

Demarcación Hidrográfica del Segura

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO DE INUNDACIÓN. 2º CICLO

DOCUMENTO FINAL

DICIEMBRE 2018

VERSIÓN 5

Índice

MEMORIA

1	Introducción	1-1
1.1	Objeto	1-1
1.2	Marco normativo	1-2
1.3	Ámbito territorial	1-3
1.4	Resultados de la EPRI del 1.º ciclo	1-8
1.5	Recomendaciones de la Comisión Europea para la EPRI del 2.º ciclo	1-12
2	Resumen de las inundaciones ocurridas en el período 2011-agosto 2018	2-17
3	Metodología general para la revisión y actualización de la EPRI	3-20
3.1	Inundaciones de origen fluvial	3-21
3.1.1	Análisis de tramos a añadir a las ARPSIs del 1.º ciclo	3-21
3.1.1.1	Identificación de tramos y zonas potencialmente inundables	3-21
3.1.1.2	Estimación del área inundable en los tramos identificados	3-27
3.1.1.3	Estimación y valoración de los daños en cada tramo/zona	3-28
3.1.1.4	Clasificación de los tramos o zonas	3-30
3.1.1.5	Definición de umbrales e identificación de las áreas de riesgo potencial significativo de inundación	3-31
3.1.2	Análisis de tramos a eliminar ARPSI 1.º ciclo	3-32
3.2	Inundaciones de origen pluvial	3-34
3.2.1	Caracterización	3-34
3.2.1.1	Aspectos metodológicos	3-34
3.2.1.2	Estudio histórico (2005-2017)	3-36
3.2.1.3	Estudio topográfico	3-52
3.2.1.4	Caracterización hidrometeorológica de la Demarcación	3-58
3.2.2	Análisis preliminar del riesgo y conclusiones	3-65
3.3	Inundaciones debidas al mar	3-70
4	Incidencia del cambio climático en el riesgo de inundación	4-73
4.1	Estudio de la influencia del cambio climático en las inundaciones pluviales y fluviales	4-73
4.1.1	Estudio de los posibles cambios en las precipitaciones máximas diarias y evaluación de la incertidumbre	4-74
4.1.2	Definición de zonas y tramos con cambio relevante en la precipitación	4-77
4.1.3	Estudio cualitativo de los cambios en la ley de frecuencia de caudales	4-83
4.1.4	Cambio climático en otros factores que influyen en el riesgo de inundación.	4-88
4.1.5	Conclusiones de los efectos del cambio climático en el riesgo de inundación pluvial y fluvial	4-90
4.1.6	Consideraciones finales	4-92

4.2	Estudio de la influencia del cambio climático en las inundaciones debidas al mar.....	4-94
5	Resultados y propuesta de actualización de las áreas de riesgo potencial significativo de inundación	5-98
6	Consulta Pública.....	6-104
6.1	Análisis de las observaciones recibidas	6-104
7	Documentación y bibliografía	7-106

ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS

ANEXO 2. EPISODIOS HISTÓRICOS

ANEXO 3. ARPSIS

ANEXO 4. EPRI 1.^{er} CICLO

1 Introducción

1.1 Objeto

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), 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 Segura, correspondiente al 2.º ciclo de la Directiva de Inundaciones.

El proceso de revisión de la EPRI se ha concretado en la identificación y preselección de unas Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), conforme a las características de la cuenca, que en sucesivos apartados se exponen y desarrollan.

Siguiendo el mismo procedimiento administrativo derivado del artículo 7 del citado Real Decreto 903/2010, el resultado de la actualización y revisión de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación se ha sometido a consulta pública durante un plazo de tres meses. Durante este proceso se han recibido dos aportaciones sin implicaciones directas a la EPRI (ver apartado 6. Consulta Pública del presente documento).

Finalizado el plazo de consulta pública, la revisión de la EPRI se someterá al informe del Comité de Autoridades Competentes regulado en el Real Decreto 126/2007, de 2 de febrero y posteriormente, la Confederación Hidrográfica del Segura la remitirá para su aprobación al Ministerio para la Transición Ecológica, el cual, previamente, la remitirá al Consejo Nacional de Protección Civil para su informe. Posteriormente, antes del 22 de marzo de 2019 se remitirá a la Comisión Europea.

En relación con el ámbito de aplicación, la Directiva 2007/60/CE de inundaciones 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:

“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 ARPSIs debe realizarse para las inundaciones debidas al desbordamiento de corrientes de agua y a las causadas por el mar en las zonas costeras.

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

- 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.
- 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.
- 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.
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico (en adelante RDPH), aprobado mediante Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, modificado por el Real Decreto 606/2003 del 23 de mayo, el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, y el Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre.
- Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las Demarcaciones Hidrográficas y sus modificaciones.

- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- 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, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.
- 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.
- Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones, aprobado por el Consejo de Ministros en su reunión del día 29 de julio de 2011.
- Ley 17/2015, de 9 de julio del Sistema Nacional de Protección Civil.

1.3 Ámbito territorial

En este apartado se realiza una sintética descripción de la Demarcación Hidrográfica del Segura. En la Memoria del Plan Hidrológico vigente se puede encontrar una descripción más pormenorizada. Estos documentos están disponibles para su consulta en la página web del Organismo de cuenca en el siguiente enlace: (<http://www.chsegura.es>)

Marco territorial-administrativo

El ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura se corresponde con lo fijado en el Real Decreto 125/2007 del 2 de febrero, cuyas características más destacadas se recogen en la siguiente tabla:

<i>Marco administrativo de la Demarcación del Segura</i>	
Cuenca:	Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, incluidas sus aguas de transición; además la subcuenca hidrográfica de la Rambla de Canales y las cuencas endorreicas de Yecla y Corral Rubio. Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 122° que pasa por el Puntazo de los Ratones, al norte de la desembocadura del río Almanzora, y como límite norte la línea con orientación 100° que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Elche y Guardamar del Segura
Área Demarcación (km²):	20.234
Población año 2012 (hab.):	2.014.522
Densidad año 2012 (hab./km²):	99,6
Principales ciudades:	Murcia, Cartagena y Lorca.
Comunidades Autónomas:	Región de Murcia (58,8 %), Castilla-La Mancha (25 %), Andalucía (9,4 %) y Comunidad Valenciana (6,8 %)
Nº municipios:	132 (81 íntegramente dentro de la Demarcación)
Países:	España

Tabla 1. Marco administrativo de la Demarcación.



Figura 1. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Segura

Relieve y litología

Topográficamente la Demarcación Hidrográfica del Segura es un territorio de gran variedad orográfica en el cual alternan las montañas con valles, depresiones y llanuras, con cotas máximas por encima de los 2.000 m. La zonificación en altura ofrece en términos generales una distribución en la cual el 18% de superficie se sitúa por debajo de los 200 m de altitud; el 40% se encuentra bajo los 500 m de altitud y el 81% bajo la cota 1.000 m sobre el nivel del mar. Las sierras superan con frecuencia los 1.000 m, y los altiplanos, con alturas comprendidas entre 500 y 1.000 m, se extienden por el noroeste, con topografía suave, y pendientes acusadas en los bordes. Entre las alineaciones montañosas surgen valles, corredores, depresiones, que, correspondiéndose con los cursos fluviales, no llegan a 500 m de altitud. Por debajo de los 200 m de cota sólo aparecen suaves llanuras con pendientes débiles.

La Demarcación Hidrográfica del Segura se encuentra casi en su totalidad dentro del dominio geológico de las Cordilleras Béticas. Exceptuándose de esta generalidad sólo en su parte Norte, donde se encuentran materiales de la cobertera tabular que ocultan los terrenos más antiguos del zócalo herciniano de la Meseta, los cuales constituyen, a su vez, la base del conjunto Bético.

Las Cordilleras Béticas, al igual que sucede con la mayoría de las cordilleras alpinas, presentan dos grandes conjuntos de características netamente diferentes: Zonas Externas y Zonas Internas. Las Zonas Externas se localizan geográficamente al Norte de la Demarcación y están formadas fundamentalmente por materiales del mesozoico - terciarios depositados en un margen de plataforma continental y plegados, posteriormente, por la orogenia alpina, sin que el zócalo rígido (continuación de los materiales paleozoicos de la Meseta) sea afectado de manera importante por ésta. Las Zonas Internas, situadas al Sur, están formadas en su mayor parte por rocas metamórficas o que han sufrido algún principio de metamorfización. Corresponden, en su mayor parte a dominios paleogeográficos

diferentes a los de las Zonas Externas y están relacionados con la placa africana. Por otra parte, los materiales paleozoicos están afectados por la orogenia alpina de manera importante.

Hidrogeológicamente, esta complejidad da lugar a la existencia de numerosos acuíferos de mediana y pequeña extensión, que contribuyen apreciablemente al sostenimiento de los caudales naturales de los ríos.

Caracterización pluviométrica

En la Demarcación Hidrográfica del Segura, según datos del Sistema Integrado de Precipitación Aportación (SIMPA) desarrollado por el CEDEX, la precipitación total media anual se encuentra en torno a los 381,78 mm (serie desde 1940 a 2005), oscilando entre el valor máximo de 608,6 mm en el año 1988 y el valor mínimo 212,7 mm en el año 1963.

A pesar de existir diversidad en los totales pluviométricos, existen rasgos comunes para toda la Demarcación:

- Intenso déficit hídrico estival, que afecta prácticamente por igual a todo el territorio.
- La existencia de episodios de fuertes lluvias, fenómeno conocido como “gota fría”, caracterizados por precipitaciones cortas y muy intensas, que provocan grandes avenidas con un marcado carácter torrencial. Este fenómeno tiene lugar sobre todo en los meses de otoño.
- Por último, conviene mencionar la elevada irregularidad interanual de las precipitaciones con grandes desequilibrios espaciotemporales y un claro contraste entre las zonas de cabecera: Mundo y Segura hasta su confluencia, y las partes medias y bajas de la Demarcación vegas y zonas costeras.

Todo el territorio de la Demarcación presenta grandes contrastes climáticos, frecuentes sequías, lluvias torrenciales y repetidas inundaciones, elevadas temperaturas y heladas importantes. De una a otra vertiente montañosa, de las altas tierras a los sectores litorales, y, en definitiva, de una zona geográfica a otra, se observan importantes diferencias climáticas. La distribución espacial de las precipitaciones medias anuales permite anticipar una estrecha relación entre relieve y lluvia. Es en las montañas situadas en el noroeste de la Demarcación y sometidas a la acción de los vientos húmedos de las borrascas atlánticas del frente polar, donde los registros pluviométricos alcanzan sus máximos valores. En estas áreas se llega a superar los 1.000 mm/año como media. Si bien la altitud favorece las precipitaciones, la disposición u orientación suroeste-nordeste de los elevados arcos montañosos de las sierras de la cuenca alta del río Segura, (Sierras de Segura, Alcaraz, Taibilla, etc.) dificultan el avance de las influencias atlánticas arrastradas por los flujos del oeste, y hacen que la pluviometría muestre una disminución de la precipitación media anual en una diagonal de orientación noroeste-sudeste, que va desde estas tierras hasta el litoral, con valores mínimos (inferiores a 300 mm) en las zonas próximas a la costa.

A diferencia de las lluvias medias anuales, las máximas diarias parecen darse preferentemente en las zonas medias y bajas, más próximas al mar, en lugar de en la cabecera de la Demarcación, lo que se explica atendiendo al origen mediterráneo de los fenómenos convectivos productores de los aguaceros más intensos.

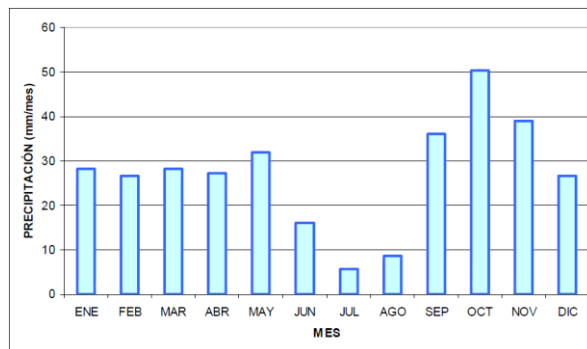


Figura 2. Distribución intraanual de la precipitación total anual (mm/mes) en la DHS (datos de estaciones climáticas de EAEMET)

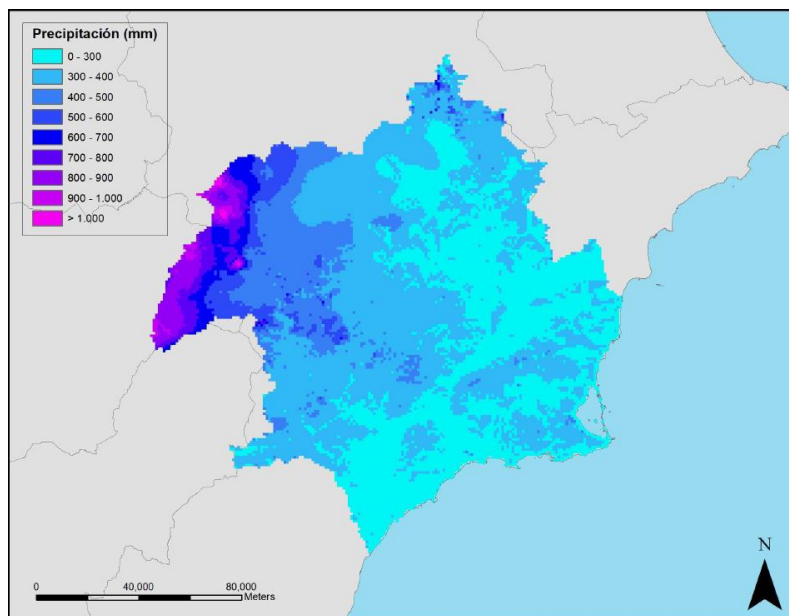


Figura 3. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la Demarcación Hidrográfica del Segura. (Período 1980/81-2005/06)

Caracterización de las masas de agua de la Demarcación

La red de drenaje localizada en el territorio de la Demarcación del Segura está formada por el río Segura, como único río principal y el conjunto de sus afluentes, junto con las grandes divisorias fluviales y sus principales cumbres. El resto de los cauces son ramblas efímeras directas al mar con una respuesta hidrológica muy irregular condicionada por los aguaceros sobre sus cuencas vertientes. La producción fundamental de recursos hídricos se concentra en la cabecera de la cuenca (ríos Segura y Mundo hasta su confluencia). Aguas abajo de esta confluencia los cauces de la margen izquierda son, en general, ramblas sin aportaciones permanentes y con un marcado carácter torrencial (ramblas del Judío, Moro, etc.); mientras que, los de la margen derecha son, en general, ríos propiamente dichos (Moratalla, Argos, Quípar, Mula, Guadalentín) con caudales exigüos pero permanentes. También existen en la Demarcación las cuencas endorreicas de Corral Rubio y Yecla.

En el ámbito costero, cabría mencionar el río Seco y el río Almanzora y algunas de las ramblas que desembocan en el mar Mediterráneo como las ramblas de Benipila, de Canalejas o de Canales, Cobatillas, de Majada, de Marqueses, de Los Molares, de Minglano Cañarete, Pastrana, Valdelentisco, del Albuñón, del Canal o de Las Moreras.

Zonificación o agrupación de cuencas

La Demarcación Hidrográfica del Segura se ha dividido en 14 zonas hidráulicas, basándose principalmente en la delimitación física de cuencas y subcuencas (Guadalentín, Río Mundo, etc.) así como en algunos límites administrativos (Vega Media y Sur de Alicante).

A continuación se reflejan las zonas hidráulicas y sus superficies:

- I Sierra del Segura (2.605 km²)
- II Río Mundo (2.419 km²)
- III Noroeste de Murcia (1.688 km²)
- IV Mula (708 km²)
- V Guadalentín (3.340 km²)
- VI Ramblas del Noroeste (1.500 km²)
- VII Vega Alta (1.389 km²)
- VIII Vega Media (412 km²)
- IX.a Sur de Alicante. Vega Baja (486 km²)
- IX.b Sur de Alicante. Torrevieja (277 km²)
- IX.c Sur de Alicante. RLMI (328 km²)
- X Sur de Murcia (688 km²)
- XI Mar Menor (1.602 km²)
- XII Corral Rubio (269 km²)
- XIII Yecla (852 km²)
- XIV Almería (453 km²)

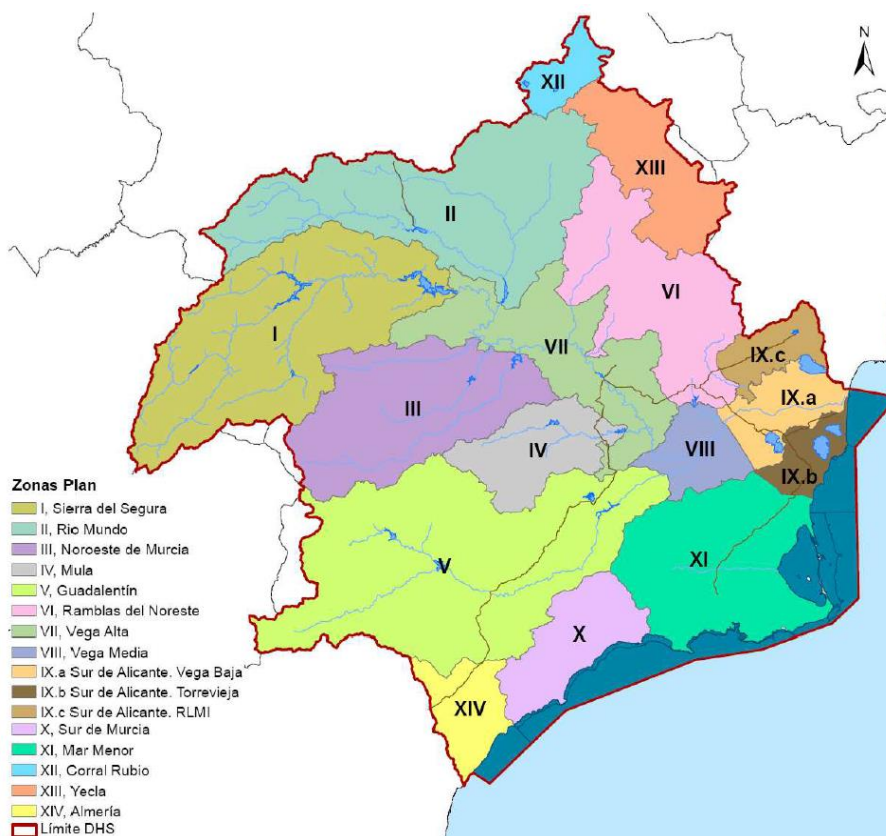


Figura 4. Zonas hidráulicas consideradas en la Demarcación Hidrográfica del Segura

Vegetación y fauna

La variabilidad, tanto climática, como orográfica y litológica, hace que la Demarcación del Segura sea una zona con gran variedad de especies y hábitats.

