente en 1958 y, por tanto, los registros observados desde mediados del siglo 20 incluyen cierta huella del calentamiento global. En caso de las inundaciones, los registros observados aparecen afectados igualmente por los cambios de vegetación, usos de suelo y la construcción de infraestructuras.

Los estudios de tendencias y rupturas en las series de caudales máximos registrados en cursos en régimen natural, o poco regulados, identifican rupturas en la media de los caudales máximos en el 55% de las estaciones, de las cuales un 88% experimentan una disminución en la media, posterior al punto de ruptura (López de la Cruz, 2013; Mediero et al., 2014; Figura 31). En las demarcaciones hidrográficas del Tajo, Guadiana y Júcar la ruptura se produce en los años 70, mientras que en las demarcaciones del Ebro, Guadalquivir y Segura aparecen en el periodo de los años 60 a los 90. En la región norte, por el contrario, la media aumenta posteriormente a las rupturas en la demarcación del Cantábrico, mientras que en el Miño-Sil se aprecia ausencia de rupturas o disminuciones en la media.

Por su parte, el 50% de las estaciones de aforo de las cuencas de la costa atlántica muestra un adelanto del pico de inundación de al menos 15 días cada 50 años (25% de las estaciones con adelanto de más de –36 días cada 50 años; Blöschl et al., 2019). En algunas partes de la costa mediterránea (costa adriática noreste, noreste de España), hay un cambio a producirse un retraso de las inundaciones (50% de las estaciones de más de 5 días cada 50 años).

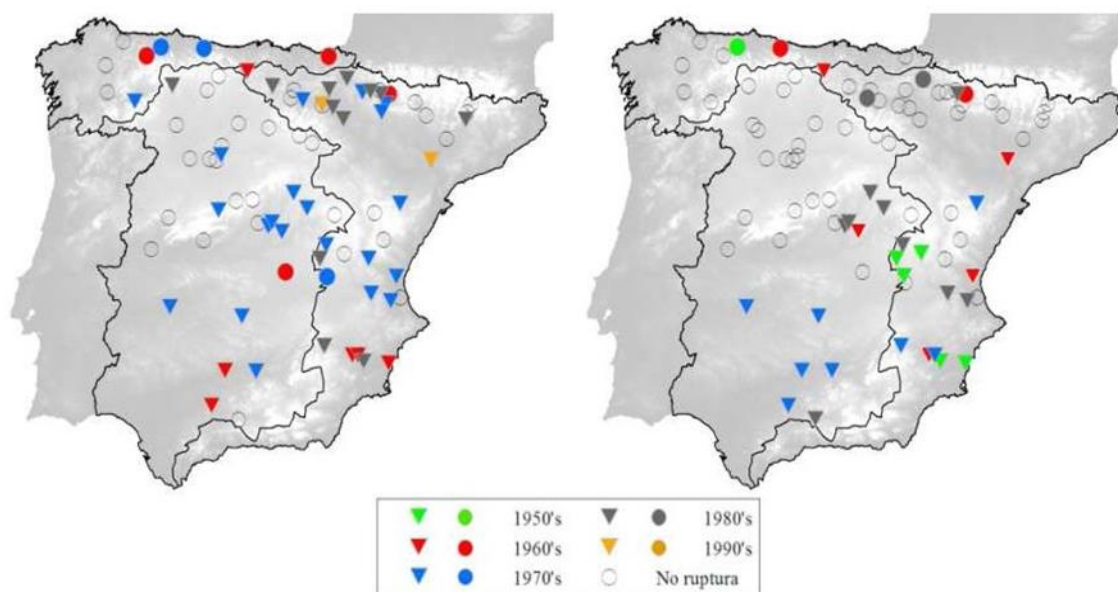


Figura 31: Mapas con la distribución espacial de las series de caudales máximos con puntos de ruptura en la media (derecha) y varianza (izquierda). Los triángulos indican descenso en la media o varianza después del punto de ruptura, mientras los círculos indican incremento (López de la Cruz, 2013).

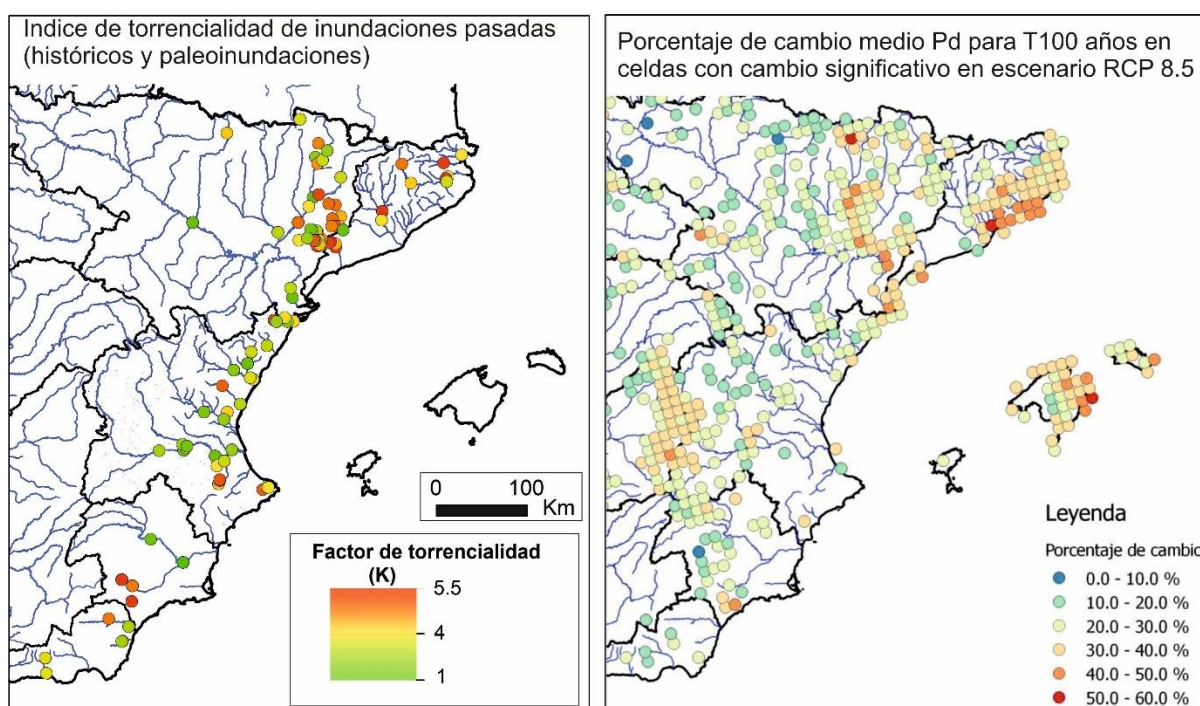


Figura 32: Izquierda: Valor del índice de torrencialidad calculado para los tramos con información de caudal del pasado (histórico y paleoinundaciones). Derecha: Cambio medio de la precipitación media Pd para eventos de 100 años de periodo de retorno estimados para un escenario RCP 8.5 (MITECO, 2018).

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). En particular, se identifica sectores del sur del Segura, sur de Valencia y Norte de Alicante, este de la demarcación del Ebro, Camp de Tarragona y la cabecera de los cursos pirenaicos de Aragón y Catalunya (Figura 32).

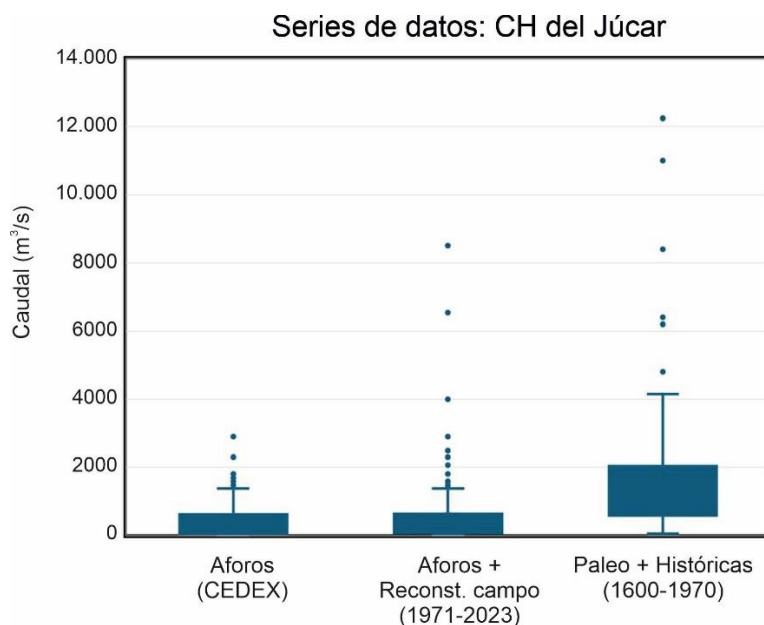


Figura 33: Series de datos analizados en el caso de estudio en la CH del Júcar.

Un ejemplo de la variabilidad obtenida en base a datos del pasado se muestra para la demarcación del Júcar (Figura 33). En concreto, se muestran tres conjuntos de datos: (1) estaciones de aforo (CEDEX), (2) estaciones de aforos junto con caudales reconstruidos a partir de evidencia de calado de eventos en el periodo 1971-2023, y (3) datos de caudal de información de paleoinundaciones e inundaciones históricas. Los rangos de caudal de estos conjuntos de datos se incrementan a medida que se incrementa la distribución espacial y temporal de los registros, siendo más extremos los correspondientes a las series del pasado.

El análisis regional de las series de datos de inundaciones máximas obtenidas durante el periodo actual (1971-2023) respecto al pasado (1600-1970) permite obtener un mapa de la diferencia de caudal máximo entre ambas series, que informa del aumento de caudal máximo debido a la propia dinámica natural del clima. En el caso de la demarcación del Júcar, considerando los datos de aforos + caudales reconstruidos dentro del periodo actual (1971-2023) respecto al pasado (1600-1970), las diferencias oscilan entre el 20% y el 35% para las cuencas de mayor y menor superficie, respectivamente. Considerando dentro del periodo actual (1971-2023) únicamente los registros de aforos de la base de datos del CEDEX (ROEA y SAIH) estas diferencias oscilan entre el 30 y el 50%, siendo mayores en las zonas de cabecera (Figura 34). Evidentemente, estas diferencias reflejan no sólo la variabilidad del clima sino también los cambios de uso del suelo histórico, factores que resultan complicados de separar. Sin embargo, estos cambios de uso igualmente afectan a

las proyecciones de caudal máximo debido al cambio climático que, en algunos casos, pueden ser superiores a los efectos del cambio climático.