En función de la vegetación y fauna asociada de la parte continental de la Demarcación podrían diferenciarse las siguientes zonas: Altiplano (Jumilla, Yecla, parte sur de Albacete), Zona Centro-Oeste (parte occidental de Lorca y Puerto Lumbreras), zona oriental (Cartagena, La Unión, Mazarrón, Águilas, Pulpí y parte de Alicante), Centro-Este y Comarca del Mar Menor. En ellas, se pasa de los espartizales o matorrales-espartizales de las solanas y pedregales a amplias formaciones de pinares y sabinars de las sierras, encontrando también algunos encinares y acebuchales, coscoja y lentisco; palmito, esparto, tomillo y romero; cultivos de secano (viñedos, almendros y cereales) y de regadío en la vega del Guadalentín, así como pastizales y, en la zona más oriental, ecosistemas acuáticos (humedales, lagunas salobres, saladares y salinas) donde se encuentran especies endémicas. Es en la cabecera de la cuenca del Segura, zona de gran valor ambiental, donde se dan extensos bosques de pino laricio, negral y carrasco, y aparecen diseminados acebos y tejos.

En cuanto al medio marino y litoral cabe destacar que los fondos marinos de la Demarcación Hidrográfica del Segura acogen a una gran diversidad de organismos. Esta zona se caracteriza por una gran riqueza en bentos (conjunto de organismos vegetales y animales que vive en estrecha relación con los fondos marinos). Las especies más destacadas presentes en los fondos marinos de las aguas costeras de la Demarcación son algunos tipos de algas como la *Cystostera Zosteroides* C.Agardh o el *Phymatoliton Calcareum* W.H.Adey & D.L.McKibbin. Además de la *Posidonia oceánica* Delile destacan algunas plantas fanerógamas como la *Zostera Noltii* Hornemann. Existe una amplia variedad de equinodermos como el erizo común, muy abundante en las zonas rocosas y en las praderas de posidonia. La variedad de peces existente es muy extensa, destacando el mero y la anguila. También es interesante resaltar la presencia del fartet, especie que habita en aguas de transición costeras, y que actualmente se encuentra en grave riesgo de extinción.

1.4 Resultados de la EPRI del 1.º ciclo

En noviembre de 2010 se terminó de redactar la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) de la Demarcación Hidrográfica del Segura, y acogiéndose al procedimiento abreviado previsto en el apartado 4 de la disposición transitoria 1ª del Real Decreto 903/2010, fue sometida a consulta pública durante un plazo de 15 días a partir del 6 de diciembre de 2010 mediante su exposición en la página web de la CHS, no recibiendo ninguna alegación.

En cumplimiento del artículo 7 apartado 5 del Real Decreto 903/2010 la Confederación Hidrográfica del Segura remitió la EPRI a la Dirección General del Agua para continuar con la tramitación de su aprobación, para lo cual esta Dirección General 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 el 1 de marzo de 2011.

Con fecha 19 de diciembre de 2011 la Directora General del Agua constata que la EPRI de la DHS se ha acogido a la disposición transitoria 1ª del Real Decreto 903/2010 y autoriza su remisión a la Comisión Europea. Finalmente, el 16 de febrero de 2012 se remite a la Comisión Europea.

En la EPRI del 1.º ciclo se identificaron un total de 35 ARPSIs, 22 fluviales y de transición y 13 costeras, con una longitud total de 540,56 km y de 34,49 km, respectivamente. Si bien, tras la revisión efectuada durante la elaboración de los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación de origen marino las ARPSIs costeras pasaron a ser 21 con una longitud total de 78,01 km, haciendo un total de 43 ARPSIs y 618,57 km.

A cada una de estas áreas se le asignó un código compuesto de tres identificadores: i) la matrícula identificativa de la Demarcación (Segura, ES070), ii) la denominación “ARPSIs” en el caso de las áreas fluviales o “PM” en las costeras, y iii) un número ordinal de cuatro dígitos.

En el *anexo 4. EPRI 1.º ciclo* se recoge un breve resumen del contenido de la primera de las EPRIs. Así mismo, se puede acceder al documento completo a través del siguiente enlace: <https://www.chsegura.es/chs/cuenca/gestioninundacion/fase01.html>

Inundaciones fluviales y de transición:

En cuanto a la parte asociada a las inundaciones fluviales y de transición, se identificaron un total de 540,39 km de cauce (148 tramos¹), que se agruparon por criterios geográficos en 22 zonas o Áreas de Riesgo Potencial de Inundación Significativo (ARPSI).

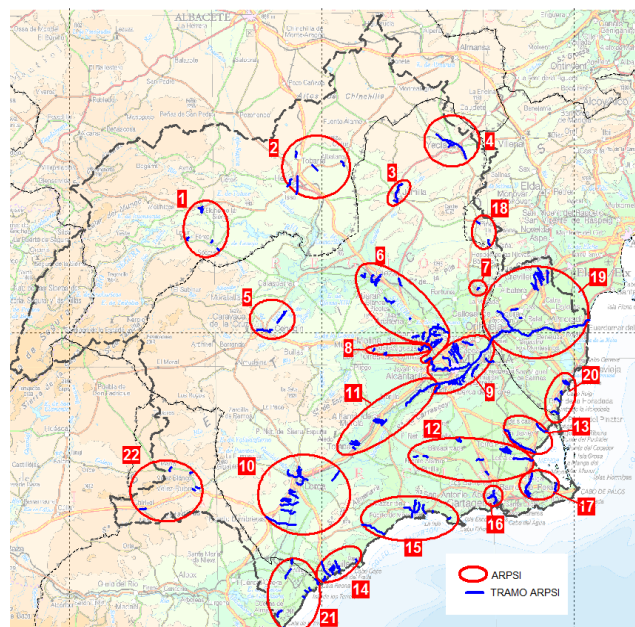


Figura 5. Tramos de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) de origen fluvial. Demarcación Hidrográfica del Segura

¹ Al inicio de la preselección de tramos ARPSI los tramos de cauce identificados fueron 149, sin embargo, tras un análisis posterior el tramo ES070/0011-3 denominado La Ramblica fue descartado.

En la siguiente tabla se relacionan las 22 ARPSIs indicando la Comunidad Autónoma en la que se encuentran, su longitud total, los Municipios a los que afecta y el número de tramos fluviales que se integran en cada una de ellas.

Código ARPSI	CCAA	Longitud km	Municipios	Nº tramos
ES070_APSFR_0001	CASTILLA LA MANCHA	5,54	Elche de la Sierra, Férez, Letur; Socovos	4
ES070_APSFR_0002	CASTILLA LA MANCHA	16,44	Albatana, Hellín, Tobarra	5
ES070_APSFR_0003	MURCIA	8,64	Jumilla	4
ES070_APSFR_0004	MURCIA	18,52	Yecla	1
ES070_APSFR_0005	MURCIA	11,22	Caravaca de la Cruz, Cehegín	2
ES070_APSFR_0006	MURCIA	56,31	Abarán, Alguazas, Archena, Blanca, Ceutí, Cieza, Lorquí, Molina de Segura, Murcia, Ojós, Torres de Cotillas, Ulea, Villanueva del Río Segura	19
ES070_APSFR_0007	MURCIA	0,93	Abanilla	1
ES070_APSFR_0008	MURCIA	9,02	Albudeite, Alguazas, Mula, Las Torres de Cotillas	3
ES070_APSFR_0009	MURCIA, COMUNIDAD VALENCIANA	94,70	Alcantarilla, Beniel, Murcia, Orihuela, Santomera	19
ES070_APSFR_0010	MURCIA	58,37	Lorca, Puerto Lumbreras	16
ES070_APSFR_0011	MURCIA	26,55	Alcantarilla, Alhama de Murcia, Librilla, Murcia, Totana	7
ES070_APSFR_0012	MURCIA	28,79	Los Alcázares, Cartagena, Fuente Álamo de Murcia, Murcia, Torre-Pacheco	11
ES070_APSFR_0013	MURCIA	18,72	Los Alcázares, Murcia, San Javier, Torre-Pacheco	2
ES070_APSFR_0014	MURCIA	20,25	Águilas	9
ES070_APSFR_0015	MURCIA	27,39	Cartagena, Lorca, Mazarrón	7
ES070_APSFR_0016	MURCIA	8,45	Cartagena	3
ES070_APSFR_0017	MURCIA	17,04	Cartagena, Unión (La)	2
ES070_APSFR_0018	COMUNIDAD VALENCIANA	3,08	Algueña, Pinoso	2
ES070_APSFR_0019	COMUNIDAD VALENCIANA	76,96	Albatera, Algorfa, Almoradí, Benejúzar, Benferri, Benijófar, Bigastro, Callosa S., Catral, Cox, Crevillent, Daya N., Daya V., Dolores, Formentera S., Granja de Rocamora, Guardamar, Jacarilla, Orihuela, Rafal, Redován, Rojales, S. Fulgencio, S. Isidro	10
ES070_APSFR_0020	COMUNIDAD VALENCIANA, MURCIA	11,95	Orihuela, Pilar de la Horadada, San Pedro del Pinatar	6
ES070_APSFR_0021	ANDALUCÍA, MURCIA	14,39	Cuevas del Almanzora, Pulpí, Lorca	10
ES070_APSFR_0022	ANDALUCÍA	7,13	Chirivel, María, Vélez-Blanco, Vélez-Rubio	5

Tabla 2. ARPSIs de origen fluvial de la Demarcación del Segura

Inundaciones costeras:

En cuanto a la parte asociada a las inundaciones costeras, como ya se ha mencionado, tras la revisión efectuada durante la elaboración de los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación de origen marino, se identificaron 21 ARPSIs costeras con una longitud total de 78,01 km.

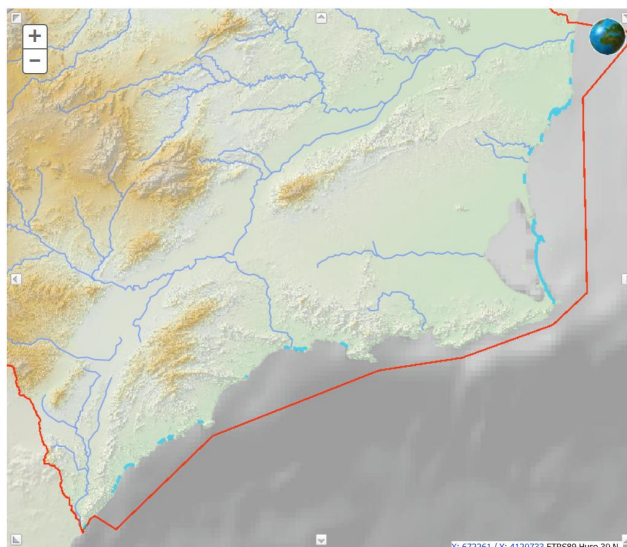


Figura 6. Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) de origen costero. Demarcación Hidrográfica del Segura

En la siguiente tabla se relacionan las 21 ARPSIs costeras indicando la provincia en la que se encuentran y su longitud total.

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	CCAA	Longitud Km	Municipio
ES070_PM_0001	Torrelamata - La Mata	Comunidad Valenciana	1,45	Torreveija
ES070_PM_0002	Torreveija (desde El Palmeral hasta Playa del Cura)	Comunidad Valenciana	14,76	Torreveija
ES070_PM_0003	Dehesa de Campoamor (Playa La Glea)	Comunidad Valenciana	2,79	Orihuela
ES070_PM_0004	Desde La Torre hasta El Mojón	Murcia	2,04	Orihuela
ES070_PM_0005	La Manga del Mar Menor (desde Veneziola hasta El Faro de Estacio)	Murcia	26,35	San Javier
ES070_PM_0007	Mazarrón (desde Cabo Cope hasta Playa Grande)	Murcia	0,51	Cartagena
ES070_PM_0008	Puntas de Calnegre	Murcia	1,43	Mazarrón
ES070_PM_0009	Calabardina	Andalucía	3,09	Lorca
ES070_PM_0011	Playa La Rabiosa (San Juan de Los Terreros)	Andalucía	1,6	Pulpí
ES070_PM_0012	Pozo del Esparto	Murcia	6,05	Pulpí
ES070_PM_0014	Guardamar del Segura	Comunidad Valenciana	2,72	Guardamar del Segura
ES070_PM_0015	Playa Rocío del Mar	Comunidad Valenciana	0,24	Torreveija
ES070_PM_0016	Playa de la Zenia	Comunidad Valenciana	2,39	Orihuela
ES070_PM_0017	Cabo de Palos - Playa de la Barra	Murcia	0,59	Cartagena

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	CCAA	Longitud Km	Municipio
ES070_PM_0018	Playa de San Ginés - Chapineta	Murcia	1,93	Cartagena
ES070_PM_0019	Playa de Bolnuevo	Murcia	1,29	Mazarrón
ES070_PM_0020	Águilas Bahía de Levante	Murcia	2,83	Águilas
ES070_PM_0021	Águilas Bahía de Poniente	Murcia	2,34	Águilas
ES070_PM_0022	Cala Panizo	Andalucía	1,39	Cuevas de Almanzora
ES070_PM_0023	El Calón	Andalucía	0,78	Cuevas de Almanzora
ES070_PM_0024	Villaricos	Andalucía	1,44	Cuevas de Almanzora

Tabla 3. ARPSIs de origen costero de la Demarcación Hidrográfica del Segura

1.5 Recomendaciones de la Comisión Europea para la EPRI del 2.º 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, de acuerdo con el quinto considerado aportaría un valor añadido considerable y mejoraría el grado general de protección contra las inundaciones.

En consecuencia, 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 el 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 1.º ciclo, esta fecha era el 21 de diciembre de 2011, según se especifica en el artículo 4.4 de la propia Directiva.

La Comisión Europea, tras analizar la información aportada por los Estados miembros, ha emitido un informe general 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 2.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 septiembre de 2015. 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 españolas han consolidado la trasposición de la Directiva de Inundaciones, estableciendo una serie de recomendaciones a los Organismos de cuenca que han sido seguidas correctamente.
2. Todos los tipos de inundación han sido incluidas en la valoración.
3. Todos los aspectos del artículo 4 de la Directiva de Inundaciones han sido tratados en las EPRI, basándose en un extenso análisis que incluye diferentes fuentes de

información como documentos, informes, estudios, planes de emergencia, recortes de prensa, entrevistas y encuestas.

4. En España se han considerado todas las categorías de consecuencias adversas de las inundaciones.
5. La coordinación internacional con Portugal se rige por el Convenio de Albufeira, habiéndose remitido las correspondientes EPRI a Portugal.
6. Según los estudios del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), no queda claro el impacto del cambio climático, en particular, en lo que se refiere a su cuantificación. Por ello, no se ha valorado la influencia del cambio climático en la probabilidad estadística de los caudales de inundación. El cambio climático podría provocar un aumento de la frecuencia de las inundaciones en el futuro, pero sin afectar a su magnitud. De esta forma las actuales EPRI serían válidas en el futuro.
7. La interacción con la Directiva Marco del Agua se concreta principalmente en el análisis de las infraestructuras de defensa, basándose en los estudios de presiones de los Planes Hidrológicos de cuenca.

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 contextual del Estado miembro

El informe destaca la existencia de 25 Demarcaciones Hidrográficas en España, 8 de las cuales 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.

Las Autoridades españolas han implementado 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.

La necesidad de cooperación con otros países ha sido incluida en el Real Decreto. La coordinación internacional con Portugal se rige por el Convenio de Albufeira, habiéndose remitido las correspondientes EPRI a Portugal. La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental ha intercambiado información de la EPRI con Francia en el marco del Acuerdo de Toulouse, lo que no hizo la D.H. del Ebro. Sin embargo, esta situación se corrigió posteriormente, durante la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación. Las Demarcaciones de Ceuta y Melilla pusieron de manifiesto que las inundaciones no afectaban a la parte internacional, por lo que no se llevó a cabo ninguna coordinación.

La mayoría de las Demarcaciones Hidrográficas españolas aplicaron el artículo 4 de la Directiva para elaborar la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación. Sólo 3 se acogieron al procedimiento abreviado previsto en el artículo 13.1 (D.H. del Duero, D.H. del Segura y D.H. del Júcar).