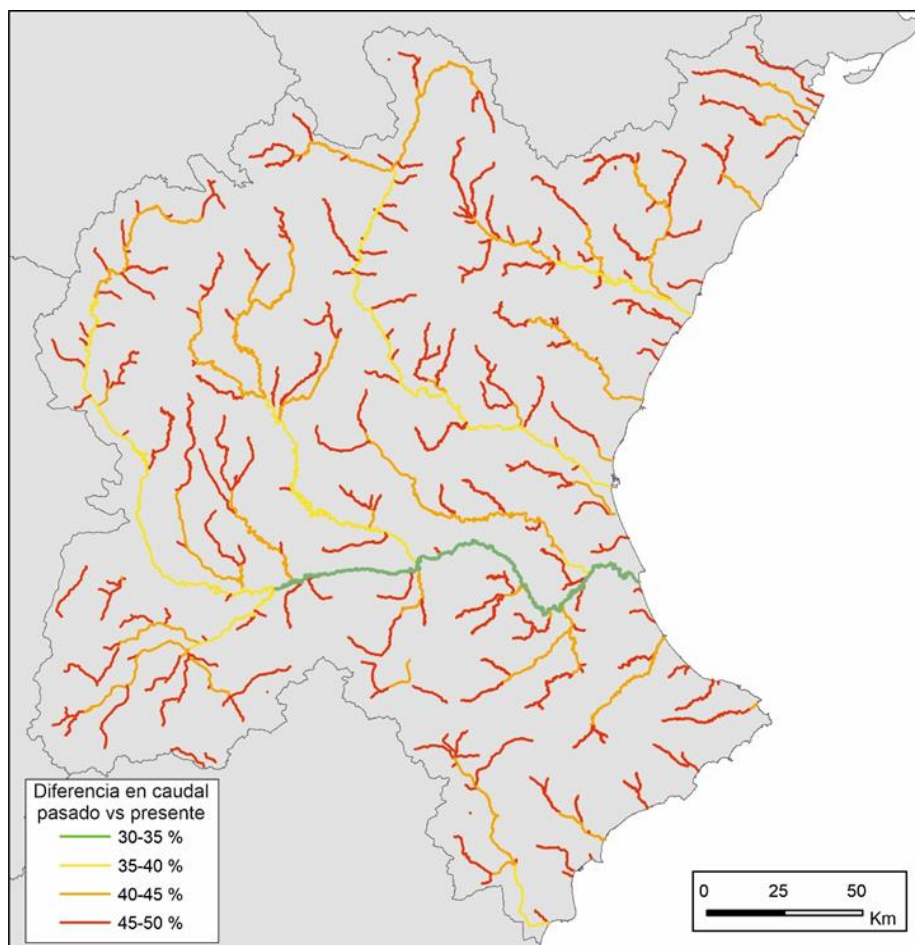


Figura 34: Regionalización de caudales máximos en la Demarcación del Júcar. Se muestra la diferencia en caudal máximo (%) entre de los caudales máximos obtenidos con datos de pasado (periodo 1600-1970) respecto a los caudales máximos actuales (1971-2023). En los caudales actuales se incluyen únicamente datos de estaciones de aforo.

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, debemos de explorar los diversos impactos no sólo del cambio climático, sino del cambio global en general que afectan a la generación de la escorrentía, la capacidad de desagüe de los cauces, y la conectividad hidrológica y sedimentaria a través de las redes de drenaje.

En este apartado se describen los principales indicadores de cambio a escala de cuenca y de tramo fluvial (cauce), que puede tener una incidencia directa o indirecta en la delimitación de las zonas inundables para los supuestos descritos dentro del PGRI. Los elementos fundamentales a tener en cuenta en los estudios particulares de las ARPSI se han diferenciado de acuerdo al aspecto metodológico con mayor afinidad dentro de los ciclos previos de la Directiva de Inundaciones (Tabla 11).

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) - Archivos documentales
	Fotografías	

Tabla 11: 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-Valladolid 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 la cuenca alta del Guadalentín, Rodríguez-Lloveras et al. (2016) estudian la producción de escorrentía y sedimentos con proyecciones climáticas, aplicando 5 vías posibles de evolución de los usos del suelo (U1 a U5). Estos itinerarios de evolución aparecen definidos en intervalos de 30 años coincidentes con los aplicados en la modelización climática (Figura 35). Las variables determinantes de estos cambios de los usos del suelo se obtienen teniendo en cuenta la evolución temporal histórica de la vegetación en cada región bioclimática y las posibles vías de evolución demográfica en función de distintos escenarios socio-económicos.

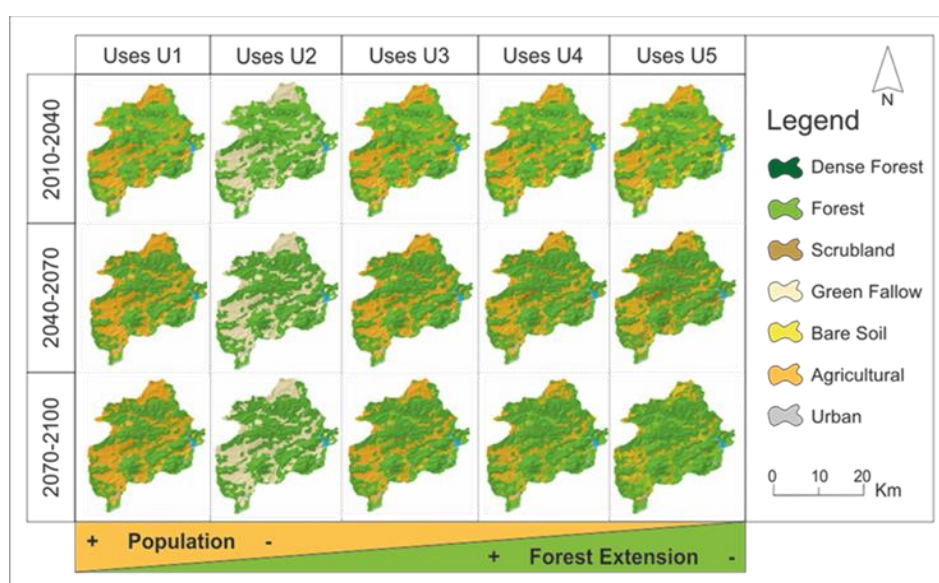


Figura 35: Ejemplo de configuraciones de usos del suelo implementadas en el estudio de la cuenca alta del Guadalentín para diferentes periodos temporales, que se simulan junto con variables obtenidas de modelos de clima futuro (Rodríguez-Lloveras et al., 2016).

En el ejemplo de la cuenca alta del Guadalentín, las tierras abandonadas mostraron una alta tasa de erosión durante el primer intervalo modelado de 30 años, con una reducción progresiva en los períodos posteriores debido al crecimiento de la vegetación, lo cual es consistente con los registros observados en las montañas mediterráneas (García-Ruiz and Lana-Renault, 2011). Este estudio de cambio en la escorrentía considerando la modificación de usos del suelo confirma que las configuraciones de uso del suelo son el factor más determinante en la producción de sedimentos, incluso más que los cambios en la precipitación en relación a escenarios de cambio climático.

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 para 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 Europea siguió para la definición de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundaciones (ARPSIs) una metodología (descrita en el capítulo 3) 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, aforos de la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) y Anuarios de Aforos, Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIHs) y otras redes instrumentales. 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 (ZIPs).

Sin embargo, el uso exclusivo de estas fuentes de información pretérita tiene una serie de limitaciones y sesgos cuando se trata de tener en consideración el cambio climático y global:

- **Sesgo temporal:** sólo considera eventos pretéritos de inundación de los últimos 2200 años (en el caso de las fuentes documentales históricas, desde la dominación romana) y con cierta fiabilidad de los últimos 100 años (con disponibilidad de aforos); por lo que obvia los cambios climáticos anteriores, de todo el Holoceno, donde se han sucedido periodos cálidos y secos (óptimo climático holoceno) y otros fríos y secos (boreal), donde la frecuencia y magnitud de las inundaciones era otra respecto a la actual.
- **Sesgo espacial:** sólo hay registro instrumental en cuencas y ríos monitorizados (con estaciones de aforo y además series largas) o registro documental con focos de producción de materiales impresos (únicamente villas y ciudades importantes con editoriales, imprentas y medios de comunicación).
- **Sesgo documental:** sólo hay registro de eventos en periodos con alta producción documental (último siglo y medio con la prensa diaria) mientras que en otros periodos no se conserva por escasa producción (periodo visigodo o islámico) o por haber sido destruida (guerras).
- **Sesgo de percepción:** el registro y relevancia de las inundaciones históricas es variable según comunidades humanas (rurales vs urbanas) y en función de los periodos históricos.
- **Sesgo de magnitud:** sólo se registran inundaciones históricas de magnitudes intermedias; ni se registran las catastróficas (fuera de rango de las estaciones de aforo y que generan reacción en el registro documental) ni las ordinarias (que apenas producen daños e inundación).

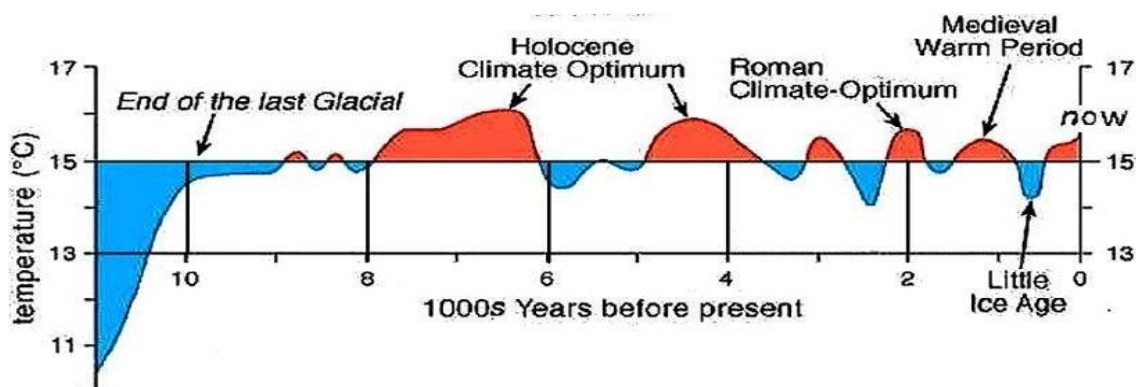


Figura 36: Evolución de la temperatura desde hace 10000 años hasta la actualidad

Por ello, la delimitación en la EPRI de las ZIPs usando únicamente información histórica documental puede conducir a una visión parcial y distorsionada de las verdaderas zonas de inundación potencial, sobre todo en condiciones de clima cambiante.

Las paleoinundaciones como registro complementario y alternativo

Para paliar esos sesgos, especialmente el sesgo temporal (ampliando el rango hasta miles o decenas de miles de años, en los valores de periodos de retorno del reglamento de seguridad de presas) y espacial (para que cualquier sector del territorio, aforado o no, tenga registro de inundaciones pretéritas) hay que buscar otras fuentes de información que complementen o incluso sean una alternativa a las inundaciones históricas documentales e instrumentales.

Estas fuentes de información novedosas sobre inundaciones pretéritas, que sí que contemplan rangos temporales en los que se han registrado varios cambios climáticos (algunos análogos al calentamiento actual), hay que buscarlas en evidencias empíricas, reconocibles en la Naturaleza, de esos eventos de inundación pasados.

Las **paleoinundaciones** son eventos de inundación pretéritos (desde hace miles de años a la actualidad) cuya ocurrencia queda registrada en los elementos naturales de la gea (las rocas y sus relieves), la hidrosfera (el agua líquida, nieve o hielo) o la biota (seres vivos).

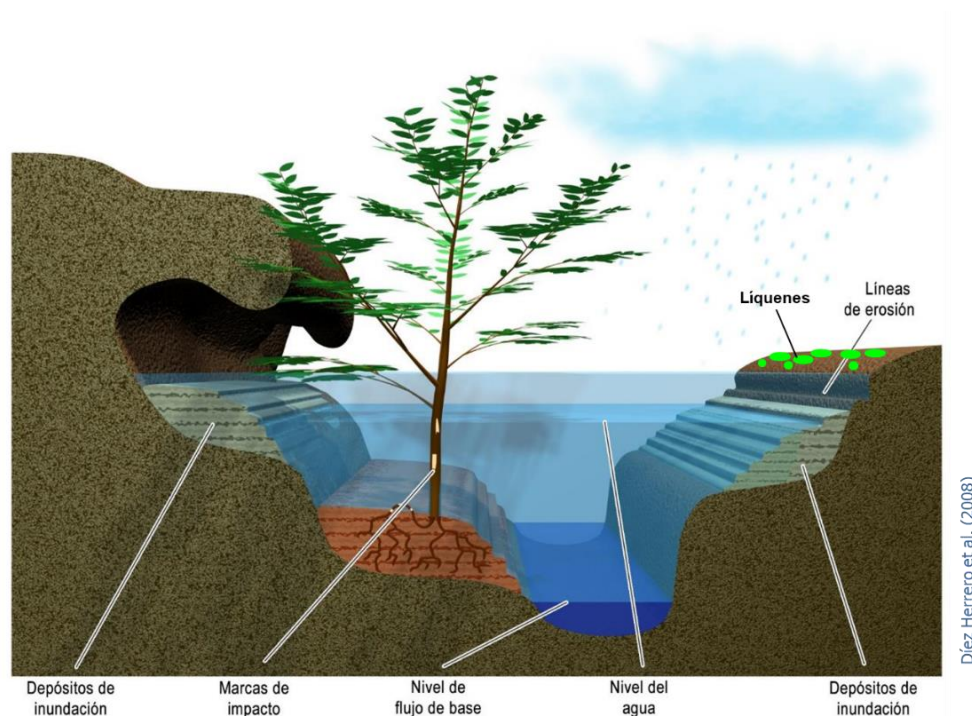


Figura 37: Perfil transversal del paisaje fluvial con zona de inundación

A partir del estudio de estos efectos naturales de las inundaciones pretéritas surgen los distintos tipos de registros de paleoinundación: geológico-geomorfológicos (sedimentos, marcas y formas), hidrológico-glaciológicos (nieve o hielo) y biológicos-botánicos (árboles y líquenes).

Estos registros aumentan el rango temporal de las inundaciones pretéritas en siglos, milenios e incluso decenas de milenios antes del presente; y permiten obtener información de la frecuencia y magnitud de inundaciones del pasado en lugares sin fuentes documentales ni cuencas aforadas. Así lo han entendido en los Estados Unidos de Norteamérica, donde es preceptivo su consulta y uso (Harden et al., 2021).

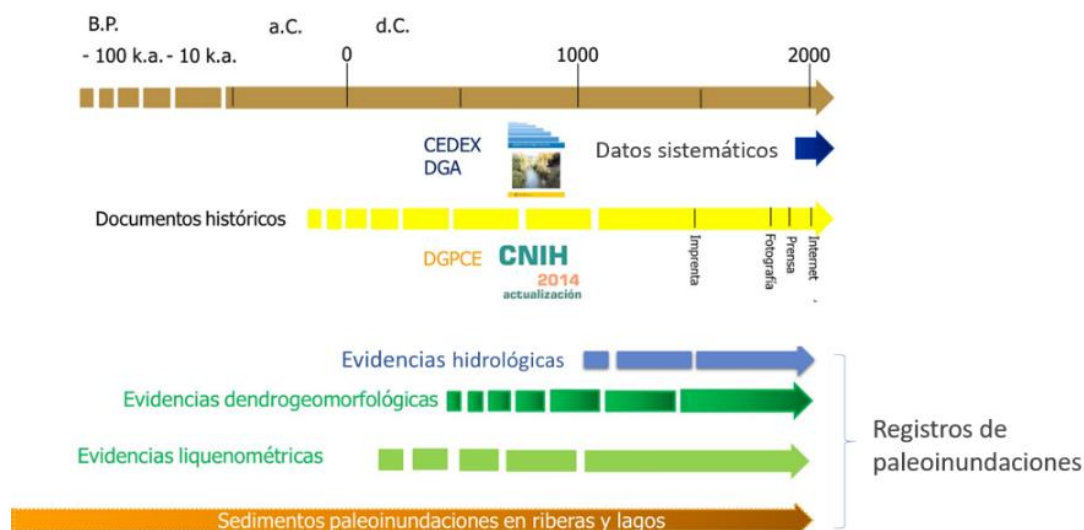


Figura 38: Fuentes de registros e inundaciones pretéritas y ventanas temporales relacionadas

El registro de paleoinundaciones publicado en España

En España se han hecho estudios de paleoinundaciones registradas en elementos naturales desde hace décadas y, de hecho, en la década 1996-2005 se elaboraron dos bases de datos de registros de paleoinundaciones para la cuenca del Tago (PaleoTagus) y para las cuencas internas de Cataluña (SPHERE-GIS).

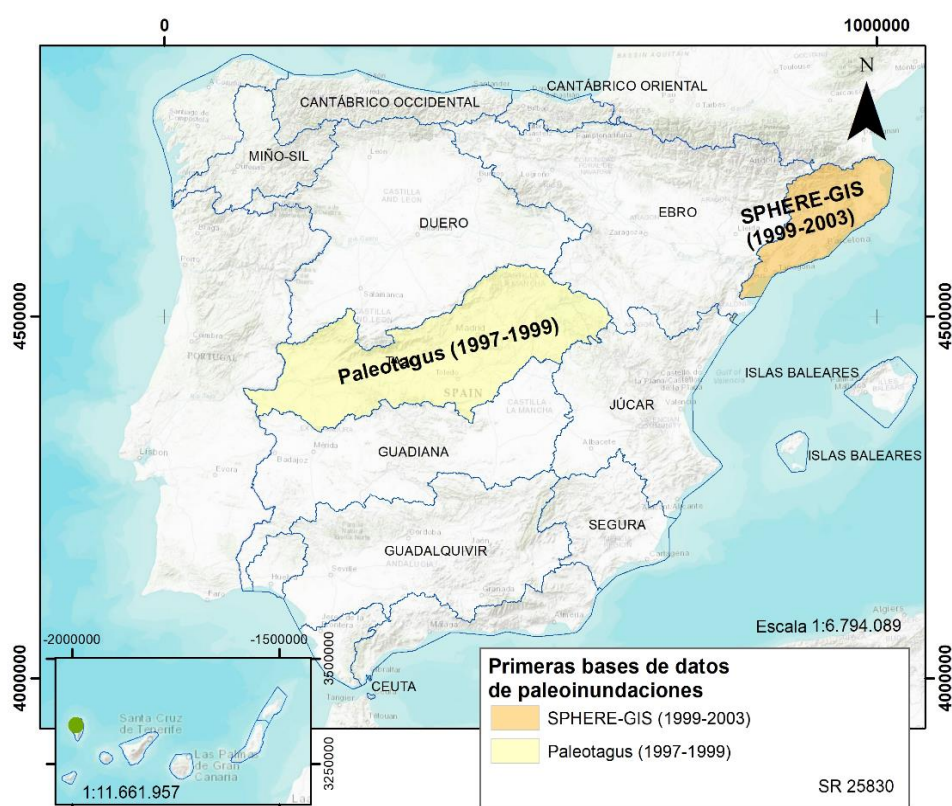


Figura 39: El registro de paleoinundaciones publicado en España

Pero en las últimas tres décadas la investigación científica y desarrollo técnico en España han sido de tal magnitud (Jiménez Álvarez, Coord., 2021), que varios equipos de centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), fundamentalmente del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), Instituto Geológico y Minero de España (IGME) e Instituto de Geociencias (IGEO), y varias universidades españolas (UCM, UCLM, UAM, UJ...) y extranjeras (UBern), han publicado más de 126 textos científicos y técnicos: 117 artículos de revistas (sobre todo internacionales en inglés), 5 capítulos de libros y 4 informes técnicos.

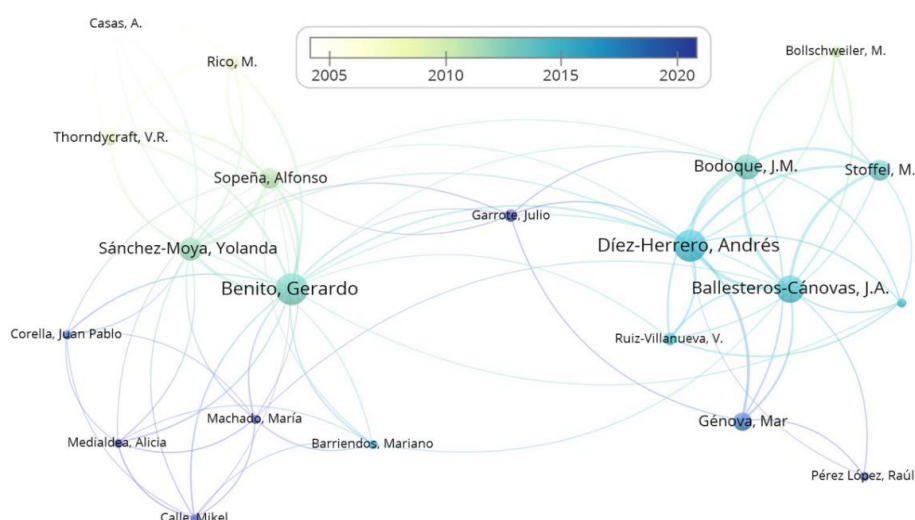


Figura 40: Investigación científica en paleoinundaciones

PaleoRiada: la base de datos georrefenciada de paleoinundaciones publicadas en España

La Dirección General del Agua (DGA, MTERD), conocedora de la existencia de esta importante fuente de información útil para los organismos de cuenca en la revisión del tercer ciclo de la EPRI, pero difícilmente accesible por encontrarse en publicaciones muy especializadas, en inglés y no fácilmente comprensible salvo para los expertos, encargó al Instituto Geológico y Minero (IGME, CSIC) que en colaboración con el MNCN (a través de la Subvención de la DGA al CSIC para investigación) buscara todas esas publicaciones sobre paleoinundaciones en España, extrajera la información de interés técnico y elaborase una base de datos georreferenciada de utilidad para la comunidad técnica de gestores del agua (organismos de cuenca, empresas consultoras, autoridades de protección civil, etc.).

PaleoRiada ha sido diseñada partiendo de un modelo conceptual que comprende tres grupos de entidades que describen las fuentes de información y características temáticas y espaciales de los registros de paleoinundaciones. Estos tres grupos son: (i) Entidades relacionadas de Datos Básicos (BDE); (ii) Entidades relacionadas Geoespaciales (GSE); y (iii) Entidades relacionadas con información Hidrológica (HIE). Esta estructura conceptual busca (a través de los dos primeros grupos de entidades) almacenar, en cada una de las entradas de la base de datos, información temporal, tipológica y espacial de los registros de paleoinundaciones (como requisito mínimo). Adicionalmente, el tercer grupo de entidades (opcional) ofrece la posibilidad de incorporar información hidrológica a cada registro. La información espacial almacenada en cada entrada de la base de datos incluye tanto la información geográfica general (corriente fluvial asociada, región, cuenca hidrográfica, entre

otros), como una relación que permite conocer la localización del registro (almacenada en un fichero vectorial tipo punto).

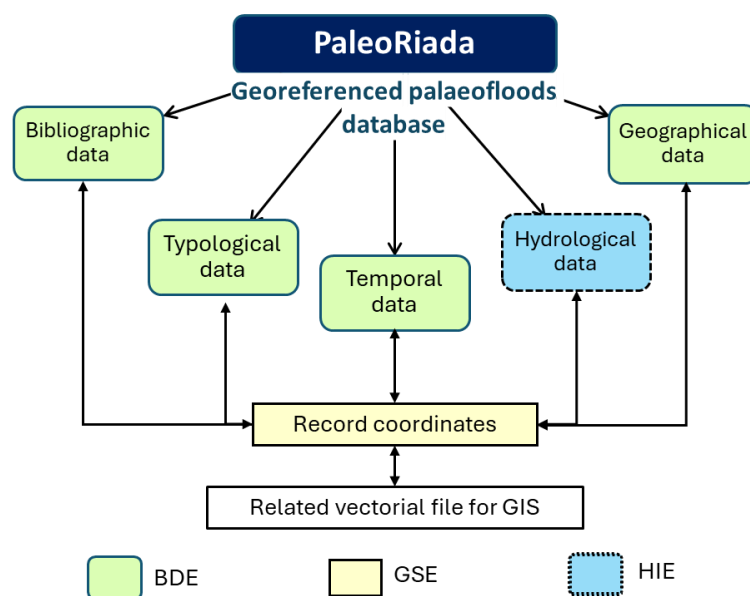


Figura 41: Modelo de base de datos de PaleoRiadas

Las tablas de información básica almacenan la información alfanumérica que describe el registro de paleoinundación en los siguientes términos: (i) geográficos (unidades administrativas e hidrográficas en las que está localizado el registro y localidad de muestreo de la evidencia); (ii) tipológicos (tipo y descripción de la evidencia a partir de la cual se identifica y data el registro); (iii) temporales (edad de la evidencia de paleoinundación asociada al registro, método de datación, e incertidumbre en la estimación de la edad, entre otros); y (iv) bibliográficos (fuentes, autores y año de publicación de los registros). Dentro de este grupo de tablas, se encuentra el campo identificador de los registros de paleoinundaciones (ID), el cual contiene el *primary key* (PK) de cada uno de los registros ingresados en la base de datos. Este *primary key* relaciona los registros de paleoinundaciones con la información almacenada en los grupos de tablas espacial e hidrológica.