En las 25 Demarcaciones se identificaron 1.248 ARPSIs, la mayoría de ellas fluviales (809, un 65%) y costeras (378, un 30%) y en menor medida pluvio-fluviales y subterráneas

(ambas sólo un 5%). En su mayor parte fueron incluidas por los daños potenciales a la economía (1.156, un 93%) y a la salud humana (886, un 71%).

En los procesos de participación pública, los principales actores fueron otras Administraciones y la mayoría de las alegaciones estaban relacionadas con la definición de las ARPSIs.

La interacción con la Directiva Marco del Agua se concreta principalmente en el análisis de las infraestructuras de defensa, basándose en los estudios de presiones de los Planes Hidrológicos.

2. Tipos de inundación considerados

Se han tenido en cuenta todos los tipos de inundación previstos en los artículos 4 y 13 de la Directiva. En el análisis se han considerado las inundaciones históricas y las potenciales derivadas de la falta de capacidad de los sistemas de saneamiento.

De las 1.248 ARPSIs identificadas en España, 809 son de tipo fluvial (un 65%) y 378 costeras (un 30%); siendo solamente 21 de tipo pluvial y 40 de pluvio-fluvial. Los otros tipos de inundaciones (fluvial-marina, fluvial-aguas subterráneas, pluvial) se mencionan en algunos casos pero no se especifican en los documentos analizados.

En las inundaciones históricas se identifican las siguientes causas: obstrucciones, desbordamientos de las obras de defensa o de los cauces naturales y colapso de infraestructuras.

En el informe general se pone de manifiesto que España fue el Estado miembro que aportó más información sobre eventos históricos significativos, con un total de 6.165 registros, que abarcaban desde el año 100 hasta el 2011.

3. Aspectos analizados en la aplicación del artículo 4

Todos los aspectos del artículo 4 de la Directiva de Inundaciones han sido tratados en las EPRI, basándose en un extenso análisis que incluye diferentes fuentes de información como documentos, informes, estudios, planes de emergencia, recortes de prensa, entrevistas y encuestas.

La Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil analiza específicamente las consecuencias adversas en el medio ambiente. En aquellos hábitats en los que las inundaciones se consideran procesos naturales no se analizaron los daños potenciales de las mismas.

Ya se ha comentado que en las Demarcaciones Hidrográficas del Duero, Segura y Júcar se aplicó el procedimiento abreviado contemplado en el artículo 13.1 (a) de la Directiva.

4. Criterios para el análisis de los episodios históricos

En el conjunto de Demarcaciones españolas se identificaron 6.441 episodios históricos de inundación, de los cuales 6.165 -un 95,7%- fueron considerados significativos debido a sus consecuencias.

La mayoría de las Demarcaciones aplicaron análisis estadísticos basados en diferentes criterios de valoración de daños, recogidos en guías metodológicas o en trabajos anteriores,

como los desarrollados por la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (CTEI) en los años 80 del pasado siglo.

5. Criterios de valoración de los daños potenciales de las inundaciones futuras

El análisis de valoración de daños se aplicó a las zonas inundables por las avenidas de 10, 100 y 500 años de período de retorno, de acuerdo con lo indicado en el Real Decreto 903/2010. En aquellas zonas donde no se disponía de estudios hidráulicos previos se llevaron a cabo modelos simplificados para identificar las áreas de riesgo.

La valoración de los daños potenciales de las inundaciones futuras se desarrolló mediante un análisis multicriterio con ayuda de herramientas SIG.

Para ello se empleó la información disponible en el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), aplicando unos pesos en función de las categorías de usos del suelo para valorar el impacto global de las inundaciones futuras. Se establecieron unos umbrales para incluir aquellas áreas que supusieran un porcentaje relevante del total de daños potenciales, por ejemplo un 85% en las Demarcaciones Hidrográficas del Cantábrico Oriental y del Segura.

6. Criterios para definir las consecuencias adversas

Como ya se ha comentado, en el conjunto de Demarcaciones Hidrográficas españolas se identificaron 1.248 ARPSIs. En su mayor parte fueron identificadas como tales por los daños potenciales a la economía (1.156, un 93%) y a la salud humana (886, un 71%). En menor número se identificaron daños a los bienes culturales (469, un 38%) o al medio ambiente (449, un 36%). El procedimiento de calificación del daño es el ya citado basado en la asignación de pesos a cada tipo de impacto según los procedimientos especificados en guías metodológicas o en estudios anteriores.

Las consecuencias adversas de los episodios históricos de inundación se valoraron en función de los pesos asignados a las diversas categorías de daño: fallecidos, heridos, viviendas, industria, evacuados, infraestructura de transporte, suministro eléctrico, riegos o cultivos.

Los episodios se agruparon por término municipal, sumando los valores globales de daño obtenidos en cada uno de ellos. De esta forma, se identificaron las áreas con mayores consecuencias adversas por inundaciones históricas.

En alguna Demarcación, como la del Cantábrico Oriental, se ha considerado que los datos de inundaciones históricas son escasos.

7. Métodos de identificación y valoración de las consecuencias adversas de las inundaciones futuras

La valoración de las consecuencias adversas de las inundaciones futuras se fundamentaba, como ya se ha indicado, en un análisis multicriterio de las zonas potencialmente inundables, llevado a cabo con herramientas GIS.

Las zonas inundables, obtenidas mediante modelización, se superpusieron con las capas de usos del suelo que incluían servicios, infraestructuras de transporte, bienes culturales y

espacios protegidos, asignando a cada categoría un peso y calculando el impacto total en la zona inundable de cada tramo.

También se evaluó en la valoración histórica de los episodios, por un lado, la influencia de los cambios en los usos del suelo y, por otro, si el desarrollo de medidas estructurales ha modificado significativamente el riesgo de inundación.

8. Evolución a largo plazo

Con relación a la evolución a largo plazo, en las EPRI españolas se consideraba que según los estudios del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), no queda claro el impacto del cambio climático, en particular, en lo que se refiere a su cuantificación. En consecuencia, no se valoró la influencia del cambio climático en la probabilidad estadística de los caudales de inundación. El cambio climático podría provocar un aumento de la frecuencia de las inundaciones en el futuro, pero sin afectar a su magnitud. De esta forma las actuales EPRI serían válidas en el futuro.

Tan sólo en la Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa se evaluó el efecto del Cambio Climático en el aumento del nivel del mar. Los estudios actuales mantienen incertidumbres por lo que se llevarán a cabo estudios específicos a nivel regional.

La D. H. de Galicia Costa apunta una tendencia a largo plazo de incremento de valor de los usos del suelo en las zonas inundables. La Demarcación Hidrográfica de Cuencas Internas de Cataluña ha incorporado a su EPRI los cambios a gran escala en los usos del suelo, como infraestructuras de transporte lineales, puerto de Barcelona y los aeropuertos.

2 Resumen de las inundaciones ocurridas en el período 2011-agosto 2018

A continuación se recogen las inundaciones significativas acaecidas en el ámbito de la Demarcación con posterioridad a la aprobación de la EPRI del 1.º ciclo, es decir, en el periodo comprendido entre enero de 2011 y agosto de 2018. Adicionalmente se incluyen 2 eventos previos a este periodo que no fueron recogidos en la EPRI del 1.º ciclo.

07-20090914-20091001-A: Inundación septiembre 2009 (Actualización CNIH)

A lo largo del día 14 de septiembre comenzaron las lluvias en la Región de Murcia, afectando en mayor medida a las localidades de Águilas, Albudeite y Torre-Pacheco, dónde se vieron afectadas diversas carreteras y la estación de tren de Torre-Pacheco.

El día 27 se intensificaron las precipitaciones en el área del Estrecho y se extendieron a Andalucía oriental y a las regiones de Valencia y Murcia, registrándose las mayores cantidades en el área del campo de Cartagena, donde se acumularon del orden de los 100 mm. El día 28 las precipitaciones fueron de intensas a muy intensas en la Comunidad de Valencia, especialmente en el sur de la provincia de Alicante y en el área comprendida entre en norte de Alicante y el sur de Valencia.

07-20100813-20100819-A: Inundación agosto 2010 (Actualización CNIH)

Las fuertes lluvias del día 13 de agosto provocaron diversos episodios debidos al agua caída en tan poco tiempo, calles convertidas en ríos, carreteras impracticables, locales y viviendas anegadas de agua. También se tuvo que desalojar alguna vivienda por precaución ante el posible desplome de la grúa existente. Los municipios más afectados han sido Jumilla, Archena, Yecla, Fortuna así como la pedanía de Zarandona del Municipio de Murcia. El episodio más importante registrado en este ámbito es-el que se localizó en el municipio de Águilas. Por otro lado las fuertes lluvias registradas el día 17 de agosto en el municipio de Águilas provocaron la crecida de una rambla que colapsó el centro de la ciudad arrastrando varios vehículos a su paso y anegando sótanos y garajes. Así, la Delegación del Gobierno en Murcia se vio obligada a movilizar a la Unidad Militar de Emergencia (UME) para hacer frente a la situación. La tormenta, que dejó 40 litros por metro cuadrado en una hora, provocó el desbordamiento de la rambla que desemboca en la playa de Las Delicias. El agua arrastró hasta el mar siete coches y otros ocho fueron empotrados contra palmeras y muros en los paseos de Las Delicias y Párraga.

Inundación noviembre de 2011: Inundaciones en la provincia de Alicante (Catálogo daños inundaciones Generalitat Valenciana)

El 19 de noviembre de 2011, las intensas lluvias provocaron el desbordamiento de ríos e inundaciones en la provincia de Alicante, siendo Albatera, Redován y San Miguel de Salinas los municipios más afectados. Los centros escolares se vieron obligados a suspender las clases durante los desbordamientos y la carretera CV-95 tuvo que ser cortada debido a desprendimientos.

Inundación septiembre de 2012: Riada de San Wenceslao (Hemeroteca)

Las crecidas producidas en septiembre de 2012 afectaron prácticamente a toda la cuenca, debido a las abundantes precipitaciones de fuerte intensidad horaria incluso de más de 150 mm en dos horas, llegando a registrarse 179 l/m² en la rambla de Nogalte en Puerto Lumbreras, lo que generó un caudal punta estimado de 2.500 m³/s.

Las precipitaciones se concentraron fundamentalmente en los municipios de Vélez-Blanco, Vélez-Rubio, Puerto Lumbreras, Lorca, Pulpí, Cuevas del Almanzora, Pliego y Mula, descargando unos 1.500 hm³ (precipitación media de 78 l/m²) en el total de la superficie de la demarcación del Segura, que dieron lugar a crecidas y desbordamientos en ramblas como Goñar, Vilerda, Nogalte, Béjar, La Torrecilla, Viznaga, Nogantes-Charcones-Canalejas e incluso en ríos-rambla como Guadalentín y Almanzora.

Toda la demarcación se vio sacudida por importantes avenidas e inundaciones pero, sin duda, fue en Lorca y Puerto Lumbreras (ARPSI 10) en donde las consecuencias fueron más graves.

Inundaciones agosto 2013: Inundaciones en la provincia de Alicante (Catalogo daños inundaciones Generalitat Valenciana)

Se produjeron inundaciones en el casco urbano de Crevillent debido a las tormentas del 25 al 30 de agosto, las cuales obligaron a cortar el tráfico debido a la fuerte granizada y a la intensidad de las lluvias.

Inundación septiembre 2014: Inundación Murcia (Hemeroteca)

El 22 de septiembre de 2014, una fuerte tormenta de lluvia y granizo afectó a la Región de Murcia. La tromba de agua caída ese día sobre Cabezo de Torres (Murcia) provocó el desbordamiento de varias ramblas de la localidad provocando numerosas inundaciones. Entre los edificios dañados se encontraban las instalaciones de la piscina y centro deportivo que sufrieron daños que obligaron a cerrarlas.

Inundación octubre de 2015: Inundaciones en Alicante (Catalogo daños inundaciones Generalitat Valenciana)

La semana del 1 de noviembre, la provincia de Alicante se vio afectada por la gota fría. Las consecuencias se vieron agravadas debido a las fuertes rachas de viento que llegaron a alcanzar los 85 kilómetros por hora, causando numerosos desperfectos en las zonas de Orihuela, Torrevieja y el Rafal.

Inundación diciembre 2016: Inundación en Murcia (Hemeroteca)

Entre el 15 y el 19 de diciembre de 2016 hubo un episodio de inundaciones—afectando principalmente a tres municipios: Orihuela, por desbordamiento del río Segura; Murcia por desbordamientos de las ramblas de Espinardo y Churra; Los Alcázares donde hubo un fallecido al ser arrastrado por el agua.

Durante este evento climático de lluvias generales y localmente fuertes en el sureste de la península, se registraron valores de 161 milímetros en Torre Pacheco y 150 milímetros en San Javier, recogiéndose una precipitación media de 144 milímetros en todo el episodio.

Las ramblas desbordadas de La Maraña, Casas Blancas, La Sala y Cobatillas volcaron hacia los cascos urbanos ríos de agua y barro que bajaron con fuerza a medida que avanzaba la noche por la zona del polideportivo y el instituto Antonio Menárguez de Los Alcázares hacia el centro urbano, y por el barrio de Los Ríos, El Recuerdo y cabo Huertas en San Javier.

La región de Murcia fue una de las más afectadas, dónde las precipitaciones registradas llegaron a alcanzar los 100 litros por metro cuadrado en los municipios de Murcia, Águilas o Mazarrón, dónde se cerraron colegios, institutos y universidades. Además, decenas de personas fueron evacuadas y el aeropuerto de Murcia-San Javier tuvo que cerrarse debido a las inundaciones y a la inaccesibilidad de la zona. Debido a la magnitud de la inundación tuvo que intervenir la Unidad Militar de Emergencias.

Inundación mayo - junio 2018: Albacete (Hellín) (Hemeroteca)

En mayo de 2018, varios municipios del territorio de Albacete (Pétrola, Isso, Yeste, Riópar, Liétor, La Gineta, etc.) sufrieron inundaciones debido a las fuertes tormentas de lluvia y granizo que azotaron la región. El municipio de Hellín fue uno de los más afectados, acumulándose hasta 48 litros por metro cuadrado en el casco urbano y en la rambla de la Villareara (Torre Uchea), siendo el sector sureste el más dañado debido a que gran parte de las edificaciones están construidas en la zona inundable asociada al cauce de la Rambla.

En la primera quincena del mes de junio las lluvias torrenciales provocaron inundaciones en las localidades albaceteñas de Elche de la Sierra, Liétor y Socovos.

El gobierno de Castilla la Mancha activó el Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (PRICAM) al ser informada por la Confederación Hidrográfica del Segura de la previsión de desbordamiento del río Segura en el tramo comprendido entre los embalses de la Fuensanta y El Cenajo, a la altura del paraje de El Gallego, y los municipios más próximos a esta zona (Elche de la Sierra y Férez). En el paraje El Gallego, el río Segura se llevó por delante la pasarela de una estación de aforos.

Hasta 15 intervenciones tuvo que realizar el Servicio Provincial de Prevención y Extinción de Incendios (SEPEI) en un total de siete municipios (como en Socovos) de Albacete, afectados por las lluvias llegando a superar los 150 litros por metro cuadrado en algunas zonas.

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 infraestructuras hidráulicas que se rigen por lo establecido en el Título VII del RDPH.
- **Inundaciones pluviales:** son aquellas que se producen derivadas de altas intensidades de precipitación, que pueden provocar daños “in situ” y que pueden evolucionar y derivar a su vez en inundaciones significativas cuando la escorrentía se concentra en corrientes de pequeña magnitud y producir desbordamientos. Como se ha comentado con anterioridad, de acuerdo con el ámbito de aplicación del RD 903/2010, no se incluyen en esta categoría ni las inundaciones derivadas de problemas exclusivamente de falta de capacidad de las redes de alcantarillado urbano ni aquellas que no se deriven del desbordamiento de una corriente continua o discontinua.
- **Inundaciones debidas al mar:** derivadas del incremento del nivel del mar en la costa y la consiguiente propagación aguas adentro en temporales marítimos. En este caso, igualmente, no se considera de aplicación en el marco de esta Directiva, por la baja probabilidad existente, las inundaciones producidas por un eventual tsunami o maremoto.

Como se ha expuesto anteriormente, en numerosas ocasiones, estos orígenes se solapan, pudiéndose dar inundaciones pluviales conjuntamente con las 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 en estas categorías, en la práctica, salvo en las inundaciones exclusivamente marinas, el resto de orígenes pueden actuar conjuntamente y existen ARPSIs con varios posibles orígenes de las inundaciones.

3.1 Inundaciones de origen fluvial

3.1.1 Análisis de tramos a añadir a las ARPSIs del 1.º ciclo

3.1.1.1 Identificación de tramos y zonas potencialmente inundables

En esta fase del trabajo se ha realizado una actualización de la identificación inicial de tramos y zonas potencialmente afectadas por inundación fluvial que se presentó en la EPRI del 1.º ciclo.

Para la preselección de zonas de riesgo potencial de inundación fluvial se han utilizado 4 tipos de fuentes de información:

- Información histórica.
- Estudios previos.
- Tramos de interés de diferentes Organismos.
- Zonas a investigar.