Las tablas de información espacial contienen la información relacional y espacial (coordenadas) que localiza los registros. Estas tablas relacionan los registros de paleoinundaciones con los puntos almacenados en el fichero vectorial. Esta relación se asignó teniendo en cuenta la posibilidad de que varios registros pudiesen estar asociados a un mismo punto (relación muchos a uno M:N), pues el conjunto de datos incluía en muchos casos puntos de muestreo con registros de paleoinundaciones sucesivas en un mismo lugar con coordenadas idénticas. De este modo, cada punto de localización de los registros tiene un identificador (idpoint en la tabla de información espacial) relacionado con uno o más identificadores de registro (ID en la tabla de información básica).

Por último, las tablas de información hidrológica almacenan datos de descargas, niveles y velocidades estimadas o registradas, además de información específica extraída de las publicaciones (datos de precipitaciones, métodos de estimación e incertidumbre de los valores de descarga). Las entradas de estas tablas también están relacionadas (relación M:N) con los registros de paleoinundaciones a través de los identificadores de registro (ID en

la tabla BIT). En este caso, este tipo de relación M:N se asignó teniendo en cuenta la posibilidad de que un mismo registro de paleoinundación pudiese relacionarse con datos hidrológicos provenientes de más de una fuente de información o método de estimación.

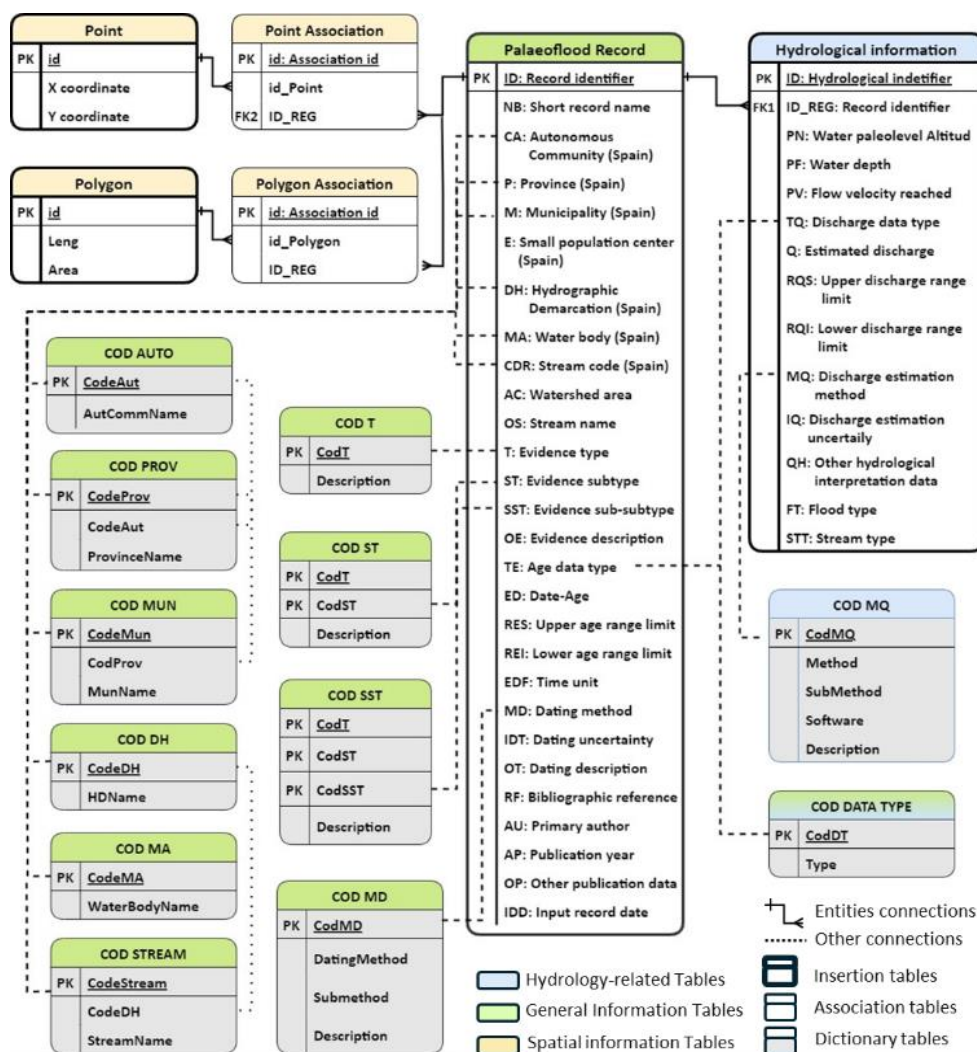
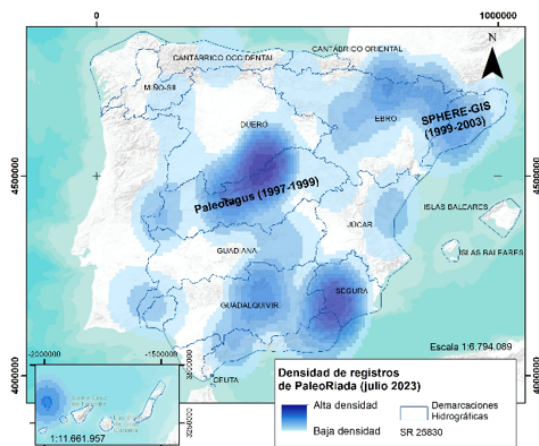


Figura 42: Relación de tablas de Paleoriadas

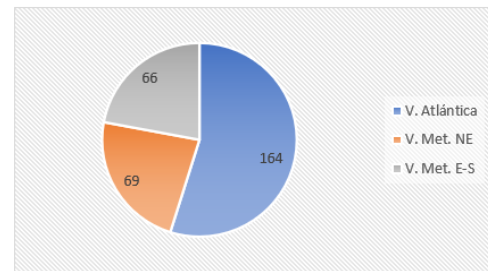
Los registros de PaleoRiada en la actualidad (julio 2024)

En la actualidad (a fecha de julio de 2024) la base de datos PaleoRiada tiene implementado un total de **299 registros de paleoinundaciones** publicados sobre el territorio español, que se distribuyen espacio-temporalmente de la siguiente manera:

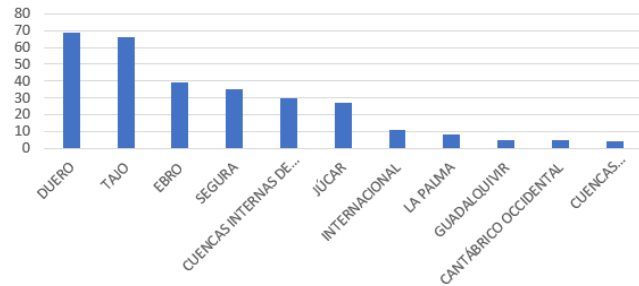
Densidad espacial de registros



Cuencas vertientes a mares y océanos



Demarcaciones Hidrográficas



Comunidades Autónomas



Provincias

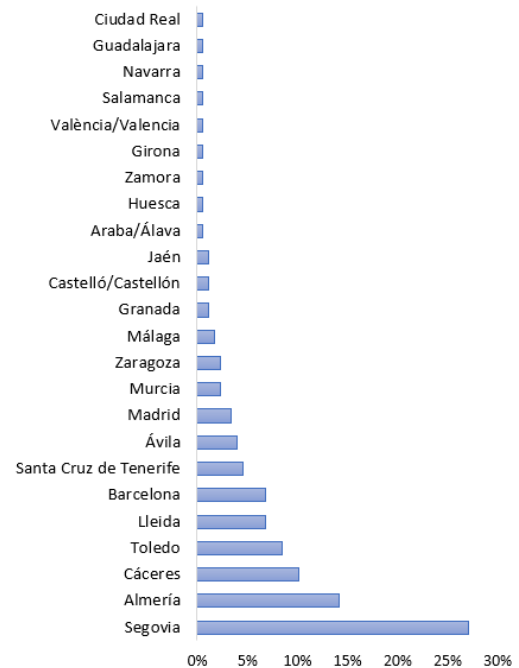
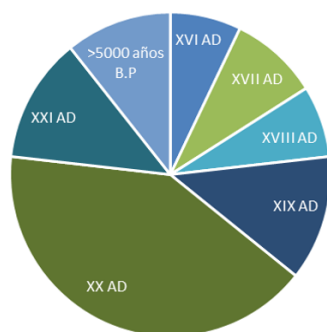


Figura 43: Distribución espacio-temporal de registros de paleoinundaciones publicados sobre el territorio español

Temporalidad de los registros de paleoinundaciones

Distribución temporal de los registros



Entre 97.000 años BP y el año 2014 CE

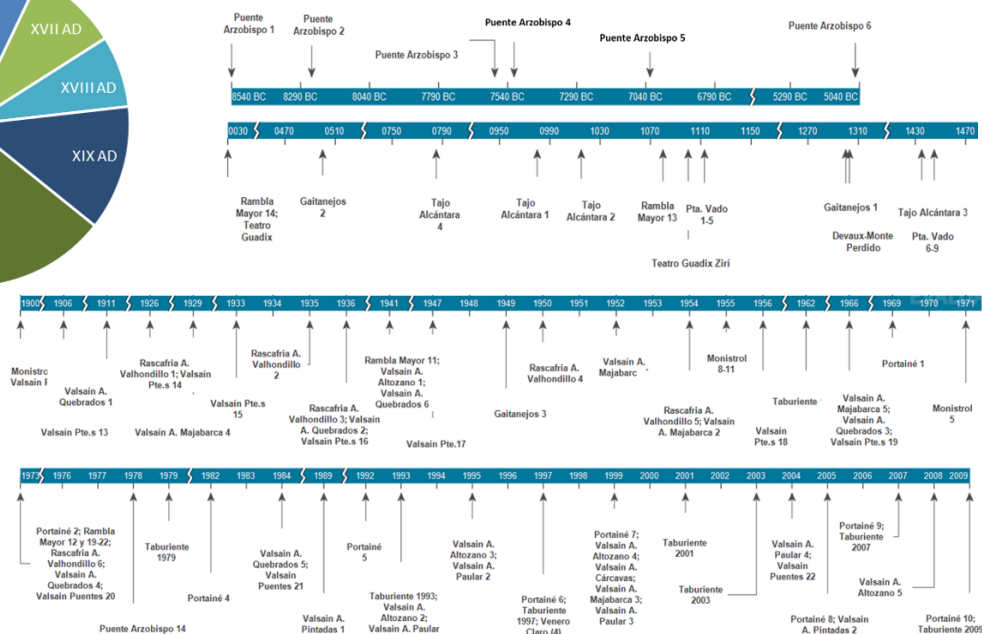


Figura 44: Temporalidad de los registros de paleoinundaciones

El visor cartográfico de PaleoRiada

Para facilitar la consulta y uso de la base de datos georreferenciada, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC) ha puesto a disposición de los organismos de cuenca y empresas consultoras un **visor cartográfico soportado en la aplicación ArcGIS online**, que permite la consulta y análisis de la información de todas las tablas y registros simplemente con una conexión a Internet, sin necesidad de disponer de licencia de dicha aplicación. Además, su uso con menús de capas y persianas desplegadas de los registros es muy intuitivo y común a cualquier otro visor cartográfico, como el del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

Para ello basta con poner en el navegador la siguiente dirección URL:

<https://sgaicsic.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=047e3ddb46354f5785e59ff06c2cd5eb>

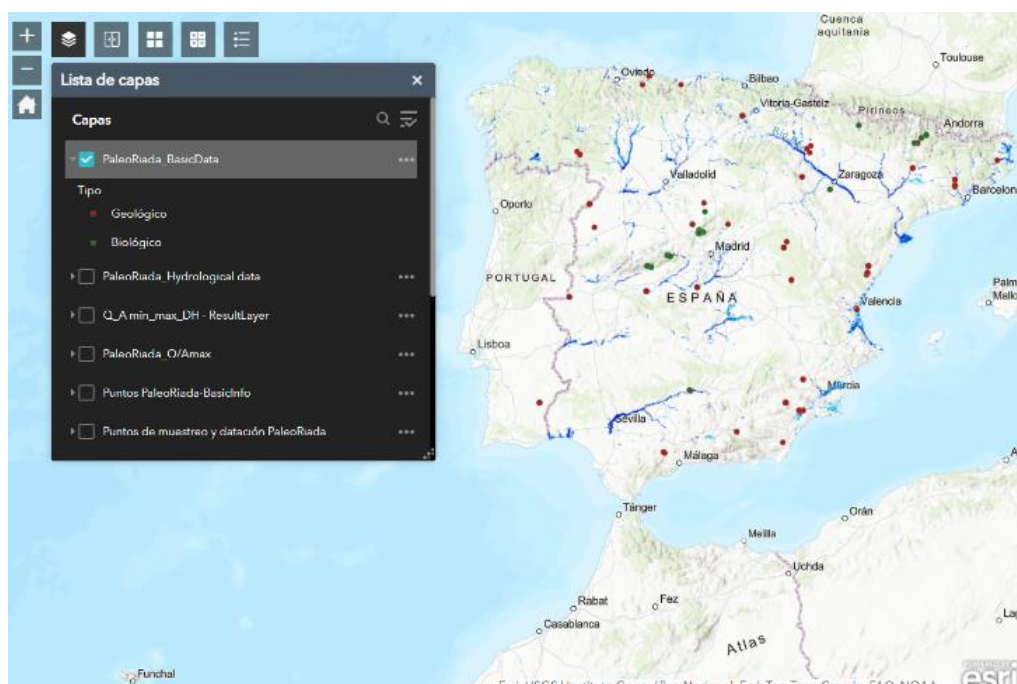


Figura 45: Visor de PaleoRiadas

Igualmente se ha creado una **página web-blog** en la que se actualizarán las novedades de nuevos registros, funcionalidades de la base de datos o publicaciones divulgativas de su uso y aplicación: www.inundacion.es/paleoriada/

Los registros de PaleoRiada en la Demarcación Hidrográfica del Tajo

La demarcación hidrográfica del Tajo es uno de los territorios con más registros publicados de paleoinundaciones.

En el visor cartográfico de PaleoRiada se han localizado 77 registros que se agrupan en un total de 14 zonas.



Figura 46: Localización de los registros en el visor de PaleoRiada de la demarcación del Tajo.

Se han analizado todas las zonas para ver si dicha información puede complementar la información recopilada y confirmar la creación de una nueva ARPSI en la Demarcación. A continuación, se incluye una tabla con las principales observaciones de cada zona.

Localidad	Nº Reg	DatosQ	Tipo	ARPSI	NO ARPSI	OBSERVACIONES
Puente Arzobispo	14	SI	Geológica		ES030-X-10-15	2 km aguas arriba se localiza el núcleo de "El Puente del Arzobispo" declarado ARPSI ES030-33-10-01. La zona de los registros se localiza 200 m aguas abajo un tramo NO ARPSI ya simulado (ES030-X-10-15 Río Tajo en Alcolea de Tajo, El Puente del Arzobispo, Villar del Pedroso). No existe vulnerabilidad en zonas cercanas.
Pta. Vado	15	SI	Geológica	ES030-21-06-01		Ciudad de Toledo. Ya es ARPSI (ES030-21-06-01 Toledo)
Tajo 1	3	SI	Geológica			Río Tajo cerca de la frontera con Portugal. Zona sin vulnerabilidad aguas abajo del embalse de Jose María de Oriol - Alcántara II
Tajo 2	1	SI	Geológica			A 500 metros del punto anterior.
Jarama	1	NO	Geológica		ES030-X-04-1-34	Río Jarama en Casa de Uceda, Puebla de Valles, Retiendas, Tortuero, Uceda, Valdepeñas de la Sierra, Valdesotos. Zona NO ARPSI ya simulada sin vulnerabilidad de importancia.
Venero Claro 1	1	SI	Biológica	ES030-16-05-06		Zona en el río Villar, en el paraje Venero Claro, a 500 metros de la confluencia con el Río Alberche en el ARPSI ES030-16-05-06 Río Alberche en Navaluenga 2.
Venero Claro 2	3	SI	Biológica			Mismo cauce que el anterior, pero en cabecera, sin vulnerabilidad alrededor
Rascafría A.	6	NO	Biológica			Zona de cabecera del Arroyo Valhondillo. No es una zona vulnerable.
Arenal Arenas	13	SI	Biológica	ES030-25-07-08		Río Arenal en núcleo de Arenas de San Pedro Ya es ARPSI:

Localidad	Nº Reg	DatosQ	Tipo	ARPSI	NO ARPSI	OBSERVACIONES
						ES030-25-07-08 Río Arenal
Navaluenga	8	SI	Biológica	ES030-16-05-05		Río Alberche en Navaluenga, ya en ARPSI ES030-16-05-05 Río Alberche en Navaluenga 1
Pelayo 1	1	SI	Biológica			Zona de cabecera en vertiente Pelayo y Vertiente Galayos sin vulnerabilidad alrededor. Aguas abajo hay algún camping.
Pelayo 2	6	SI	Biológica			Zona cercana a la anterior
Lago Taravilla	1	NO	Geológica			Laguna. No es una zona vulnerable
Lago Tobar	4	NO	Geológica			Laguna. No es una zona vulnerable

Tabla 12: Análisis de las zonas con registros de paleoinundaciones en el visor de PaleoRiada localizadas dentro de la demarcación hidrográfica del Tajo.

La conclusión del análisis realizado es que todas las zonas se ubican en puntos de escasa vulnerabilidad, incluso algunos de ellos en zonas de cabecera totalmente. Se analiza a continuación a modo de ejemplo la localizada en el paraje de Venero Claro, cerca del núcleo de Navaluenga (Ávila).

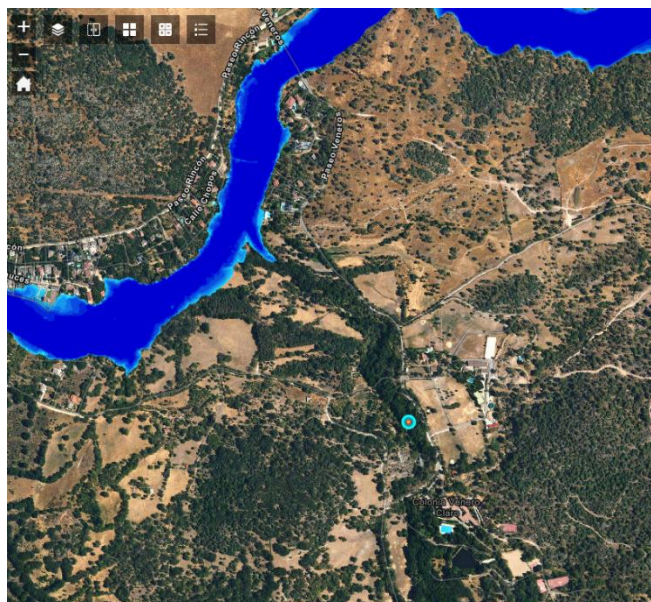


Figura 47: Ubicación de Paleoriada en Navaluenga

Las avenidas súbitas en esta zona, provocadas por el arroyo Cabrera, han sido frecuentes en el pasado. Por los documentos en prensa escrita y los registros de precipitaciones sabemos que hubo grandes riadas en Venero Claro en enero de 1956, en diciembre de 1989 y en diciembre de 1997, coincidiendo también con avenidas del Alberche que produjeron inundaciones en Navaluenga.

Concretamente en la de 1997, en la Colonia de Venero Claro se produjeron importantes daños en un antiguo puente, la incineradora de residuos, el embalse de abastecimiento de agua, caminos y zonas ajardinadas próximas a la piscina.

Con posterioridad al evento de 1997 y al estudio hidrológico y geomorfológico de Díez-Herrero (2001), decenas de estudios y trabajos científico-técnicos han investigado en detalle

esta cuenca y sobre este evento torrencial, que es uno de los mejor caracterizados e interpretados de España.

A pesar de la recurrencia de inundaciones y el registro de paleoinundación es una zona, como las otras detectadas, cuya vulnerabilidad no ha sido considerada suficiente hasta la fecha para establecer este cauce como una nueva ARPSI.

5 Resultados y propuesta de actualización de las áreas de riesgo potencial significativo de inundación

Una vez analizados los tramos ARPSIS de los ciclos anteriores, así como las inundaciones de los últimos años, tal y como se expone en el apartado de metodología de la presente memoria, se ha considerado adecuada la ampliación de dos (2) tramos de ARPSIS e incorporado seis (6) tramos nuevos respecto a los ciclos anteriores. En resumen, resultan 33 ARPSIS con un total de 227 tramos, que suman una longitud de 609,263 km en los que se considera que existe un riesgo significativo de inundación que se distribuyen de la siguiente manera:

- Los 221 tramos ya incluidos en la EPRI del ciclo anterior, con una longitud conjunta de 585,228 km, se han mantenido íntegramente en la revisión y actualización del tercer ciclo por considerar que se mantienen las condiciones que provocaron su calificación de ARPSI.
- 2 prolongaciones de tramos existentes:
 - Tramo 5 del ARPSI ES030-17-05: Río Alberche en Aldea del Fresno (Madrid), que se prolonga hacia aguas arriba en una longitud de 5,760 km, pasando a tener una longitud total de 7,031 km.
 - Tramo 7 de la ARPSI ES030-30-08: Arroyo de Valdeciervo en Zarza de Granadilla (Cáceres), que se prolonga aguas abajo en una longitud de 0,759 km, pasando a tener una longitud total de 1,421 km.
- 6 nuevos tramos que se han añadido en la revisión y actualización de la EPRI, con una longitud conjunta de 17,516 km.

Tal y como se justifica en el apartado 3 de esta Memoria, todos estos tramos se seleccionaron por presentar riesgo de inundación de origen fluvial.

En la tabla de la página siguiente se han relacionado las principales características de los seis (6) nuevos tramos catalogados inicialmente como ARPSI en este tercer ciclo, así como de los dos (2) ampliados:

CÓDIGO	CAUCE	CUENCA	TÉRMINOS MUNICIPALES	L tramo (km)
NUEVOS TRAMOS				
ES030-15-04.2-07	Arroyo de la Cabeza	04-02-GUADARRAMA	El Álamo	3,067
ES030-17-05-08	Río Perales	05 ALBERCHE	Aldea del Fresno	2,044
ES030-17-05-09	Arroyo Grande	05 ALBERCHE	Aldea del Fresno	2,947
ES030-17-05-10	Arroyo Grande	05 ALBERCHE	Villamanta, Navalcarnero	5,563
ES030-17-05-11	Arroyo del Corcho	05 ALBERCHE	Las Navas del Marqués	1,859
ES030-18-05-05	Arroyo Marigarcía	05 ALBERCHE	Otero	2,036
TRAMOS AMPLIADOS				
ES030-17-05-05	Río Alberche	Alberche	Aldea del Fresno	7,031
ES030-30-08-07	Arroyo Valdeciervo	Aragón	Zarza de Granadilla	1,421

Tabla 13: Relación de nuevos ARPSIS identificados en la revisión de la EPRI.