Información histórica:

Para completar la información histórica recopilada en la EPRI de 1.º ciclo se ha comenzado por analizar la [actualización del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas \(2006-2010\)](#) elaborado por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (Ministerio del Interior). En esta revisión del Catálogo actualizado se han identificado los 2 nuevos episodios correspondientes a dicho periodo. Ambos se describen en el apartado 2 del presente documento. A partir de estas descripciones, se han identificado **134 km** de cauce relacionados con los episodios, estando comprendidos todos ellos dentro de los 1.884 km identificados en el análisis del CNIH de la EPRI de 1.º ciclo. A continuación se muestra una figura con estos 2 episodios identificados.

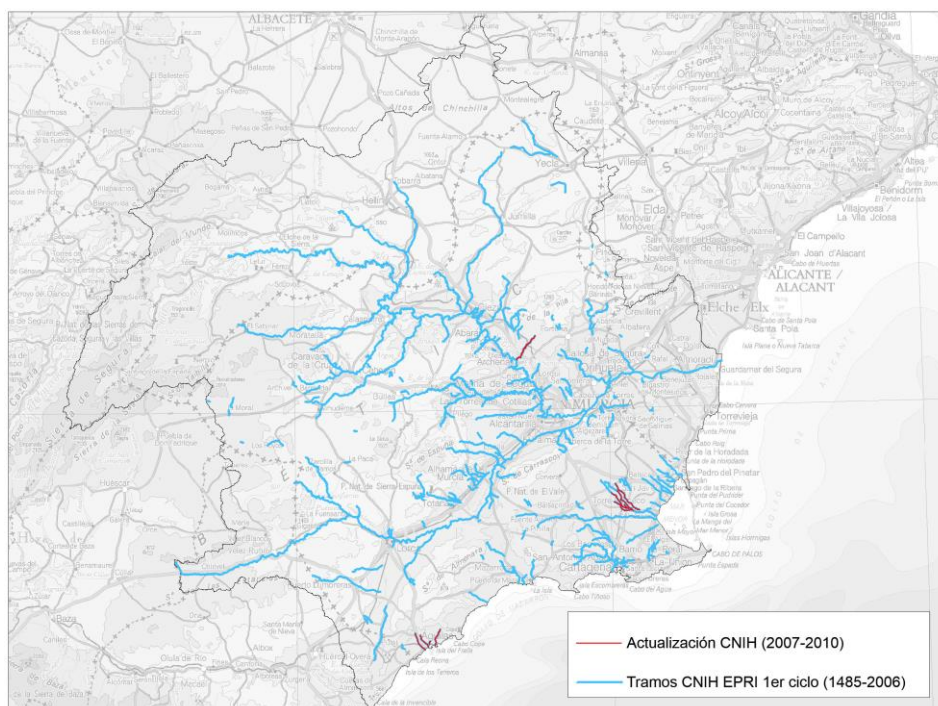


Figura 7. Actualización CNIH. Fuente: Elaboración propia

En la EPRI de 1.º ciclo la selección de tramos de 1.884 km derivados del CNIH se amplió hasta los **2.872 km** añadiendo información histórica procedente de otras fuentes. En concreto estas fuentes fueron: las encuestas realizadas por el Instituto del Agua y del Medio Ambiente (INUAMA), el Plan de Prevención de Inundaciones en los cascos urbanos de Andalucía (Agencia Andaluza del Agua), la Guardería Fluvial de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Segura y finalmente por el estudio de hemeroteca.

De manera que en la actual fase de revisión, para completar la información histórica, se ha realizado también un estudio de hemeroteca para el intervalo temporal donde no alcanzaba la actualización del CNIH, es decir, desde el año 2011 a la actualidad (fecha de redacción del presente documento). Para realizar una búsqueda más dirigida en la hemeroteca se ha utilizado la base de datos de Consorcio Compensación Seguros (CCS) del Ministerio de Economía y Empresa. Las tablas remitidas por el CCS para este estudio incluyen todos los datos de siniestros (expedientes) por inundación extraordinaria producidos en el periodo 2005-2017. A continuación se muestra una tabla donde se recogen los episodios más significativos.

Provincias	Filtro	Coste (€)	Población/Municipio	Fecha Siniestro
MURCIA	>300.000€	397.461,18	CABEZO DE TORRES (MURCIA)	22/09/2014
		388.566,66	MURCIA (MURCIA)	18/12/2016
		338.419,42	LOS ALCÁZARES (LOS ALCAZARES)	19/12/2016
		370.530,33	LOS ALCÁZARES (LOS ALCAZARES)	19/12/2016
		416.471,32	RODA (SAN JAVIER)	18/12/2016
	> 500.000€	711.118,34	ROLDAN (TORRE-PACHECO)	18/12/2016
		4.601.544,78	SAN JAVIER (SAN JAVIER)	19/12/2016
		1.286.781,29	LOS ALCÁZARES (LOS ALCAZARES)	18/12/2016

ALMERÍA	>300.000€	395.491,64	BENZAL DIPUTACION DE BENZ (PULPÍ)	28/09/2012
		477.307,91	PULPI DIPUTACION DE PULPI (PULPÍ)	28/09/2012
		389.960,37	CUEVAS DEL ALMANZORA DIPU (C. DE ALMANZORA)	28/09/2012
	>500.000€	2.088.101,73	CANALEJAS DIPUTACION DE G (C. DE ALMANZORA)	28/09/2012
		771.825,60	CANALEJAS DIPUTACION DE G (C.DE ALMANZORA)	28/09/2012

Tabla 4. Datos de expedientes del CCS

Adicionalmente se ha ampliado el estudio de hemeroteca hasta la fecha de la elaboración del presente documento.

De esta actualización de la hemeroteca se han identificado 4 episodios que también quedan descritos en el apartado 2. El análisis de estos 4 episodios ha derivado en la identificación de **152 km** de cauce, siendo **21 km** de ellos no coincidentes con los 2.872 kilómetros de la EPRI de 1.º ciclo, resultando una nueva selección de tramos históricos de **2.893 km**. A continuación se muestra una figura con los tramos históricos de la EPRI del 1.º ciclo y los tramos identificados en la revisión de la hemeroteca.

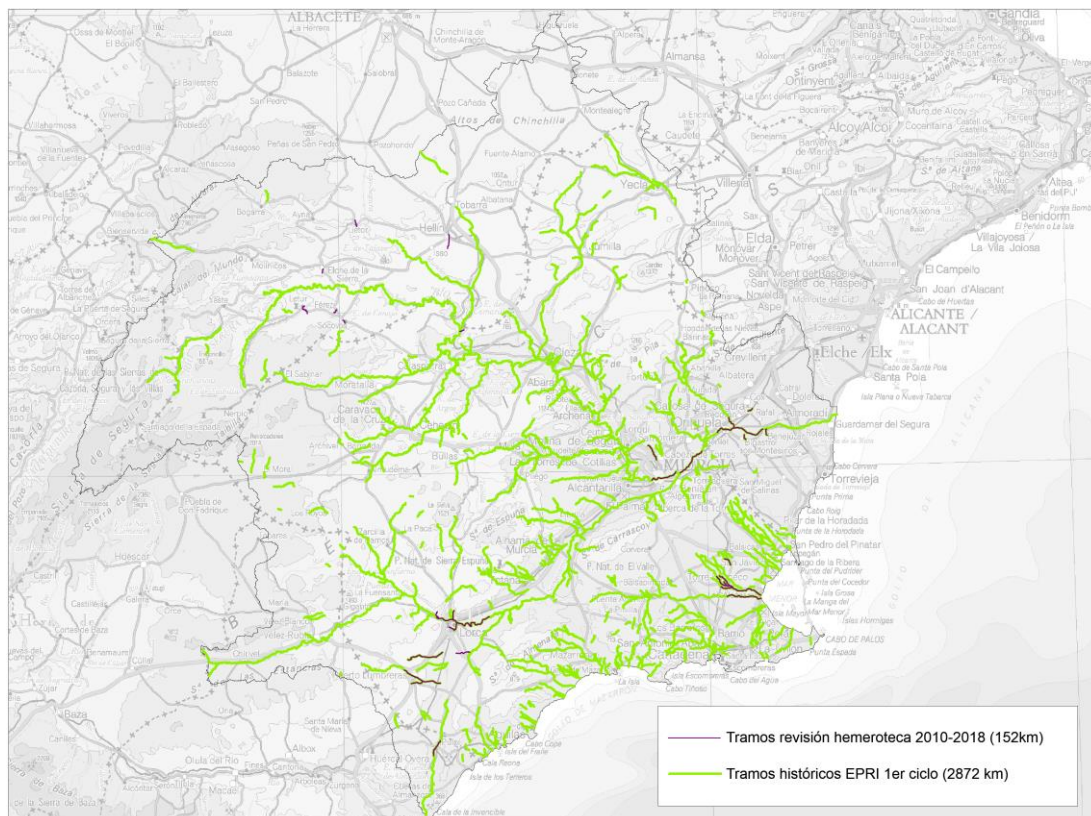


Figura 8. Actualización Hemeroteca. Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se ha consultado el Catálogo de Daños de Inundaciones (en fase de revisión) de la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias de la Generalitat Valenciana, gracias a este Catálogo se han podido identificar **3 episodios** más cuya descripción queda plasmada también en el apartado 2: *Resumen de las inundaciones ocurridas en el período enero 2011-agosto 2018*.

Estudios previos:

En la EPRI de 1.º ciclo, el conjunto de tramos históricos se completó con los tramos de cauce analizados en los estudios hidráulicos realizados en la cuenca (estudios de delimitación del Dominio Público Hidráulico, Normas de explotación de presas, Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (INUNMUR), Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), Plan Especial de Emergencias de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (PRICAM) y los estudios de zonas inundables en el Levante Almeriense de la Agencia Andaluza del Agua.

Para la revisión de dicha EPRI del 1.º ciclo se han recopilado las zonas inundables del SNCZI de la Demarcación (1.289 km). Además se han localizado los 2 deslindes del dominio público hidráulico aprobados con posterioridad a dicha EPRI (Rambla de Miranda y Rambla de Churra Baja), ambos suman una longitud de 5,15 km. A continuación se muestra una imagen de dicha actualización, con la zona inundable del SNCZI de 500 años de periodo de retorno y los nuevos tramos de deslinde.

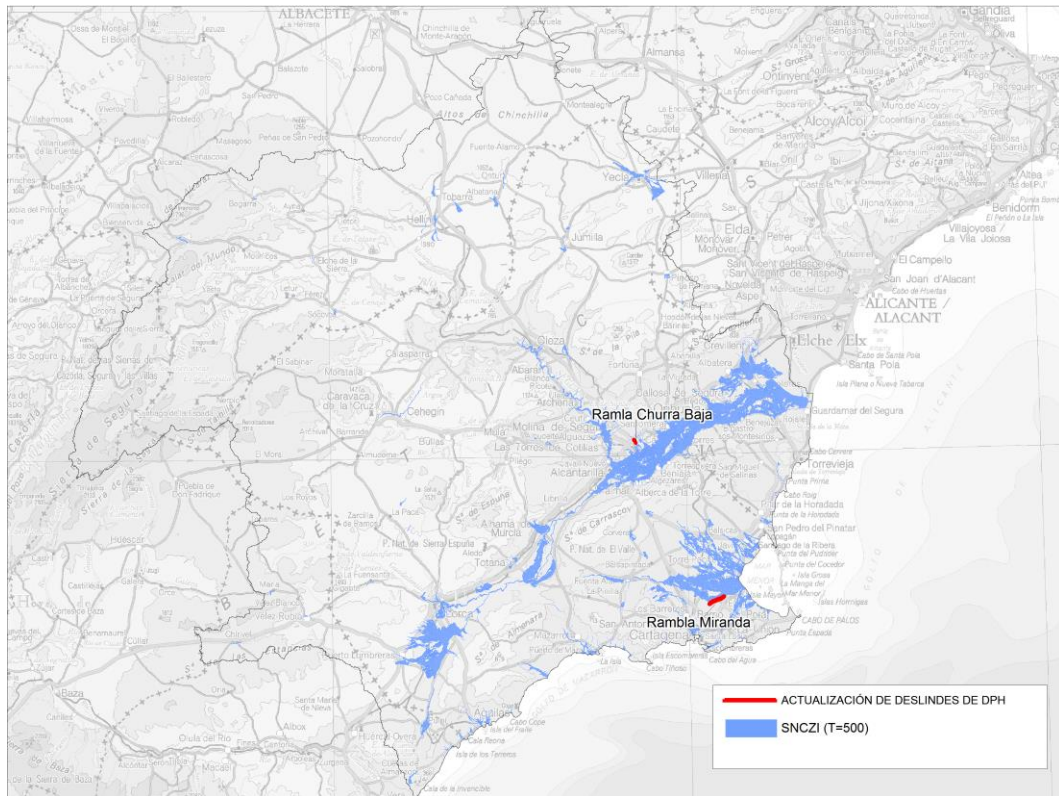


Figura 9. Actualización estudios de inundabilidad existentes .Fuente: Elaboración propia

Igualmente se han recogido las revisiones tanto del Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA) del año 2015, como del Plan Especial de Emergencias de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (PRICAM) también del año 2015. Si bien, en este último plan se ha evidenciado que las modificaciones quedaban adscritas al documento y no así al Análisis de Riesgo. Seguidamente, en la figura, se recoge la clasificación de Riesgo del PATRICOVA en la Demarcación.

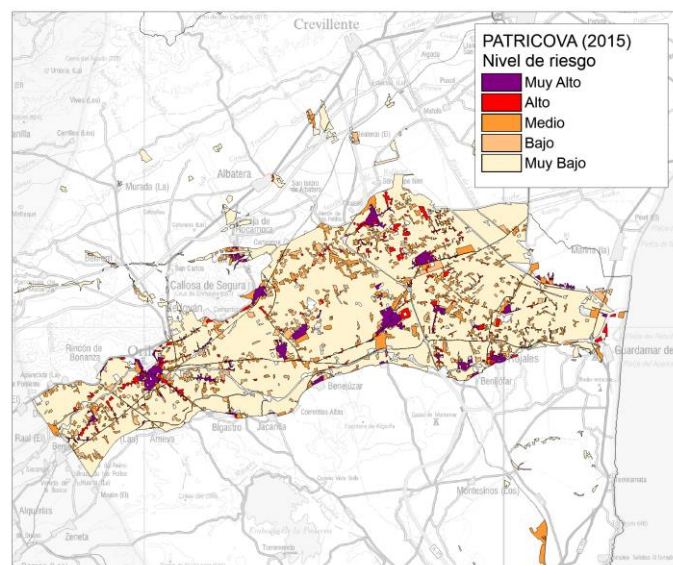


Figura 10. Niveles de riesgo del Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA) del año 2015. Fuente: Elaboración propia

Tramos de interés de diferentes Organismos:

En esta fase de revisión además se ha recopilado una colección de tramos de interés, categorizados según prioridad, del Servicio de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Se adjunta imagen a continuación:

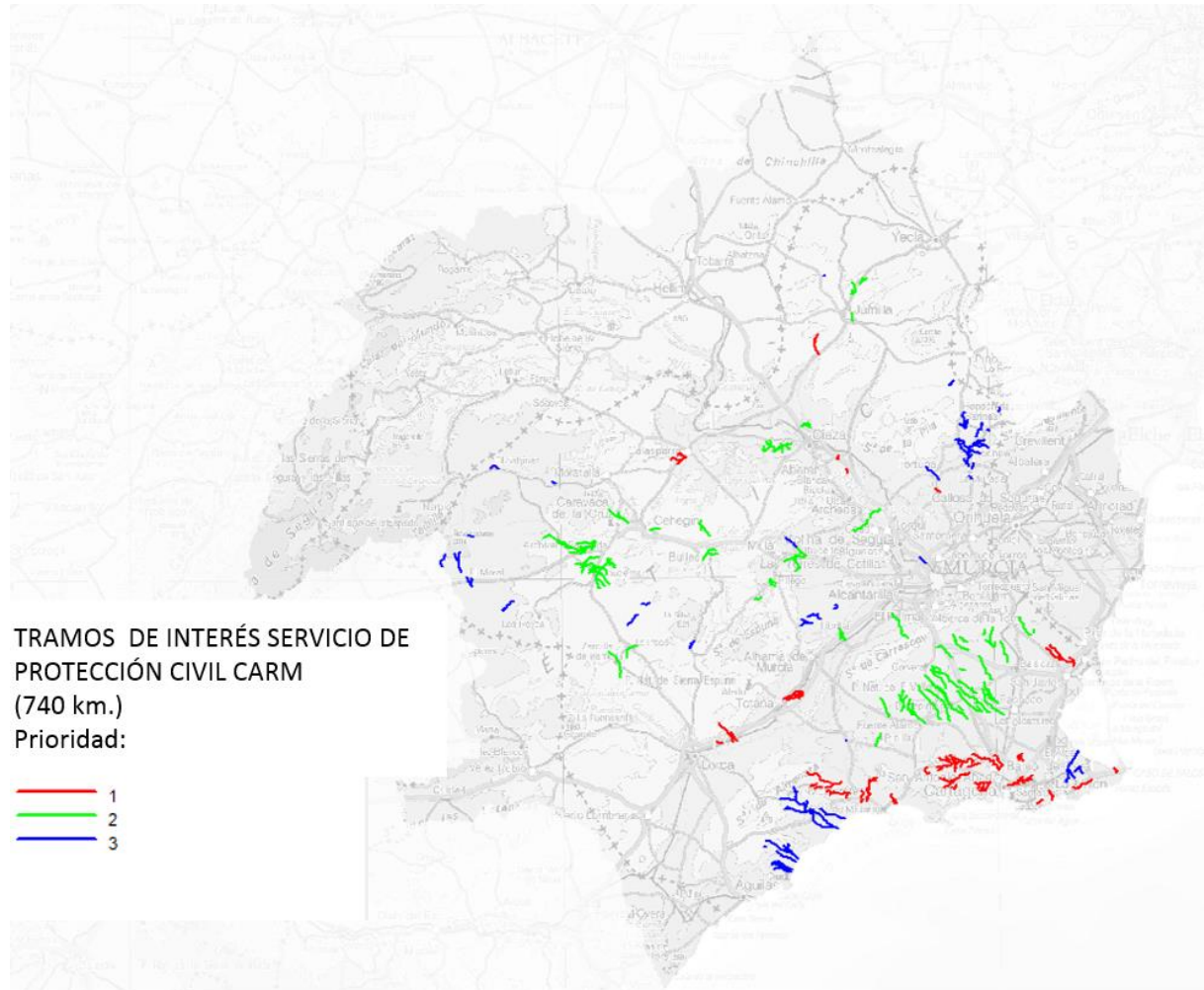


Figura 11. Tramos de interés, categorizados según prioridad, del Servicio de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en la actual fase de revisión, también se han recopilado los siguientes tramos de Interés para la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Segura. Se muestran a continuación:

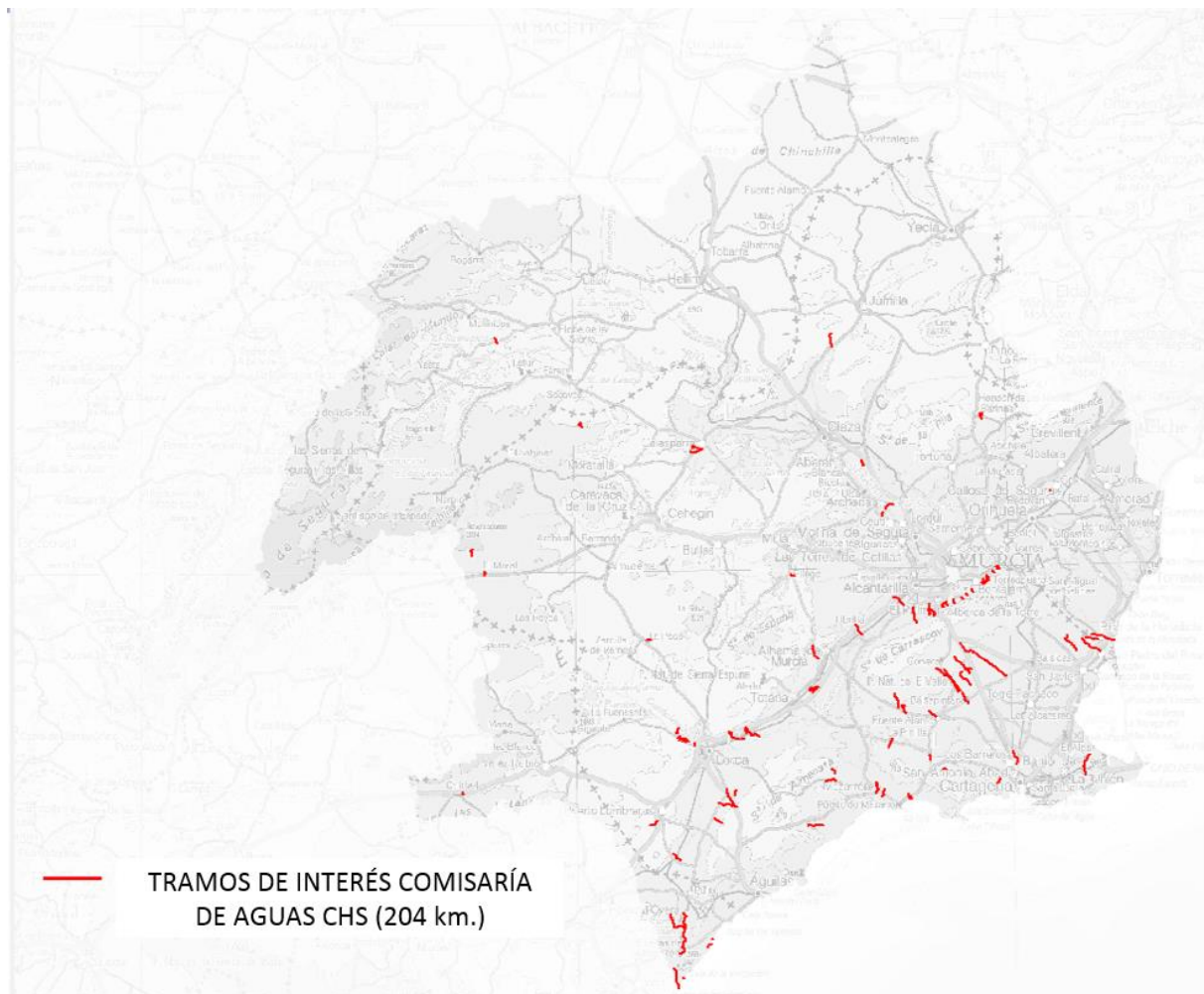


Figura 12. Tramos de interés propuestos por Comisaría de aguas de la CHS. Fuente: Elaboración propia

Zonas a investigar:

En la EPRI de 1.º ciclo se partió de la información geomorfológica contenida en el Mapa Geológico Digital de España (GEODE) del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Se identificaron las zonas potencialmente inundables seleccionando los conos de deyección, los abanicos aluviales, los fondos de valle, los depósitos de ramblas etc. Adicionalmente se incluyeron, de los grupos clasificados como “indiferenciado”, zonas potencialmente inundables en función de la evaluación de otras fuentes de información (imágenes aéreas, mapas de pendientes...). Este proceso añadió 4.589 km² que se tradujeron en una longitud equivalente de 3.325 km. Si bien es cierto que finalmente se concluyó que casi el 90% de estos tramos eran poco significativos y se finalizó contemplando solamente 345 km de estos más de 3.000.

De manera que en esta fase de revisión y con el fin de mejorar la mencionada metodología, se ha considerado contemplar como zonas a investigar el resto de la red de drenaje: aquella que no tuviera delimitada una zona inundable por un estudio previo. La longitud total de estos tramos sin estudios de inundabilidad existente es de más de 17.000 km. A continuación se adjunta una figura que ilustra estos tramos a investigar junto a la zona inundable de 500 años de estudios previos.

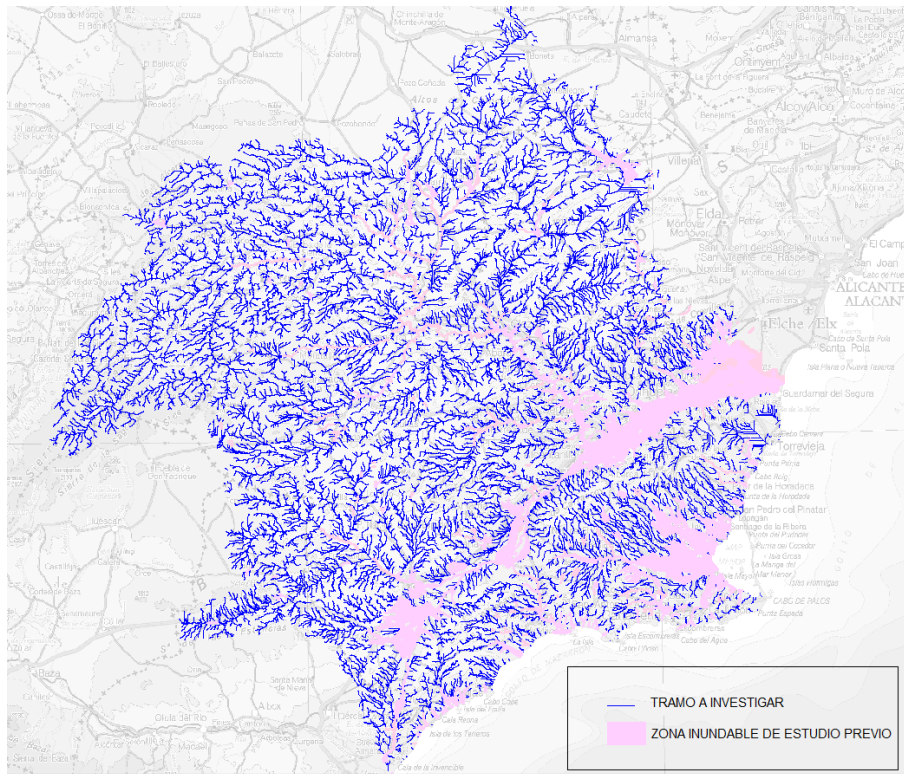


Figura 13. Tramos a investigar. Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Estimación del área inundable en los tramos identificados

Los tramos quedan clasificados en los siguientes grupos:

- Tramos con estudios de inundabilidad existentes.
- Tramos procedentes de Información histórica (no incluidos en el grupo anterior).
- Tramos de interés de diferentes Organismos.
- Tramos a investigar (resto de la red de drenaje, no incluidos en los grupos anteriores).

Hay dos clases claramente diferenciadas en relación con la posibilidad de realizar la identificación del área inundable. Por un lado, el primer grupo correspondiente a tramos en los que se han llevado a cabo estudios hidrológico/hidráulicos (delimitaciones de Dominio Público Hidráulico, Normas de Explotación, zonas inundables del SNCZI, etc.) donde sí se conoce dicha área inundable y, por otro lado, el resto de los grupos, donde es necesario estimarla.

De manera que se ha asignado el área inundable correspondiente a 500 años de periodo de retorno en los tramos con estudios de inundabilidad existentes y para el resto de los tramos se ha asignado una zona inundable equivalente a través de un estudio hidromorfológico.

Esta zona inundable va asociada a un calado máximo respecto al fondo del cauce. Con el programa TOPAZ (Topographic Parameterization software del United States Department of Agriculture – Agriculture Research Service (USDA-ARS)), se asigna a cada celda del eje del río todas aquellas celdas que vierten a ella y cuya cota sea inferior a la cota de dicha celda más n metros (se utilizó el MDT del PNOA de paso de malla de 5 metros). Si bien es cierto que no necesariamente ese calado es siempre alcanzado, como puede suceder en las zonas muy llanas. Se habla así de calado máximo, fijándose éste finalmente en 5 metros. Se

comparó la zona inundable de 5 metros de calado máximo con la zona inundable de 500 años para los tramos que tuviesen dicho estudio y se comprobó que la semejanza era notable.

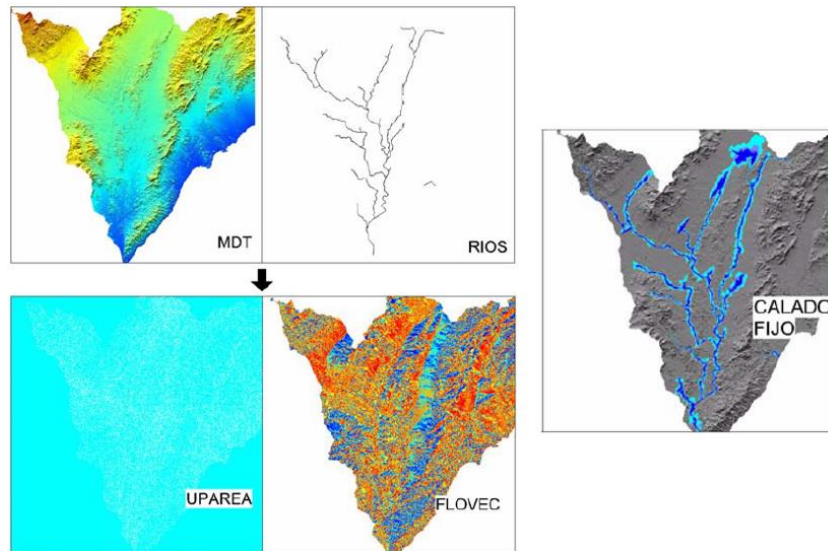


Figura 14. Fases del estudio Hidromorfológico. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra los dos tipos de zonas, la del estudio de inundabilidad existente y la equivalente a partir del estudio hidromorfológico de calado máximo.

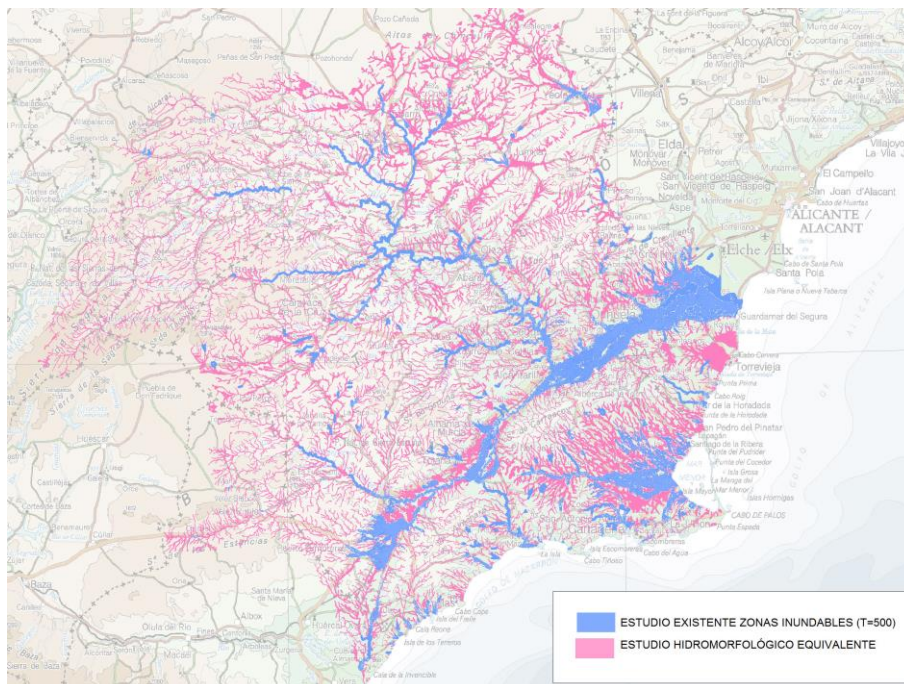


Figura 15. Zonas inundables según tipo de estudio. Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Estimación y valoración de los daños en cada tramo/zona

Para tener una valoración homogénea las extensas zonas inundables se segmentaron o bien se normalizaron a kilómetro. En la EPRI del 1.º ciclo la siguiente fase del estudio tuvo como objetivo la clasificación de las 4.206 zonas correspondientes 6.804 kilómetros de

tramos. En la presente revisión se han clasificado las 13.500 zonas correspondientes a 18.500 kilómetros de tramos.

La estimación de los daños potenciales para cada tramo o zona se ha llevado a cabo — tanto en la EPRI de 1.º ciclo como en esta revisión— a partir del cruce de los usos del suelo con la siguiente información del área inundable:

- La ocupada por la avenida de 500 años en los tramos con estudios previos.
- La calculada con el estudio hidromorfológico equivalente en los restantes tramos de cauce.

Los usos del suelo en el 1.º ciclo se obtuvieron a partir de diversas fuentes complementarias (CORINE LC, BCN25, ortofotografías del PNOA, etc.) donde se distinguieron: usos asociados a zonas urbanas, industriales o agropecuarias; servicios esenciales (autovías, carreteras de primer orden, equipamiento sanitario, etc.); infraestructuras del transporte; exposición medioambiental (lugares con especial protección, depuradoras, desaladoras, industrias contaminantes, etc.) y bienes históricos.

En esta revisión, la actualización del mapa de usos de suelo (ver plano nº1 del ANEXO 1. PLANOS) se ha realizado utilizando fuentes cartográficas más actuales como el SIOSE de 2011, la Red de Transporte del Instituto Geográfico Nacional (2017), la cobertura de Usos de Suelo Urbano y Urbanizable proporcionada por la Dirección General de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana (2018), la cobertura de carreteras proporcionada por la Dirección General de Infraestructuras de la Junta de Andalucía así como la Red de Carreteras de Castilla la Mancha en formato vectorial, el Catálogo de la Red Autonómica de Carreteras y el Mapa de Carreteras que la Dirección General de Carreteras y Transportes, junto con la Dirección General de Planificación Territorial y Sostenibilidad, de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha, que edita periódicamente y cuya última edición es de 2018 (coincidentes estas últimas con la información de la Red de Transporte del IGN).

La estimación de daños se ha realizado, tanto en la EPRI de 1.º ciclo como en la actual revisión, mediante la superposición del área inundable con la cobertura de los usos del suelo, ponderados estos últimos con los criterios de baremación recogidos en la tabla siguiente. Dicha tabla ha sido elaborada a partir de la información procedente de diferentes fuentes: Federal Emergency Management Agency de Estados Unidos (FEMA), Department for Environment, Food and Rural Affairs del Reino Unido (DEFRA) y Agencia Catalana del Agua (ACA).