El número de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) se mantiene en 33, a cada una de las cuales se le asigna un código compuesto en primer lugar, por la matrícula identificativa de la Demarcación del Tajo (ES030), a continuación, un número ordinal del 01 al 33 y, por último, el número de la cuenca en la que se integra.

En la tabla siguiente se relacionan las 33 ARPSIS, indicando la cuenca en la que se sitúan, el número de tramos que la componen y la longitud total de cauces de cada una de ellas, remarcando las modificaciones para este ciclo sombreándolas en azul.

CÓDIGO ARPSI	CUENCA	Nº Tramos	Longitud (km)
ES030-01-01	Cabecera	14	15,274
ES030-02-01	Cabecera	3	2,793
ES030-03-01	Cabecera	3	39,515
ES030-04-01	Cabecera	3	38,233
ES030-05-02	Tajuña	10	13,008
ES030-06-03	Henares	9	10,980
ES030-07-03	Henares	12	25,008
ES030-08-03	Henares	3	15,002
ES030-09-03	Henares	5	6,544
ES030-10-04.1	Jarama	11	15,559
ES030-11-04.1	Jarama	9	28,327
ES030-12-04.1	Jarama	8	47,776
ES030-13-04.2	Guadarrama	10	18,527
ES030-14-04.2	Guadarrama	4	14,102
ES030-15-04.2	Guadarrama	7	13,434
ES030-16-05	Alberche	10	12,523
ES030-17-05	Alberche	11	33,284
ES030-18-05	Alberche	5	19,485
ES030-19-06	Tajo Izquierda	7	12,752
ES030-20-06	Tajo Izquierda	4	4,950
ES030-21-06	Tajo Izquierda	2	25,725
ES030-22-06	Tajo Izquierda	3	4,978
ES030-23-06	Tajo Izquierda	8	16,805
ES030-24-06	Tajo Izquierda	6	6,014
ES030-25-07	Tiétar	13	18,593
ES030-26-07	Tiétar	6	14,546
ES030-27-07	Tiétar	4	17,373
ES030-28-08	Alagón	9	8,988
ES030-29-08	Alagón	3	34,039
ES030-30-08	Alagón	7	10,960
ES030-31-08	Alagón	5	39,959
ES030-32-09	Árrago	6	11,707
ES030-33-10	Bajo Tajo	8	12,500
TOTAL		227	609,263

Tabla 14: Relación de ARPSIS (3.º ciclo)

La situación de estos tramos ARPSIs en el territorio de la Demarcación se puede apreciar en la siguiente figura, donde se han distinguido los tramos de ARPSI de los ciclos anteriores (color marrón) de los del tercer ciclo (color verde).

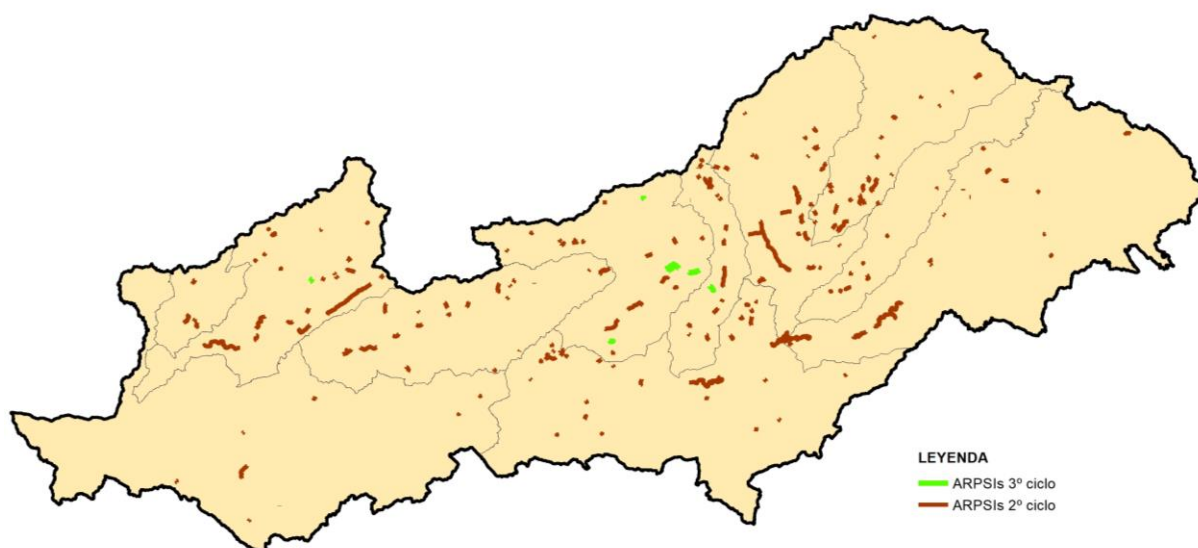


Figura 48: Tramos de ARPSI definidos en la EPRI de la D.H. del Tajo

A continuación se incluye un listado en el que se han reflejado las características más destacables de los 227 tramos de ARPSIs definidos en la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación en la Demarcación Hidrográfica del Tajo. En concreto, se aporta la siguiente información de cada tramo:

- Código de la ARPSI
- Número de tramo
- Cauce
- Municipio o municipios en los que se desarrolla el tramo
- Provincia
- Longitud del tramo en kilómetros

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
ES030-01-01	1	Cabecera	Río Gallo	Molina de Aragón	Guadalajara	1,265
	2	Cabecera	Arroyo de la Cava	Molina de Aragón	Guadalajara	2,019
	3	Cabecera	Río Tajo	Trillo	Guadalajara	2,847
	4	Cabecera	Arroyo de la Cuesta	Cifuentes	Guadalajara	0,419
	5	Cabecera	Barranco de la Malena	Cifuentes	Guadalajara	0,586
	6	Cabecera	Río Cifuentes	Cifuentes	Guadalajara	0,497
	7	Cabecera	Río Cifuentes	Trillo	Guadalajara	0,446
	8	Cabecera	Barranco de Valdenaya	Trillo	Guadalajara	2,665
	9	Cabecera	Río Trabaque	Albalate de las Nogueras	Cuenca	1,233
	10	Cabecera	Barranco del Durón	Durón	Guadalajara	0,620
	11	Cabecera	Arroyo de Saucejo	Chillarón del Rey	Guadalajara	0,500
	12	Cabecera	Barranco de los Pozos	El Recuenco	Guadalajara	0,704
	13	Cabecera	Arroyo Innominado	El Recuenco	Guadalajara	0,633
	14	Cabecera	Bco. del Corzo	Priego	Cuenca	0,840
ES030-02-01	1	Cabecera	Arroyo Innominado	Alhóndiga	Guadalajara	0,469
	2	Cabecera	Río Tajo	Pastrana	Guadalajara	1,649
		Cabecera		Almonacid de Zorita	Guadalajara	
		Cabecera		Zorita de los Canes	Guadalajara	
	3	Cabecera	Río Tajo	Zorita de los Canes	Guadalajara	0,675
ES030-03-01	1	Cabecera	Río Tajo	Illana	Guadalajara	24,210
		Cabecera		Barajas de Melo	Cuenca	
		Cabecera		Almoguera	Guadalajara	
		Cabecera		Estremera	Madrid	
		Cabecera		Fuentidueña de Tajo	Madrid	
		Cabecera		Santa Cruz de la Zarza	Toledo	
	2	Cabecera	Río Tajo	Santa Cruz de la Zarza	Toledo	9,526
		Cabecera		Villamanrique de Tajo	Madrid	
	3	Cabecera	Arroyo Salado	Barajas de Melo	Cuenca	5,779
		Cabecera		Estremera	Madrid	
ES030-04-01	1	Cabecera	Río Tajo	Aranjuez	Madrid	29,209
		Cabecera		Colmenar de Oreja	Madrid	
		Cabecera		Ocaña	Madrid	
		Cabecera		Seseña	Toledo	
		Cabecera		Borox	Toledo	
		Cabecera		Ontígola	Toledo	
	2	Cabecera	Río Jarama	Aranjuez	Madrid	7,322
		Cabecera		Seseña	Toledo	
	3	Cabecera	Arroyo Yesares	Aranjuez	Madrid	1,702
ES030-05-02	1	Tajuña	Río San Andrés	Yélamos de Abajo	Guadalajara	0,542
	2	Tajuña	Río Tajuña	Loranca de Tajuña	Guadalajara	0,782
	3	Tajuña	Río Tajuña	Orusco de Tajuña	Madrid	1,095

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
	4	Tajuña	Río Tajuña	Tielmes	Madrid	3,357
	5	Tajuña	Río Tajuña	Perales de Tajuña	Madrid	1,755
	6	Tajuña	Río Tajuña	Morata de Tajuña	Madrid	1,111
	7	Tajuña	Arroyo del Val	Villar del Olmo	Madrid	0,617
	8	Tajuña	Arroyo Juncal	Orusco de Tajuña	Madrid	1,396
	9	Tajuña	Arroyo de la Vega	Valdilecha	Madrid	1,473
	10	Tajuña	Arroyo de la Vega del Lugar	Perales de Tajuña	Madrid	0,880
ES030-06-03	1	Henares	Río Henares	Sigüenza	Guadalajara	3,585
	2	Henares	Río Henares	Baides	Guadalajara	0,656
	3	Henares	Río Henares	Matillas	Guadalajara	0,539
	4	Henares	Río Henares	Espinosa de Henares	Guadalajara	2,026
				Fuencemillán	Guadalajara	
				Montarrón	Guadalajara	
	5	Henares	Río Cañamares	Medranda	Guadalajara	0,870
	6	Henares	Arroyo de la Hoya	Galve de Sorbe	Guadalajara	0,424
	7	Henares	Arroyo de Valmatón	Humanes de Mohernando	Guadalajara	0,981
ES030-07-03	8	Henares	Arroyo de Valdelalobera	Yunquera de Henares	Guadalajara	1,475
	9	Henares	Arroyo de la Vega	Guadalajara	Guadalajara	0,424
	1	Henares	Río Henares	Guadalajara	Guadalajara	7,400
	2	Henares	Río Henares	Chiloeches	Guadalajara	1,835
				Alovera	Guadalajara	
	3	Henares	Arroyo de Valdeuceda	Guadalajara	Guadalajara	0,765
	4	Henares	Arroyo de Cabanillas	Cabanillas del Campo	Guadalajara	2,645
	5	Henares	Arroyo de Valbuena	Cabanillas del Campo	Guadalajara	0,611
	6	Henares	Arroyo Valmoros	Alovera	Guadalajara	3,567
				Azuqueca de Henares	Guadalajara	
	7	Henares	Arroyo de las Mochas	Azuqueca de Henares	Guadalajara	2,414
				Alovera	Guadalajara	
ES030-08-03	8	Henares	Arroyo de Valles	Marchamalo	Guadalajara	2,696
	9	Henares	Barranco del Rejal	Chiloeches	Guadalajara	1,476
	10	Henares	Arroyo Valdeserrano	Villanueva de la Torre	Guadalajara	0,919
	11	Henares	Arroyo de la Calva	Villanueva de la Torre	Guadalajara	0,407
	12	Henares	Arroyo de las Monjas	Villanueva de la Torre	Guadalajara	0,273
	1	Henares	Río Henares	Alcalá de Henares	Madrid	9,524
	2	Henares	Arroyo de Camarmilla	Camarma de Esteruelas	Madrid	3,487
	3	Henares	Arroyo de Camarmilla	Alcalá de Henares	Madrid	1,991
ES030-09-03	1	Henares	Arroyo del Charco del Muerto	Fresno de Torote	Madrid	1,089
	2	Henares	Arroyo de la Huelga	Ajalvir	Madrid	1,648
	3	Henares	Arroyo de las Culebras	Ajalvir	Madrid	0,763
				Paracuellos de Jarama	Madrid	
	4	Henares	Arroyo de Valdenarros	Fresno de Torote	Madrid	2,082
ES030-10-	5	Henares	Arroyo Valdebecerro	Ribatejada	Madrid	0,962
	1	Jarama	Arroyo del Sotillo	Alameda del Valle	Madrid	0,467