ID	ELEMENTO	Ud	Valoración	ID	ELEMENTO	Ud	Valoración	ID	ELEMENTO	Ud	Valoración
1	Actividad industrial PRTR	m ²	54.54	24	Edificio religioso	m ²	37.13	7	Autovías/Autopistas	m	1599.68
2	Administrativo Institucional	m ²	83.45	25	Educación	m ²	84.73	11	Canales	m	236.95
3	Aeródromo	m ²	37.83	26	Entidad de población <10.000 hab	m ²	88.25	12	Carretera autonómica de 1er orden	m	454.54
4	Aeródromo (zona aterrizaje)	m ²	31.84	27	Entidad de población >10.000 hab	m ²	89.02	13	Carretera autonómica de 2º orden	m	207.56
5	Aeropuerto	m ²	57.83	28	ETAP	m ²	58.03	14	Carretera autonómica local	m	190.62
6	Aeropuerto (zona aterrizaje)	m ²	51.84	30	Frutales	m ²	0.096	29	Ferrocarril Convencional	m	686.32
8	BIC	m ²	35.16	31	Invernaderos	m ²	0.199	33	Otras carreteras	m	166.35
9	Bomberos	m ²	83.44	32	Monumento	m ²	37.13	39	Red de carreteras del Estado	m	545.45
10	Campings	m ²	86.76	34	Otros (Históricos)	m ²	23.27				
15	Cementerio	m ²	29.70	35	Otros cultivos	m ²	0.053				
16	Centrales	m ²	49.78	36	Parque recreativo	m ²	28.29				
17	Comercial y Oficinas	m ²	90.55	37	Penitenciario	m ²	89.96				
18	Complejo Hotelero	m ²	90.16	38	Puerto	m ²	57.83				
19	Deportivo	m ²	28.29	40	Residuos, vertedero y escombreras	m ²	32.60				
20	Depósitos	m ²	51.84	41	Sanitario	m ²	100.00				
21	Desaladora	m ²	64.12	42	Subestaciones	m ²	49.78				
22	EDAR	m ²	58.03	43	Uso industrial	m ²	51.18				
23	Edificación aislada	m ²	86.21	44	Yacimiento	m ²	31.79				

Tabla 5. Usos de suelo valorados Fuente: FEMA, DEFRA Y ACA

La valoración se ha expresado mediante un factor adimensional procedente de la valoración económica unitaria de los diferentes elementos de usos del suelo.

A partir de esta baremación se obtiene un daño medio para cada uno de los tramos o zonas, cuya longitud calculada es de 1 kilómetro. En el caso de las zonas del estudio hidromorfológico equivalente este daño medio se multiplicó por un factor corrector de 0,7 pues en la EPRI de 1.º ciclo se comprobó que, a pesar de la notable equivalencia, en estas zonas se podía conducir a una sobrevaloración de los daños.

3.1.1.4 Clasificación de los tramos o zonas

En la figura siguiente se representa la totalidad de las 3.480 zonas de la EPRI de 1.º ciclo y de las 13.500 de la revisión actual ordenados, en abscisas, en función de la magnitud del daño:

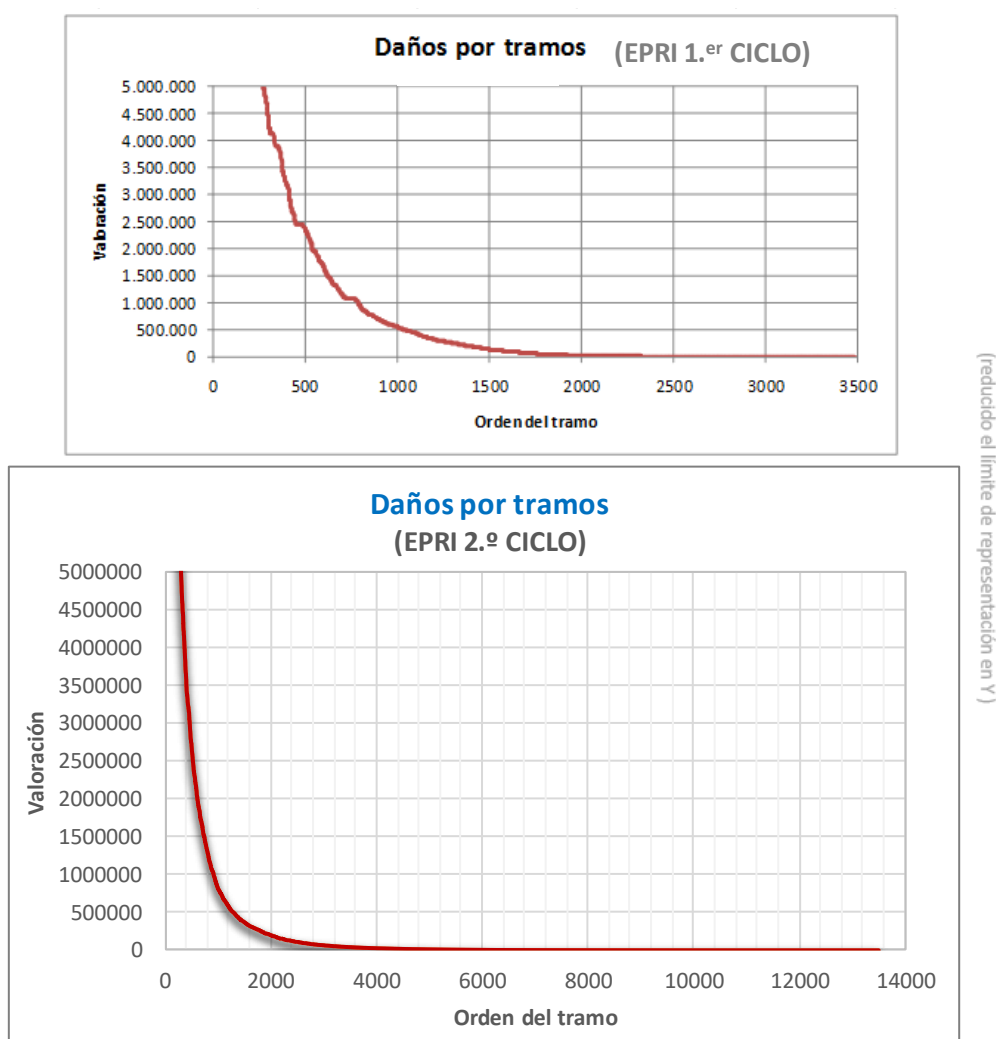


Figura 16. Daños por tramos, EPRI 1.º ciclo arriba y EPRI 2.º ciclo abajo. Fuente: Elaboración propia

3.1.1.5 Definición de umbrales e identificación de las áreas de riesgo potencial significativo de inundación

Obtenida la puntuación por tramos se ha procedido a realizar el análisis de los resultados con el objeto de definir los impactos significativos y las consecuencias negativas potenciales.

Se ha analizado la valoración acumulada comprobando que el cambio de tendencia de la curva corresponde al tramo número 375, hasta el cual se concentra el 80 % de los daños (en la EPRI de 1.º ciclo se correspondía con el 85% debido al menor número de zonas). La valoración de daño en este tramo es igual a 3.900.000, valor empleado como corte, de forma que los tramos de menor puntuación quedarían descartados.

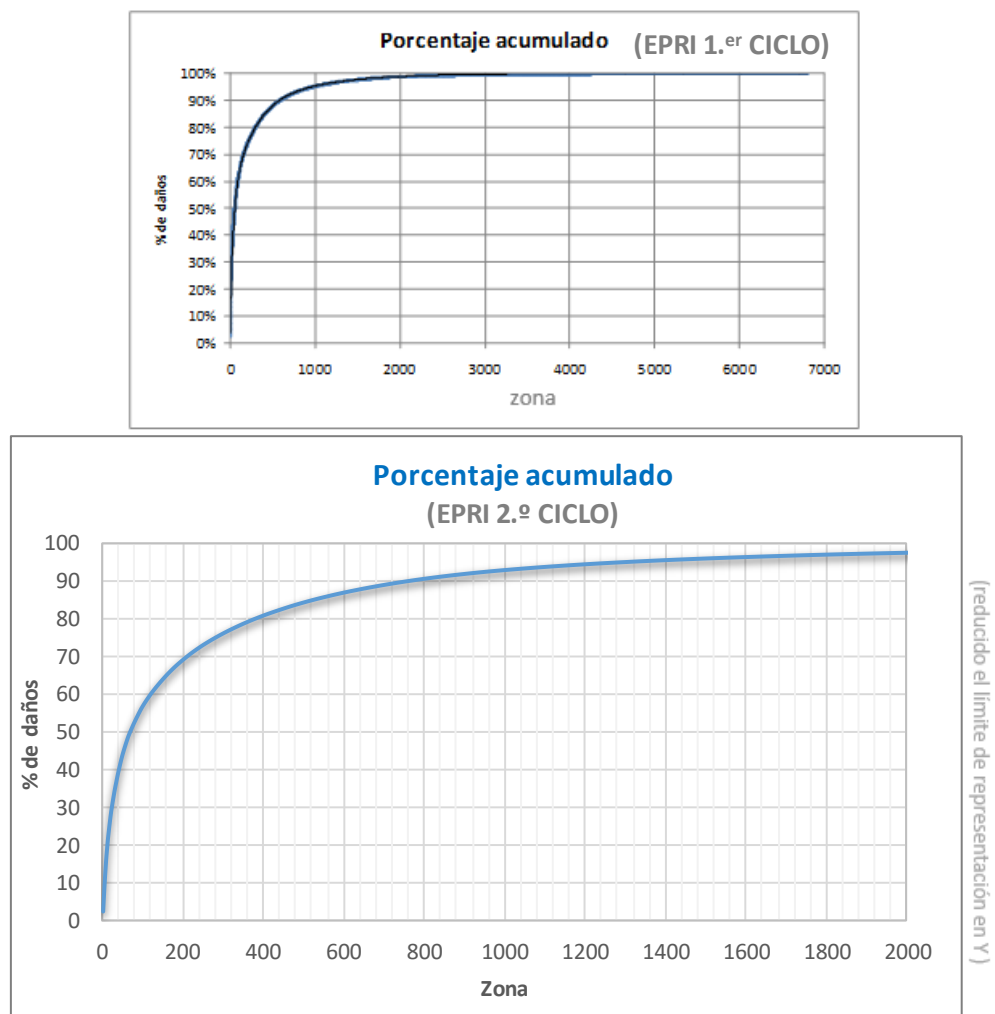


Figura 17. Porcentaje acumulado de daños, EPRI 1.º ciclo arriba y EPRI 2.º ciclo abajo. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, después del análisis pormenorizado de cada tramo y a partir de las consideraciones realizadas por técnicos de la Confederación Hidrográfica del Segura, se considera recomendable la inclusión de los nuevos tramos ARPSIs que figuran en la siguiente tabla y que quedan trazados en la imagen de más abajo. Tramos en los que, además, se han producido episodios de inundación en los últimos años.

Código de Tramo	Nombre	Longitud (km)	Código ARPSI	Evento relacionado
ES070/0016-04	Rambla de Benipila	1,33	ES070/0016	Septiembre 2014 Septiembre 2009
ES070/0012-12	Sin Nombre (La Torre Golf y Terrazas La Torre)	7,53	ES070/0012	Diciembre 2016 Septiembre 2009
ES070/0006-20	Río Segura (Ceutí)	17,83	ES070/0006	-
ES070/0015-08	Rambla de los Aznares	3,37	ES070/0015	Septiembre 2014
ES070/0016-05	Rambla del Portús	1,39	ES070/0016	Septiembre 2009

Tabla 6. Tramos de ARPSI nuevos (actualización). Fuente: elaboración propia.

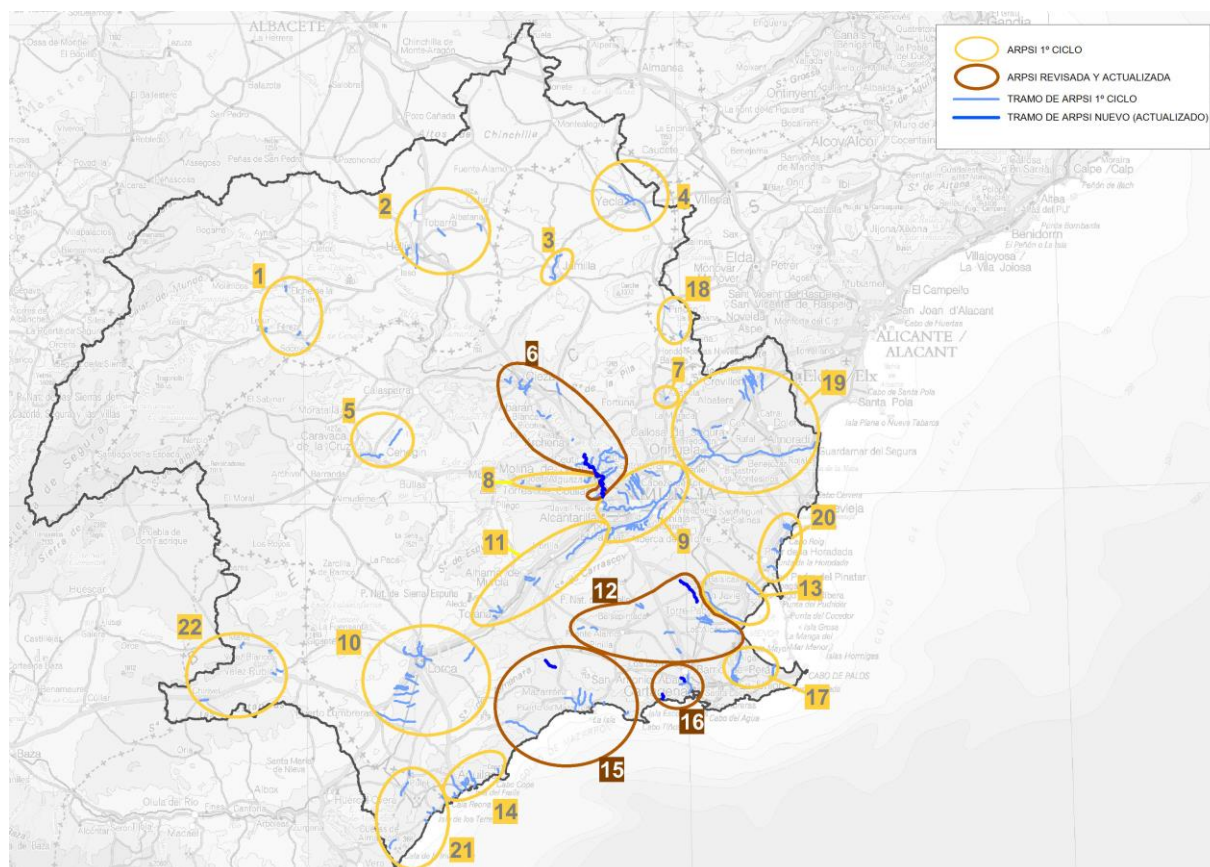


Figura 18. Revisión y actualización ARPSIs (EPRI 2.º ciclo). Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Análisis de tramos a eliminar ARPSI 1.º ciclo

Para considerar si alguna ARPSI debe ser excluida en este 2.º ciclo, se ha recurrido a la caracterización de las ARPSIs llevada a cabo en el vigente Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI). Si bien es cierto que los parámetros que permiten esta caracterización proceden de los trabajos realizados para la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación previos a dicho plan.

A partir de la caracterización se determinan los índices de peligrosidad y riesgo de inundación de cada ARPSI. Esta normalización de los parámetros permite realizar comparaciones entre ARPSIs y realizar la selección y priorización de las medidas que

forman parte de los programas de medidas de los planes de gestión del riesgo de inundación.

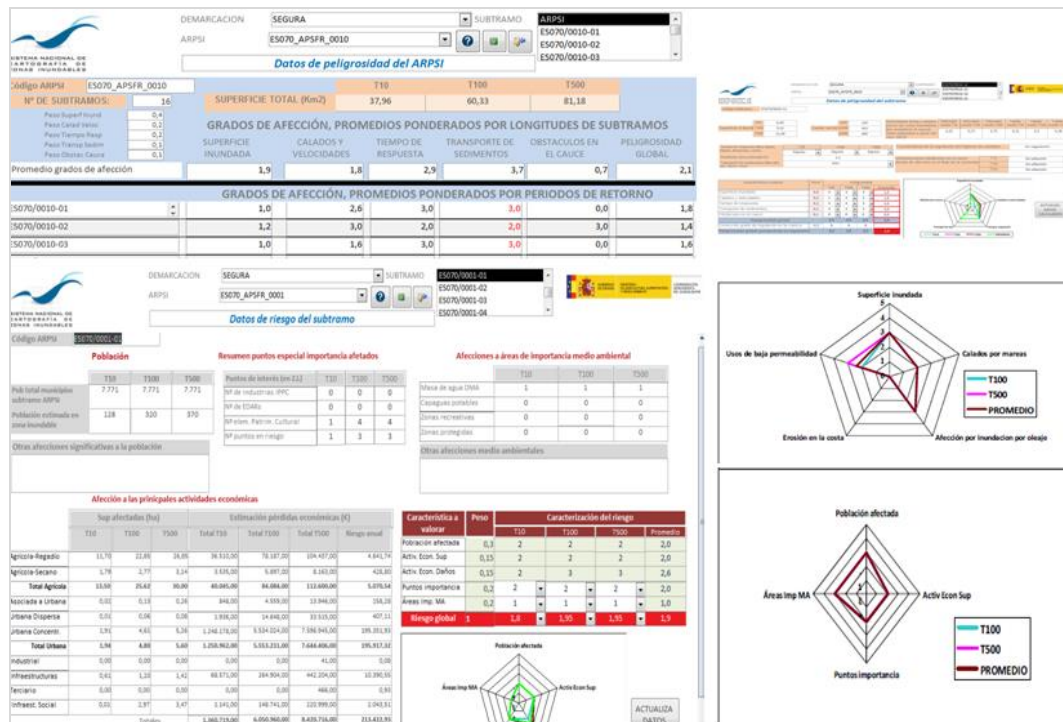


Figura 19. Aplicación para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo. DH Segura.

Del análisis de esta caracterización se ha evidenciado que las ARPSIs 5 y 7, como se aprecia en los diagramas siguientes, poseen los valores más bajos de peligrosidad y riesgo.

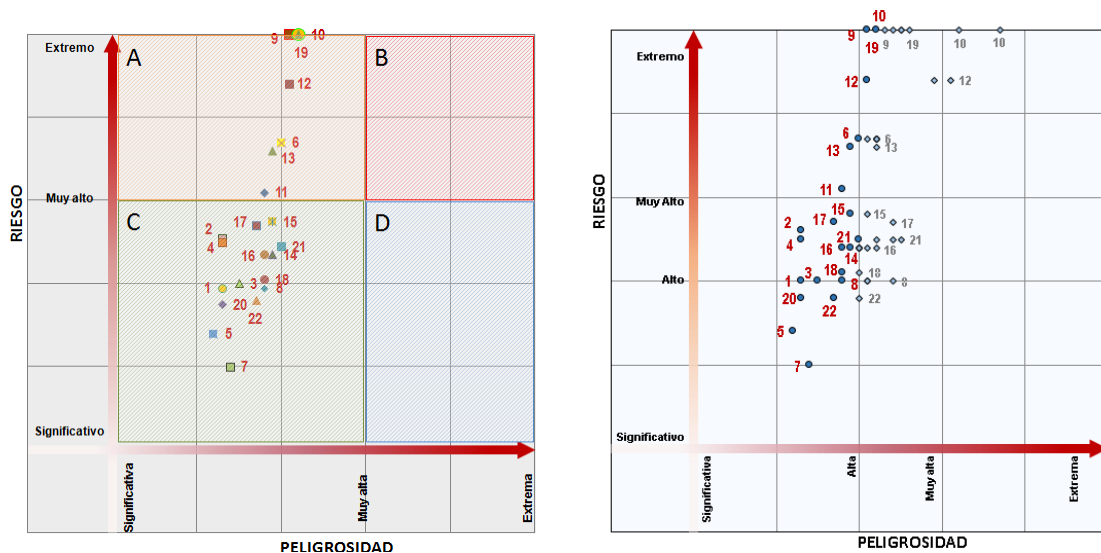


Figura 20. Diagrama de peligrosidad y riesgo de inundación de las ARPSIs de la DH del Segura. A la derecha se muestran las 22 ARPSIs de la DHS y a la izquierda, en rojo las ARPSIs y en gris los tramos con valores mayores cifras de peligrosidad dentro de cada ARPSI.

Seguidamente se ha consultado la valoración del daño de las zonas inundables correspondientes a esas ARPSIs (ver apartado 3.1.1.3 Estimación y valoración de los daños en cada tramo/zona) para determinar si se sitúan por encima o por debajo del umbral donde

se concentran el 80% de los daños (fijado en el apartado 3.1.1.5 *Definición de umbrales e identificación de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación*).

En la tabla siguiente se muestra dicha inclusión, junto con la procedencia y los valores del riesgo y peligrosidad derivados de la caracterización.

ARPSI	Nombre	Peligrosidad	Riesgo	Por encima del umbral de 80% daño	Procedencia
ES070_APSFR_0007	Núcleo Abanilla	1,4	1,0	NO	Histórico con daños
ES070_APSFR_0005	Río Argos	1,2	1,4	NO	Histórico con daños

Tabla 7. ARPSIs con menor peligrosidad y Riesgo. Fuente: Elaboración propia

Se concluye que a pesar de tener estas dos ARPSIs los valores más bajos de peligrosidad y riesgo, no se contempla su eliminación por la existencia en ambas de referencias históricas de inundaciones fluviales causantes de daños.

3.2 Inundaciones de origen pluvial

3.2.1 Caracterización

3.2.1.1 Aspectos metodológicos

Las inundaciones pluviales son aquellas que se producen derivadas de altas intensidades de precipitación, que pueden provocar daños “in situ” y que pueden evolucionar y derivar a su vez en inundaciones significativas cuando la escorrentía se concentra en corrientes de pequeña magnitud y producir desbordamientos. Como se ha comentado con anterioridad, de acuerdo el 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.

Para la identificación de las zonas con mayor riesgo por inundación pluvial se han estudiado tres factores con sus correspondientes análisis: histórico, topográfico e hidrometeorológico. Las zonas de mayor riesgo por inundación pluvial se han identificado a partir de la conjugación de estos trabajos y de los usos de suelo con más riesgo. Es decir, habría zonas que por sus características topográficas (zonas con falta de drenaje superficial), meteorológicas e hidrológicas podrían sufrir episodios de inundaciones pluviales. Estos factores son independientes del estado y capacidad de las redes de saneamiento, que pueden provocar inundaciones pluviales pero quedan fuera del ámbito de este estudio.

El Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) y TRAGSATEC han elaborado un trabajo titulado “*Estudio de las zonas con drenaje insuficiente que puedan verse afectadas por precipitaciones severas*” (2018), pendiente de publicación, en el que se ha analizado todos estos factores. En la siguiente imagen se puede ver un esquema resumido de la metodología y los aspectos tenidos en cuenta en este estudio:

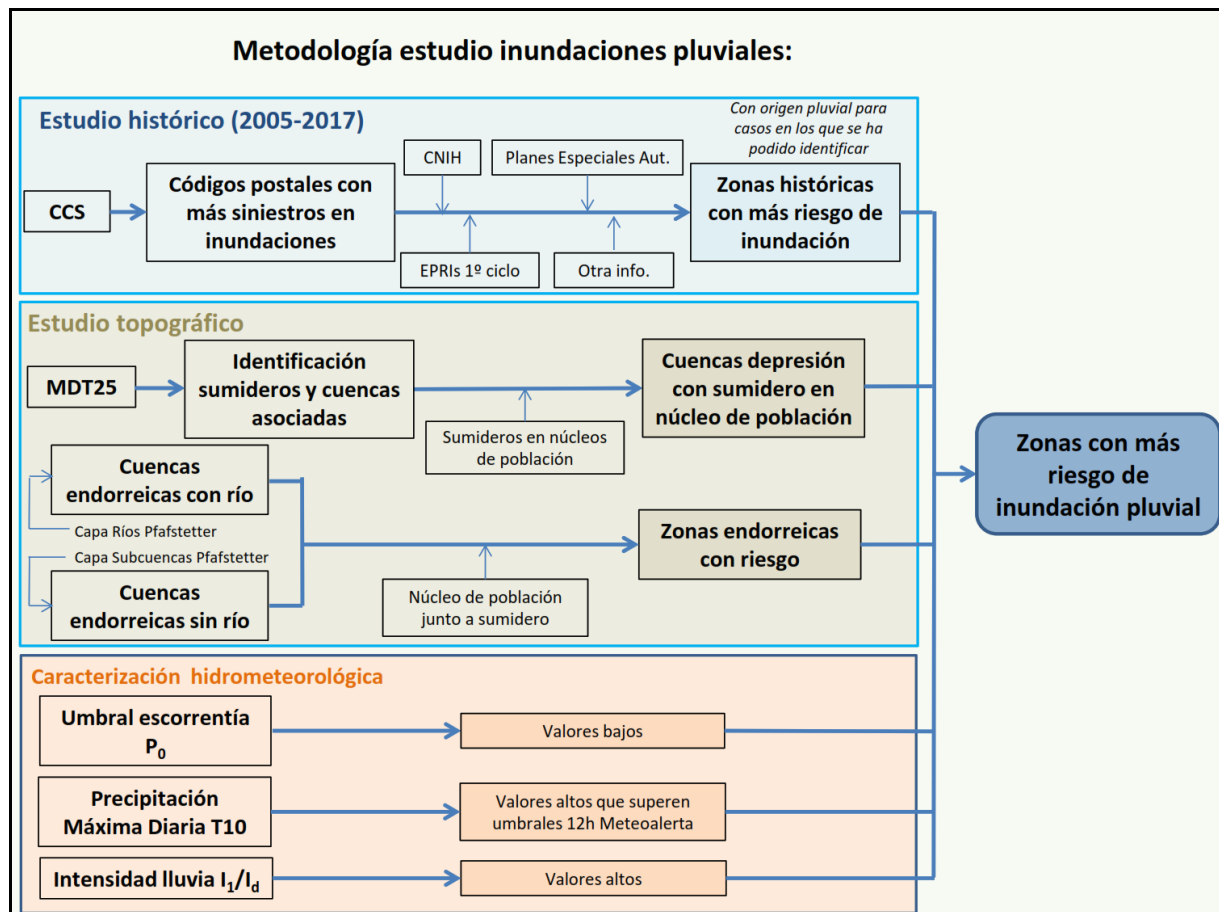


Figura 21. Esquema de la metodología de este estudio de inundaciones pluviales. Incluye información analizada y factores tenidos en cuenta para identificar las zonas con mayor riesgo de inundación pluvial. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Este estudio ha sido completado mediante una identificación de zonas que han sufrido daños durante el periodo de revisión (2011-2018), así como con información similar de varias fuentes.

Una vez delimitadas las zonas susceptibles de sufrir inundaciones pluviales se calculó la precipitación areal de las mismas como la diferencia entre la precipitación máxima diaria correspondiente a 500 años de periodo de retorno y la asociada a la de 10 años de recurrencia, entendiéndose esta última como la asumible según el criterio de diseño de la red de saneamiento. La información base empleada fueron los mapas de precipitación del trabajo de *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular* realizado por el CEDEX (1999).

A partir de este dato de precipitación y consultando la relación calado-daño elaborada por el Consorcio de Compensación de Seguros en la *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*, se asignó a cada zona el valor de daños correspondiente a la precipitación areal de la zona. En la figura siguiente se muestra tanto el gráfico como los resultados del porcentaje de daño asignado a cada zona.

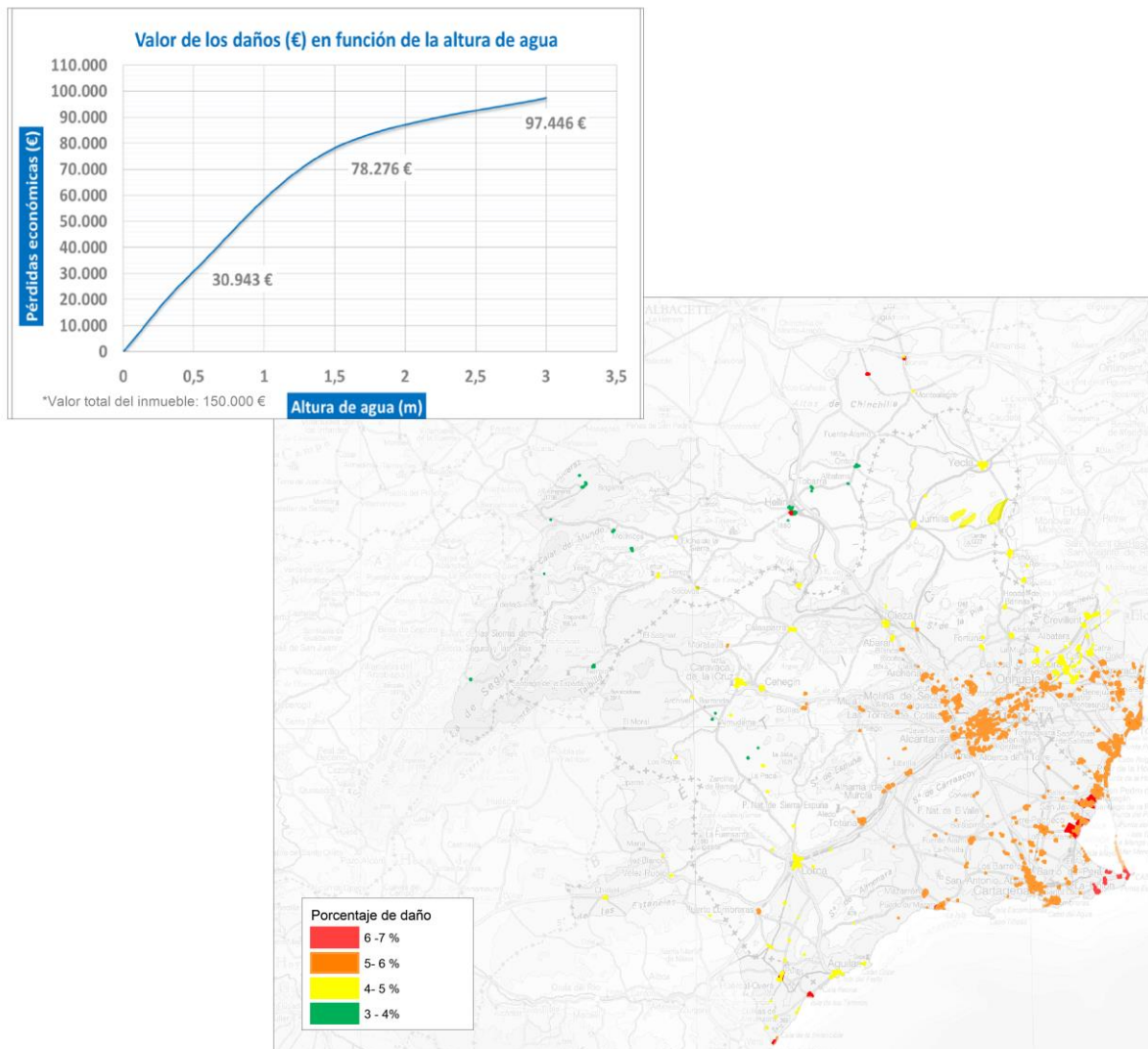


Figura 22. Gráfico del valor de los daños potenciales en función de la altura de agua en una vivienda teórica y mapa con el porcentaje asignado a cada zona Fuente gráfico: Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones. Fuente mapa: Elaboración propia.

Finalmente se cruzaron los usos de suelo valorados con dichas zonas y se le aplicó a cada zona, normalizada a kilómetro previamente, dicho porcentaje de daño, comprobando que ninguna de ellas superaba el valor de daño de 3.900.000, fijado en el apartado 3.1.1.5 *Definición de umbrales e identificación de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación*.

Por último se ha realizado una identificación los tramos ARPSI cuya su tipología se pueda definir como pluvial-fluvial. Para este último punto se han identificación aquellas zonas con falta de drenaje, altamente vulnerables, valoradas tal y como se explicó en párrafos anteriores y cuya inundación se asocie a una corriente (tramo ARPSI) de pequeña magnitud.

3.2.1.2 Estudio histórico (2005-2017)

Resumen del estudio del MITECO-TRAGSATEC

En el estudio del MITECO-TRAGSATEC se analizó la ocurrencia de las inundaciones pluviales en España en los últimos años basándose en la información disponible de eventos

de inundación y daños ocasionados. Para ello se dispuso de datos de diversas fuentes, destacando por su nivel de detalle la información remitida por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), en la que se recopilaron y localizaron todos los datos de siniestros (expedientes) por inundación producidos durante el periodo 2005-2017. Por esta razón, la información del CCS fue la principal fuente.

Las inundaciones consideradas por el CCS se ciñen a “inundaciones extraordinarias”, excluyéndose la inundación “costera/embate de mar”, pero no se distingue entre inundación fluvial y pluvial. Para discernir entre evento por inundación fluvial o pluvial, fueron necesarias una serie de análisis posteriores y la consulta de otras fuentes en las que, en ocasiones, se incluyó información sobre la causa de la inundación (por ejemplo, desbordamiento de un cauce), pero no siempre fue posible realizar esta distinción.

Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas para el estudio histórico del trabajo del MITECO-TRAGSATEC durante el periodo 2005-2017 son las siguientes:

- Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), fue la base principal por ser su registro de siniestros sistemático, completo, cuantificado y actualizado. La información disponible son tablas proporcionadas por el propio CCS.
- Otras fuentes:
 - Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH) de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCyE), a través de su plataforma web. Actualizado a diciembre de 2010.
 - Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación del 1.º ciclo, recopilación de inundaciones históricas. Recogen las inundaciones acaecidas en la Demarcación hasta 2010.
 - Planes Especiales autonómicos de Protección Civil ante el riesgo de inundación. En ellos es posible encontrar identificadas zonas de riesgo por precipitación “in situ”, o una recopilación de inundaciones históricas.
 - Resúmenes ejecutivos de episodios de inundaciones octubre 2009-septiembre 2011 del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (MARM). Son publicaciones con periodicidad semanal en las que se recogían los principales episodios de inundaciones registrados en cada cuenca así como los daños ocasionados.
 - Informe de seguimiento del PGRI 1.º ciclo, 2016. Este informe contiene un apartado en el que se describen los episodios más importantes de inundación ocurridos en ese año.
 - Otras fuentes, como puedan ser por ejemplo, la web de la CH Segura donde existe una página dedicada a la recopilación de riadas en la cuenca a lo largo de la historia o la hemeroteca.

Información del CCS

Las tablas remitidas por el CCS para este estudio incluían todos los datos de siniestros (expedientes) por inundación extraordinaria producidos en el periodo 2005-2017 en cada

provincia, y recogen la fecha del siniestro, localización (código postal, municipio/población, provincia y autonomía), causa (tipo de siniestro) y riesgo (bien afectado).

El tipo de bien afectado se refiere a bienes inmuebles (viviendas y comunidades de propietarios; oficinas; industriales; comercios, almacenes y resto de riesgos) y obras civiles. De estos bienes, las viviendas y comunidades de propietarios son las que suman, con diferencia, el mayor número de siniestros recogidos. Se excluyeron los vehículos automóviles del análisis de los siniestros ya que no es posible georreferenciar el lugar del suceso (los expedientes se localizan por el taller donde se reparan y no por el lugar de ocurrencia del siniestro).