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
04.1	2	Jarama	Arroyo de Patones	Patones	Madrid	1,853
				Torremocha de Jarama	Madrid	
	3	Jarama	Arroyo Innominado	Uceda	Guadalajara	2,247
	4	Jarama	Arroyo Valdesalud	Uceda	Guadalajara	1,765
				Valdepiélagos	Madrid	
	5	Jarama	Arroyo de Valdelacoja	Uceda	Guadalajara	0,837
				Valdepiélagos	Madrid	
	6	Jarama	Río Guadalix	Algete	Madrid	2,542
				Colmenar Viejo	Madrid	
				San Sebastián de Los Reyes	Madrid	
	7	Jarama	Río Lozoya	Lozoya	Madrid	0,111
				Gargantilla de Lozoya y Pinilla	Madrid	
				Canencia	Madrid	
ES030-11-04.1	1	Jarama	Río Jarama	Torrelaguna	Madrid	1,280
				Torrelaguna	Madrid	
				Torrelaguna	Madrid	
	2	Jarama	Río Jarama	Talamanca de Jarama	Madrid	0,481
				Talamanca de Jarama	Madrid	
				Talamanca de Jarama	Madrid	
	3	Jarama	Río Jarama	El Casar	Guadalajara	1,694
				El Casar	Guadalajara	
	4	Jarama	Arroyo de Matachivos	Talamanca de Jarama	Madrid	2,282
				Talamanca de Jarama	Madrid	
	5	Jarama	Arroyo de Valtorón	El Casar	Guadalajara	2,282
				Talamanca de Jarama	Madrid	
ES030-12-04.1	1	Jarama	Río Manzanares	Paracuellos de Jarama	Madrid	4,129
				Alcobendas	Madrid	
				Madrid	Madrid	
	2	Jarama	Río Jarama	San Fernando de Henares	Madrid	3,968
				Madrid	Madrid	
				Coslada	Madrid	
	3	Jarama	Río Jarama	Arganda del Rey	Madrid	3,684
				Rivas-Vaciamadrid	Madrid	
	4	Jarama	Arroyo del Valle	Cobefia	Madrid	1,625
	5	Jarama	Arroyo de la Vega	Alcobendas	Madrid	5,301
				San Sebastián de Los Reyes	Madrid	
	6	Jarama	Arroyo de Vilches	Arganda del Rey	Madrid	0,974
	7	Jarama	Río Jarama	Algete	Madrid	6,700
				San Sebastián de Los Reyes	Madrid	
	8	Jarama	Arroyo de Rejas	Madrid	Madrid	1,311
	9	Jarama	Barranco del Monte Bajo	Torres de la Alameda	Madrid	0,635
ES030-12-04.1	1	Jarama	Río Manzanares	Madrid	Madrid	29,006
				Getafe	Madrid	
	2	Jarama	Arroyo de Chozas	Soto del Real	Madrid	1,975
	3	Jarama	Río Navacerrada	Becerril de la Sierra	Madrid	2,166
				Moralzarzal	Madrid	
	4	Jarama	Arroyo de Pozuelo	Pozuelo de Alarcón	Madrid	7,117
				Madrid	Madrid	
	5	Jarama	Arroyo de Tajapiés	Fuenlabrada	Madrid	2,569

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
	6	Jarama	Arroyo de la Angostura	El Boalo	Madrid	2,043
				Moralzarzal	Madrid	
	7	Jarama	Arroyo del Mediano	Soto del Real	Madrid	0,740
	8	Jarama	Arroyo del Culebro	Fuenlabrada	Madrid	2,160
				Getafe	Madrid	
ES030-13-04.2	1	Guadarrama	Río Guadarrama	Cercedilla	Madrid	1,382
	2	Guadarrama	Río Guadarrama	Los Molinos	Madrid	1,535
	3	Guadarrama	Arroyo de Majaltobar	Los Molinos	Madrid	0,422
	4	Guadarrama	Río Guadarrama	Guadarrama	Madrid	1,519
	5	Guadarrama	Río Guadarrama	Collado Villalba	Madrid	2,852
				San Lorenzo de El Escorial	Madrid	
				El Escorial	Madrid	
				Galapagar	Madrid	
	6	Guadarrama	Arroyo de Los Linos	Guadarrama	Madrid	5,736
				Collado Mediano	Madrid	
				Alpedrete	Madrid	
				Guadarrama	Madrid	
	7	Guadarrama	Arroyo de Los Sauces	Collado Villalba	Madrid	2,754
				Alpedrete	Madrid	
	8	Guadarrama	Río Guadarrama	Galapagar	Madrid	0,948
	9	Guadarrama	Río Guadarrama	Galapagar	Madrid	1,052
	10	Guadarrama	Río Aulencia	El Escorial	Madrid	0,327
ES030-14-04.2	1	Guadarrama	Río Guadarrama	Villanueva del Pardillo	Madrid	2,470
				Villanueva de la Cañada	Madrid	
				Majadahonda	Madrid	
	2	Guadarrama	Río Guadarrama	Villanueva de la Cañada	Madrid	2,540
				Brunete	Madrid	
				Boadilla del Monte	Madrid	
				Villaviciosa de Odón	Madrid	
	3	Guadarrama	Río Guadarrama	Móstoles	Madrid	9,092
				Arroyomolinos	Madrid	
				Villaviciosa de Odón	Madrid	
				Navalcarnero	Madrid	
				Batres	Madrid	
ES030-15-04.2	1	Guadarrama	Río Guadarrama	Carranque	Toledo	1,140
				Casarrubios del Monte	Toledo	
				Serranillos del Valle	Madrid	
	2	Guadarrama	Río Guadarrama	El Viso de San Juan	Toledo	2,873
				Palomeque	Toledo	
	3	Guadarrama	Río Guadarrama	Recas	Toledo	2,500
				Yuncillos	Toledo	
	4	Guadarrama	Arroyo de Gadea	Camarena	Toledo	2,086

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
	5	Guadarrama	Arroyo de las Ventas	Camarena	Toledo	1,157
	6	Guadarrama	Arroyo de Camarenilla	Arcicóllar	Toledo	0,611
	7	Guadarrama	Arroyo de la Cabeza	El Álamo	Madrid	3,067
ES030-16-05	1	Alberche	Arroyo Chiquillo	Navalacruz	Ávila	0,737
	2	Alberche	Río Alberche	Burgohondo	Ávila	1,995
	3	Alberche	Arroyo Chiquillo	Burgohondo	Ávila	0,980
	4	Alberche	Garganta de la Hiedra	Burgohondo	Ávila	0,435
	5	Alberche	Río Alberche	Navaluenga	Ávila	2,524
	6	Alberche	Río Alberche	Navaluenga	Ávila	1,500
	7	Alberche	Arroyo del Chorrerón	Navaluenga	Ávila	1,299
	8	Alberche	Río de la Gaznata	Herradón de Pinares	Ávila	1,966
	9	Alberche	Arroyo Hontanilla	Navalacruz	Ávila	0,453
	10	Alberche	Arroyo de las Hoyuelas	San Martín del Pimpollar	Ávila	0,634
ES030-17-05	1	Alberche	Arroyo del Molino de la Presa	Pelayos de la Presa	Madrid	3,103
	2	Alberche	Arroyo de Marruecos	Pelayos de la Presa	Madrid	0,843
	3	Alberche	Arroyo de Colmenar	Colmenar del Arroyo	Madrid	2,896
	4	Alberche	Arroyo de Quijorna	Quijorna	Madrid	1,238
	5	Alberche	Río Alberche	Aldea del Fresno	Madrid	7,031
	6	Alberche	Río Alberche	Aldea del Fresno	Madrid	4,455
				Santa Cruz del Retamar	Toledo	
				Villa del Prado	Madrid	
	7	Alberche	Arroyo de Valdegotera	Méntrida	Toledo	1,305
	8	Alberche	Río Perales	Aldea del Fresno	Madrid	2,044
	9	Alberche	Arroyo Grande	Aldea del Fresno	Madrid	2,947
	10	Alberche	Arroyo Grande	Villamanta	Madrid	5,563
				Navalcarnero	Madrid	
	11	Alberche	Arroyo del Corcho	Las Navas del Marqués	Ávila	1,859
ES030-18-05	1	Alberche	Río Alberche	Santa Cruz del Retamar	Toledo	6,614
				Escalona	Toledo	
	2	Alberche	Arroyo de la Guadamilla	Santa Cruz del Retamar	Toledo	1,206
				Escalona	Toledo	
	3	Alberche	Río Alberche	Hormigos	Toledo	8,442
				El Casar de Escalona	Toledo	
				Nombela	Toledo	
	4	Alberche	Arroyo de Palancar	Domingo Pérez	Toledo	1,187
ES030-19-06	1	Tajo Izquierda	Arroyo de la Peñuela	Torrejón de Velasco	Madrid	1,154
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de las Cárcavas	Casarrubuelos	Madrid	1,874
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de las Cárcavas	Illescas	Toledo	1,171
	4	Tajo Izquierda	Arroyo Viñuelas	Illescas	Toledo	1,472
	5	Tajo Izquierda	Arroyo del Cubo	Illescas	Toledo	1,061
	6	Tajo Izquierda	Arroyo de Guatén	Yeles	Toledo	3,790

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
		Tajo Izquierda		Numancia de la Sagra	Toledo	
	7	Tajo Izquierda	Arroyo de Tocenaque	Yuncler	Toledo	2,230
ES030-20-06	1	Tajo Izquierda	Arroyo del Valle	Villatobas	Toledo	1,408
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de Martín Román	Villasequilla	Toledo	0,818
	3	Tajo Izquierda	Arroyo Innominado	Villanueva de Bogas	Toledo	0,883
	4	Tajo Izquierda	Arroyo Innominado	Mora	Toledo	1,841
ES030-21-06	1	Tajo Izquierda	Río Tajo	Toledo	Toledo	23,955
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de la Degollada	Cobisa	Toledo	1,770
ES030-22-06	1	Tajo Izquierda	Arroyo de los Cañares	La Puebla de Montalbán	Toledo	2,678
	2	Tajo Izquierda	Barranco de Mesegar	Mesegar de Tajo	Toledo	0,639
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de Arriba	Cebolla	Toledo	1,661
ES030-23-06	1	Tajo Izquierda	Río Tajo	Talavera de la Reina	Toledo	5,225
	2	Tajo Izquierda	Río Alberche	Pepino	Toledo	3,142
				Cazalegas	Toledo	
				Talavera de la Reina	Toledo	
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de las Parras	Pepino	Toledo	0,808
				Talavera de la Reina	Toledo	
	4	Tajo Izquierda	Arroyo de Cornicabral	Talavera de la Reina	Toledo	0,662
	5	Tajo Izquierda	Arroyo de Berrenchín	Pepino	Toledo	1,363
				Talavera de la Reina	Toledo	
	6	Tajo Izquierda	Arroyo de La Portiña	Talavera de la Reina	Toledo	2,595
7	Tajo Izquierda	Río Tajo	Talavera de la Reina	Toledo	1,540	
			La Pueblanueva	Toledo		
8	Tajo Izquierda	Arroyo Bórrago	Talavera de la Reina	Toledo	1,470	
ES030-24-06	1	Tajo Izquierda	Río Cedena	Navahermosa	Toledo	1,051
				Los Navalmorales	Toledo	
	2	Tajo Izquierda	Arroyo de las Vegas	Los Navalmorales	Toledo	1,774
	3	Tajo Izquierda	Arroyo de Navajatas	San Martín de Pusa	Toledo	1,447
	4	Tajo Izquierda	Arroyo de Coreluera	Espinoso del Rey	Toledo	0,817
	5	Tajo Izquierda	Arroyo del Castaño	Espinoso del Rey	Toledo	0,489
6	Tajo Izquierda	Arroyo de Las Herencias	Las Herencias	Toledo	0,436	
ES030-25-07	1	Tiétar	Río Tiétar	Rozas de Puerto Real	Madrid	3,066
				Santa María del Tiétar	Ávila	
	2	Tiétar	Garganta del Pajarero	Santa María del Tiétar	Ávila	0,641
	3	Tiétar	Río Tiétar	Sotillo de la Adrada	Ávila	1,347
	4	Tiétar	Garganta de Majalobos	Sotillo de la Adrada	Ávila	1,090
	5	Tiétar	Río de Ramacastañas	Mombeltrán	Ávila	0,980
	6	Tiétar	Río de Ramacastañas	Arenas de San Pedro	Ávila	0,646
	7	Tiétar	Arroyo Innominado	Mombeltrán	Ávila	0,406
8	Tiétar	Río Arenal	El Hornillo	Ávila	4,715	

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
				Arenas de San Pedro	Ávila	
	9	Tiétar	Garganta de Santa María	Candeleda	Ávila	2,409
	10	Tiétar	Arroyo del Molinillo	Velada	Toledo	0,463
	11	Tiétar	Arroyo Viejo de Alcañizo	Alcañizo	Toledo	1,269
	12	Tiétar	Arroyo del Franquillo	La Adrada	Ávila	1,251
	13	Tiétar	Arroyo de Casas	Pedro Bernardo	Ávila	0,310
ES030-26-07	1	Tiétar	Río Tiétar	Madrigal de la Vera	Cáceres	1,425
				Oropesa	Toledo	
				Candeleda	Ávila	
	2	Tiétar	Río Tiétar	Valverde de la Vera	Cáceres	2,835
				Talayuela	Cáceres	
	3	Tiétar	Río Tiétar	Cuacos de Yuste	Cáceres	3,177
				Talayuela	Cáceres	
	4	Tiétar	Garganta de Alardos	Candeleda	Ávila	3,000
				Madrigal de la Vera	Cáceres	
	5	Tiétar	Garganta de Jaranda	Guijo de Santa Bárbara	Cáceres	3,800
				Jarandilla de la Vera	Cáceres	
	6	Tiétar	Arroyo Buitreras	Valverde de la Vera	Cáceres	0,309
ES030-27-07	1	Tiétar	Río Tiétar	Jaraíz de la Vera	Cáceres	8,387
				Casatejada	Cáceres	
				Majadas	Cáceres	
	2	Tiétar	Río Tiétar	Tejada de Tiétar	Cáceres	4,555
				Majadas	Cáceres	
				Toril	Cáceres	
	3	Tiétar	Arroyo Molinillo	Navalmoral de la Mata	Cáceres	2,614
	4	Tiétar	Arroyo Innominado	Tejada de Tiétar	Cáceres	1,817
ES030-28-08	1	Alagón	Río Alagón	Sotoserrano	Salamanca	0,696
	2	Alagón	Río Sangusín	Peromingo	Salamanca	0,756
	3	Alagón	Río Hurdano	Nuñomoral	Cáceres	3,195
	4	Alagón	Río Malvellido	Nuñomoral	Cáceres	0,294
	5	Alagón	Río de Los Ángeles	Pinofranqueado	Cáceres	1,022
				Casar de Palomero	Cáceres	
	6	Alagón	Arroyo de Pedrogordo	Mohedas de Granadilla	Cáceres	0,999
	7	Alagón	Río Hurdano	Nuñomoral	Cáceres	0,692
	8	Alagón	Arroyo Innominado 1	Caminomorisco	Cáceres	0,187
	9	Alagón	Arroyo Innominado 2	Caminomorisco	Cáceres	1,147
ES030-29-08	1	Alagón	Río Alagón	Montehermoso	Cáceres	8,835
				Valdeobispo	Cáceres	
				Galisteo	Cáceres	
	2	Alagón	Río Alagón	Montehermoso	Cáceres	3,007
				Galisteo	Cáceres	
	3	Alagón	Río Alagón	Coria	Cáceres	22,197
				Torrejuncillo	Cáceres	

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
				Portaje	Cáceres	
				Morcillo	Cáceres	
				Riolobos	Cáceres	
ES030-30-08	1	Alagón	Río Baños	Baños de Montemayor	Cáceres	1,515
	2	Alagón	Arroyo Innominado	Baños de Montemayor	Cáceres	0,938
	3	Alagón	Río Ambroz	Hervás	Cáceres	4,077
	4	Alagón	Garganta de la Buitrera	Gargantilla	Cáceres	0,902
	5	Alagón	Garganta de la Buitrera	Aldeanueva del Camino	Cáceres	0,596
	6	Alagón	Río Ambroz	La Granja	Cáceres	1,511
	7	Alagón	Arroyo de Valdeciervo	Zarza de Granadilla	Cáceres	1,421
ES030-31-08	1	Alagón	Río Jerte	Tornavacas	Cáceres	1,507
	2	Alagón	Río Jerte	Jerte	Cáceres	26,781
				Cabezuela del Valle	Cáceres	
				Navaconcejo	Cáceres	
				Rebollar	Cáceres	
				Valdastillas	Cáceres	
				Cabrero	Cáceres	
				Casas del Castañar	Cáceres	
				El Torno	Cáceres	
	3	Alagón	Río Jerte	Plasencia	Cáceres	7,294
	4	Alagón	Río Jerte	Plasencia	Cáceres	2,339
				Oliva de Plasencia	Cáceres	
	5	Alagón	Barranco de la Oliva	Oliva de Plasencia	Cáceres	2,038
ES030-32-09	1	Árrago	Río Árrago	Moraleja	Cáceres	0,851
				Huéлага	Cáceres	
	2	Árrago	Río Árrago	Moraleja	Cáceres	1,480
				Huéлага	Cáceres	
				Casas de Don Gómez	Cáceres	
	3	Árrago	Rivera de Gata	Gata	Cáceres	1,590
	4	Árrago	Río San Blas	Gata	Cáceres	0,685
	5	Árrago	Rivera de Gata	Moraleja	Cáceres	5,301
	6	Árrago	Arroyo de Patana	Huéлага	Cáceres	1,800
				Moraleja	Cáceres	
				Casas de Don Gómez	Cáceres	
ES030-33-10	1	Bajo Tajo	Río Tajo	El Puente del Arzobispo	Toledo	0,766
				Villar del Pedroso	Cáceres	
				Alcolea de Tajo	Toledo	
	2	Bajo Tajo	Arroyo de la Fuente del Madroño	Valdelacasa de Tajo	Cáceres	0,826
	3	Bajo Tajo	Arroyo del Pueblo o de Casa	Torrejón el Rubio	Cáceres	1,303
	4	Bajo Tajo	Arroyo de Santiago	Santiago del Campo	Cáceres	0,502
	5	Bajo Tajo	Arroyo de la Ribera del Marco	Cáceres	Cáceres	7,646
	6	Bajo Tajo	Rivera del Pueblo de Aliseda	Aliseda	Cáceres	0,729

ARPSI	TRAMO	CUENCA	CAUCE	MUNICIPIO	PROVINCIA	L (km)
	7	Bajo Tajo	Arroyo Innominado	Torremocha	Cáceres	0,112
	8	Bajo Tajo	Arroyo del Verdinal	Aldea del Cano	Cáceres	0,616

Tabla 15: Relación de tramos de ARPSIS (3.^{er} ciclo) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo

6 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.

Ballesteros Cánovas, J. B., Stoffel, M., Corona, C., Schraml, K., Gobiet, A., Tani, S., ... & Kaitna, R. (2016). Debris-flow risk analysis in a managed torrent based on a stochastic life-cycle performance. Science of the total environment, 557, 142-153.

Bathurst, J. C., Birkinshaw, S. J., Cisneros Espinosa, F., & Iroumé, A. (2017). Forest impact on flood peak discharge and sediment yield in streamflow. River System Analysis and Management, 15-29.

Beneyto, C.; Aranda, J.Á.; Francés, F. (2024). On the Use of Weather Generators for the Estimation of Low-Frequency Floods under a Changing Climate. Water 2024, 16, 1059. <https://doi.org/10.3390/w16071059>

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.

Bermúdez, M., Farfán, J. F., Willems, P., & Cea, L. (2021). Assessing the effects of climate change on compound flooding in coastal river areas. Water Resources Research, 57(10), e2020WR029321.

Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A., Perdigão, R. A., Parajka, J., Merz, B., ... & Živković, N. (2019). Changing climate both increases and decreases European river floods. Nature, 573(7772), 108-111.

Bonsoms, J., López-Moreno, J. I., & Alonso-González, E. (2023). Snow sensitivity to temperature and precipitation change during compound cold-hot and wet-dry seasons in the Pyrenees. The Cryosphere, 17(3), 1307-1326.

Cutillas-Lozano, L. G., López, M. S. C., Velasco, A. P., Andrés-Doménech, I., & Olcina-Cantos, J. (2023). Local-scale regionalisation of climate change effects on rainfall pattern: application to Alicante City (Spain). Theoretical and Applied Climatology, 154(1-2), 377-402.

EXCIMAP. (2007). Handbook on good practices for flood mapping in Europe. Excimap (European exchange circle on flood mapping).

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

Harden, T.M., Ryberg, K.R., O'Connor, J.E., Friedman, J.M., and Kiang, J.E. (2021): *Historical and paleoflood analyses for probabilistic flood-hazard assessments—Approaches and review guidelines*. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 4, chap. B6, 91 p., <https://doi.org/10.3133/tm4B6>.

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

Jiménez Álvarez, A. (Coord.; 2021): *Paleocrecidas y avenidas históricas y su aplicación a la seguridad hidrológica de las presas*. Monografías CEDEX, M-143, Madrid, 224 pp.

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-Estève, 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.

MITECO (2018). Inundaciones y Cambio Climático. Estudio y experiencias a nivel Europeo en el primer ciclo de la Directiva de Inundaciones. Madrid, 105 pp.

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.

Morin, S., Samacoïts, R., François, H., Carmagnola, C. M., Abegg, B., Demiroglu, O. C., ... & Cauchy, A. (2021). Pan-European meteorological and snow indicators of climate change impact on ski tourism. *Climate Services*, 22, 100215.

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,

Rodriguez-Lloveras, X., Buytaert, W., Benito, G., (2016). Land use can offset climate change induced increases in erosion in Mediterranean watersheds. *CATENA*, 143: 244-255.

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

Sanmiguel-Vallelado, A., López-Moreno, J. I., Morán-Tejeda, E., Alonso-González, E., Navarro-Serrano, F. M., Rico, I., & Camarero, J. J. (2020). Variable effects of forest canopies on snow processes in a valley of the central Spanish Pyrenees. *Hydrological Processes*, 34(10), 2247-2262.

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.

Vázquez-Tarrío, D., Ruiz-Villanueva, V., Garrote, J., Benito, G., Calle, M., Lucía, A., & Díez-Herrero, A. (2024). Effects of sediment transport on flood hazards: Lessons learned and remaining challenges. *Geomorphology*, 446. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108976>

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>.

7 ANEJOS