Por tanto, los usos de suelo afectados que se consideraron fueron el urbano (concentrado o disperso), el industrial, las infraestructuras (obra civil) y el equipamiento municipal (infraestructura deportiva, social, etc.), excluyéndose los usos agrarios, que cubre en el ámbito del aseguramiento ENESA.

Los datos remitidos por el CCS fueron agregados por código postal (C.P.) para el periodo 2005-2017, teniendo en cuenta que puede haber municipios con varios C.C.P.P., o un C.P. que se extienda por varios municipios. La cartografía de códigos postales utilizados data de 2015.

Así, para la DH Segura, se obtuvo el siguiente mapa de siniestros por C.P., que se comparó con las ARPSIs y zonas inundables para T10 del 1.º ciclo y que se detalló para las zonas de Murcia, Mar Menor y provincia de Alicante incluidas en la DH del Segura. También se elaboró una tabla con los C.C.P.P. con mayor número de siniestros (más de 300), las fechas concretas con más siniestros registrados (más de 300) y un ejemplo con los datos del evento del 17 a 19 de diciembre de 2016 en Los Alcázares (el de mayor número de siniestros dentro de un C.P. ocurrido durante el periodo 2005-2017).

No se tuvieron en cuenta los códigos postales 03400 y 04600 ya que, aunque parte de ellos están en el ámbito de la DH del Segura, el núcleo urbano principal está en otra Demarcación. El 03400 pertenece a Villena (Alicante) y en él se registraron 354 siniestros, pero el núcleo de Villena se sitúa en el ámbito del Júcar. El 04600 pertenece a Huércal-Overa (Almería) y en él se registraron 286 siniestros, pero el núcleo de Huércal-Overa está ubicado dentro de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.

Código Postal	Término Municipal (población)	Provincia	Nº siniestros 2005-2017
30710	Los Alcázares	Murcia	2.123
30800	Lorca (casco urbano y Campillo)	Murcia	1.178
30860	Puerto de Mazarrón (Mazarrón)	Murcia	952
30500	Molina de Segura (centro urbano y alrededores)	Murcia	633
30509	Molina de Segura (urbanizaciones y pedanías)	Murcia	447
30813	Lorca (pedanías)	Murcia	422
03300	Orihuela (casco urbano)	Alicante	400
30720	San Javier (Santiago de la Ribera)	Murcia	371
30007	Murcia (Zarandona y alrededores)	Murcia	350
30880	Águilas (casco urbano)	Murcia	316
03184	Torrevecilla (Las Torretas y El Chaparral)	Alicante	315

Código Postal	Término Municipal (población)	Provincia	Nº siniestros 2005-2017
30740	San Pedro del Pinatar (casco urbano y Lo Pagán)	Murcia	304
30380	Cartagena y San Javier (La Manga del Mar Menor)	Murcia	303

Tabla 8. Códigos postales en la DH Segura con mayor número de siniestros (más de 300) por inundación registrados por el CCS en el periodo 2005-2017. Se indican los términos municipales y, en su caso, las poblaciones o lugares que abarca el código postal. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Fecha siniestro	Nº siniestros	
	Total	De los cuales
28/09/2012	6.310	1.037 en el C.P. 30800 (Lorca) y 366 en el C.P. 30813 (Lorca)
18/12/2016	4.008	1.303 en el C.P. 30710 (Los Alcázares)
28/09/2009	1.234	357 en el C.P. 30860 (Puerto de Mazarrón)
17/12/2016	1.118	211 en el C.P. 30710 (Los Alcázares)
19/12/2016	1.035	491 en el C.P. 30710 (Los Alcázares)
22/09/2014	651	154 en el C.P. 30110 (Churra-Cabezo de Torres)
13/08/2010	606	169 en el C.P. 30500 (Molina de Segura)
23/09/2008	537	186 en el C.P. 03205 (Elche)
29/09/2009	366	66 en el C.P. 03184 (Torrevieja)
17/08/2010	314	199 en el C.P. 30880 (Águilas)
26/09/2014	306	91 en el C.P. 30203 (Cartagena)
27/09/2009	304	155 en el C.P. 30860 (Puerto de Mazarrón)

Tabla 9. Fechas con mayor número de siniestros (más de 300) según el CCS en la DH Segura en el periodo 2005-2017. En la columna de la derecha se destacan el número de siniestros en los códigos postales con más siniestros en cada fecha. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

C.P. 30710 (Los Alcázares). Evento 17 a 19 diciembre 2016. Fuente: CCS		
Fecha	Tipo de bien afectado	Número siniestros
17/12/2016	Comercios, almacenes y resto de riesgos	19
	Oficinas	2
	Viviendas y comunidades de propietarios	190
	Total siniestros	211
18/12/2016	Comercios, almacenes y resto de riesgos	139
	Industriales	11
	Oficinas	14
	Viviendas y comunidades de propietarios	1139
	Total siniestros	1303
19/12/2016	Comercios, almacenes y resto de riesgos	29
	Industriales	3
	Oficinas	5
	Viviendas y comunidades de propietarios	454
	Total siniestros	491
Total siniestros 17 a 19-12-2016		2005

Tabla 10. Ejemplo de información sobre tipo de bien afectado y siniestros del evento de diciembre de 2016 en el CP 30710 (Los Alcázares). Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

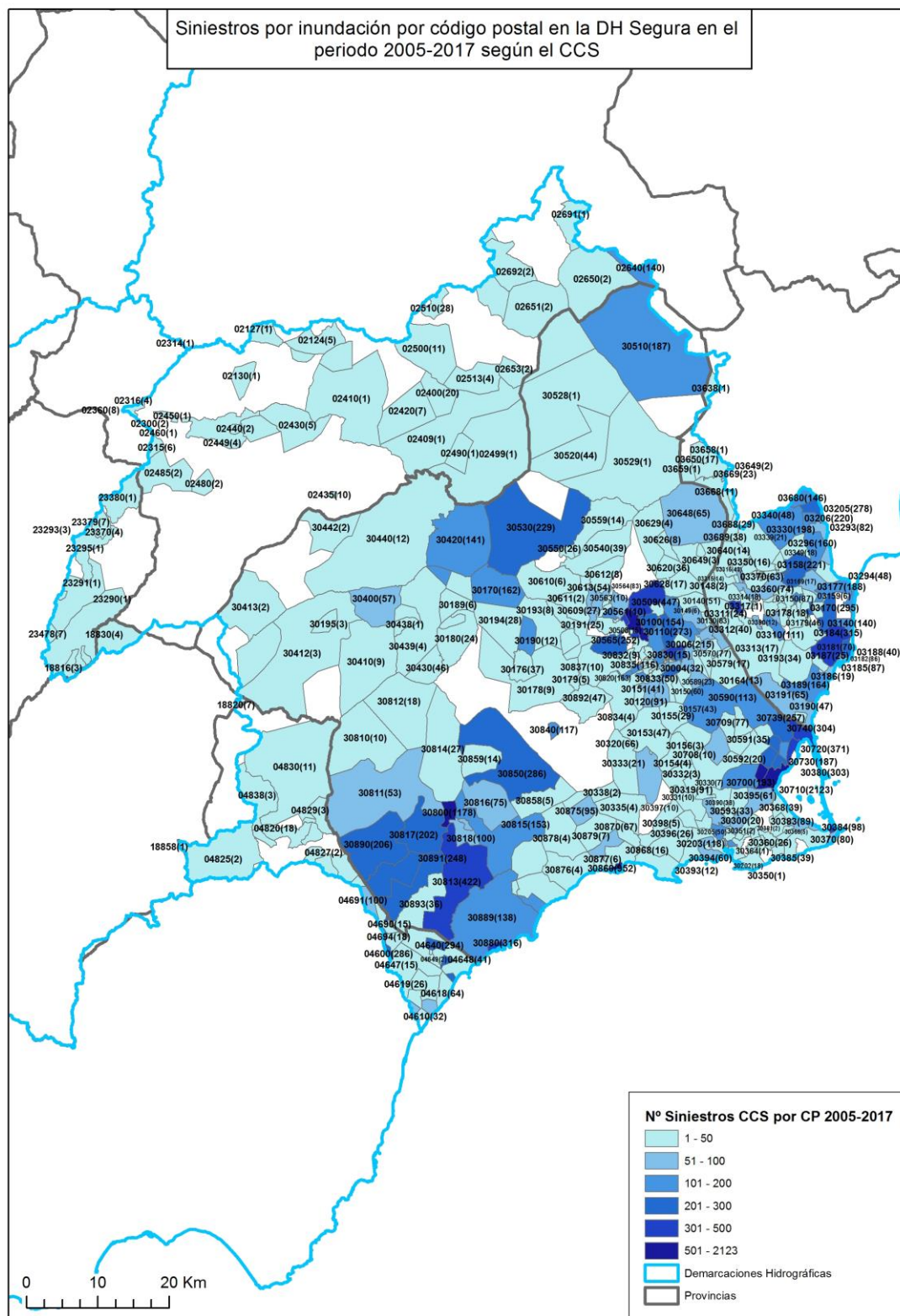


Figura 23. Siniestros por inundación por código postal recopilados por el CCS en el periodo 2005-2017 en la DH Segura. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

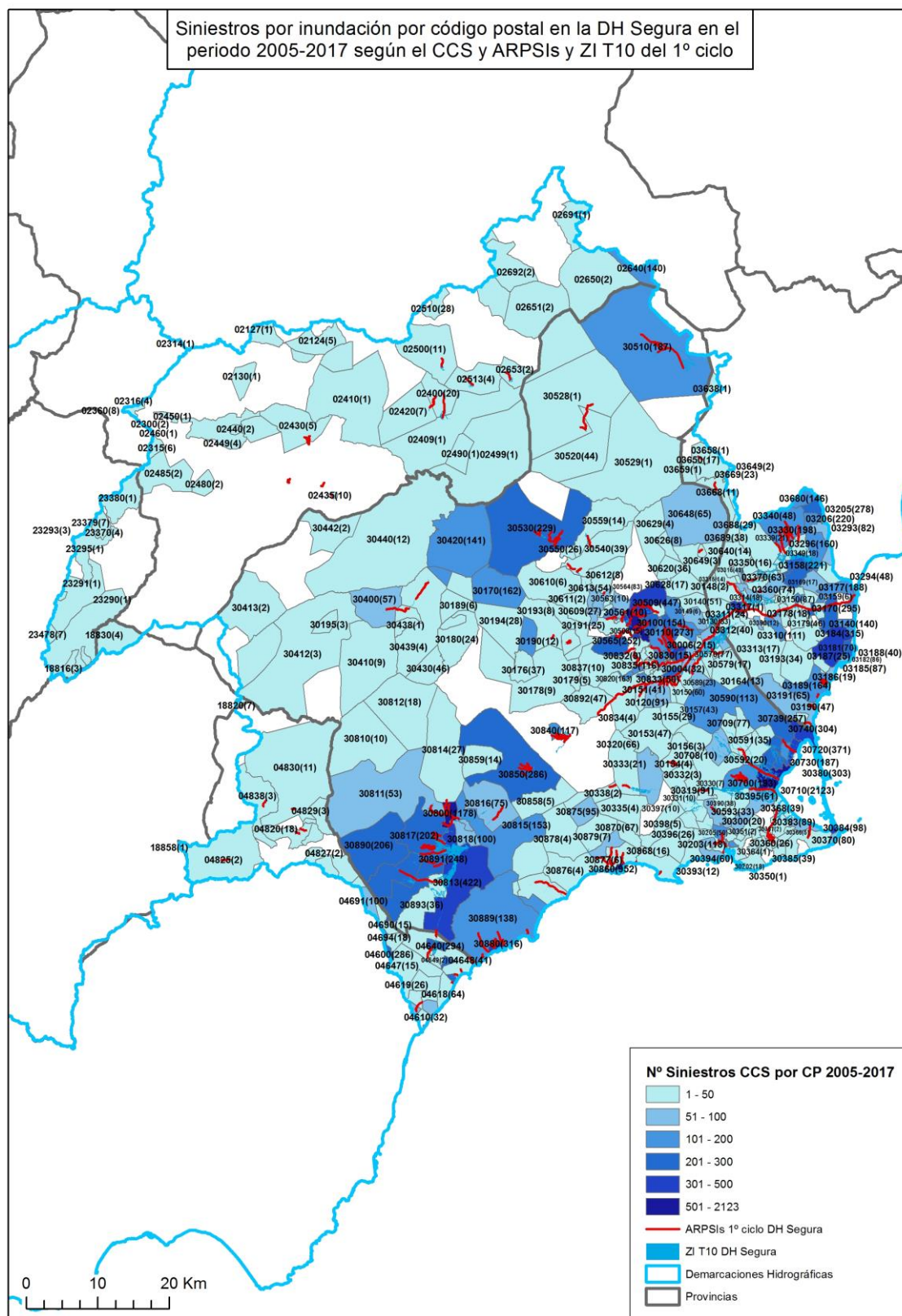


Figura 24. Siniestros por inundación recopilados por inundación por el CCS en el periodo 2005-2017 en la DH Segura y ARPSIs y Zona Inundable para T10 en la DH Segura según el 1.º ciclo de la Directiva. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

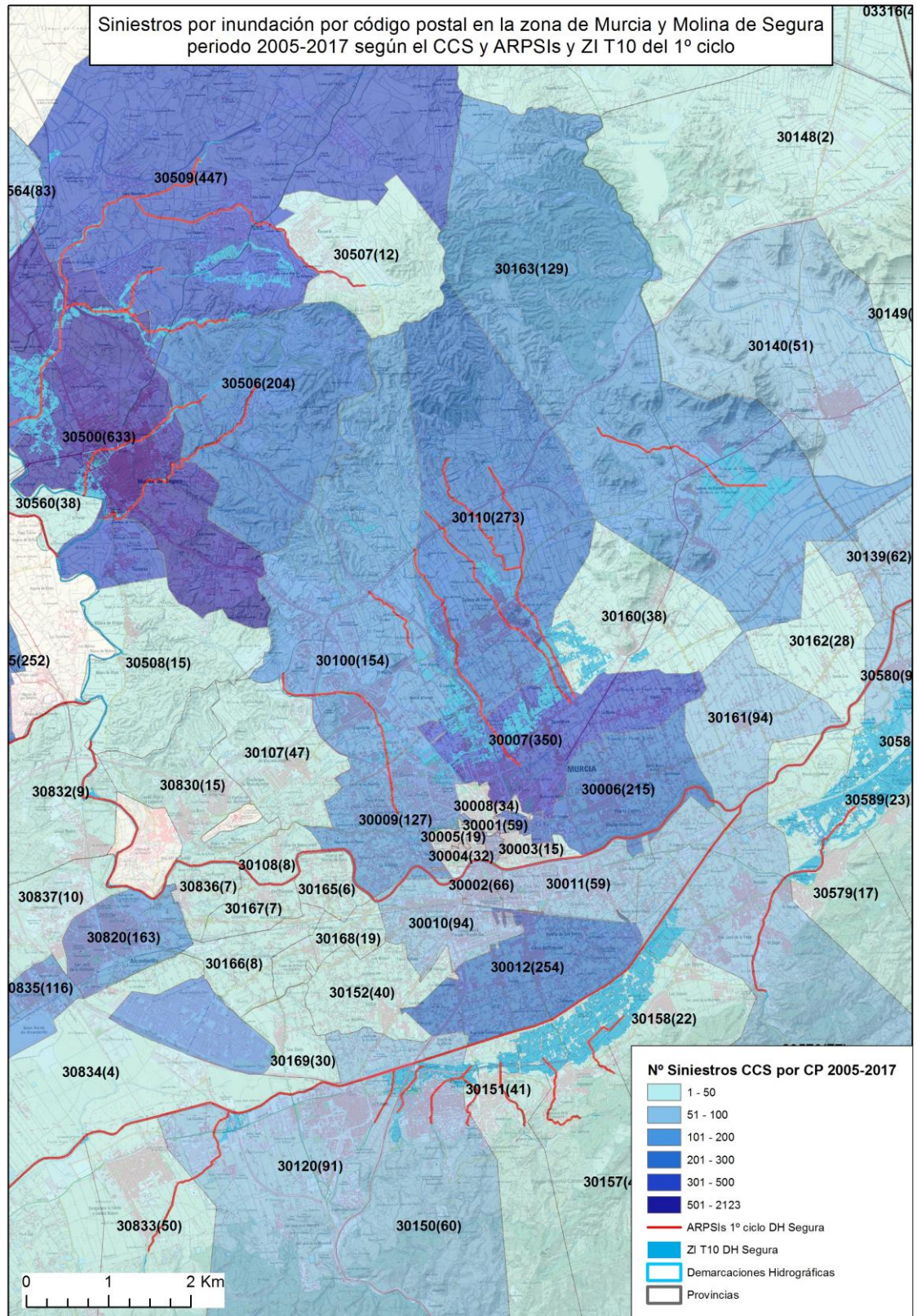


Figura 25. Siniestros por inundación recopilados por inundación por el CCS en el periodo 2005-2017 en la zona de Murcia capital (derecha), Molina de Segura (arriba a la izquierda) o Alcantarilla (abajo a la izquierda). Se muestran también las ARPSIs y zona inundable para T10 del 1.º ciclo y el mapa ráster del IGN de fondo. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

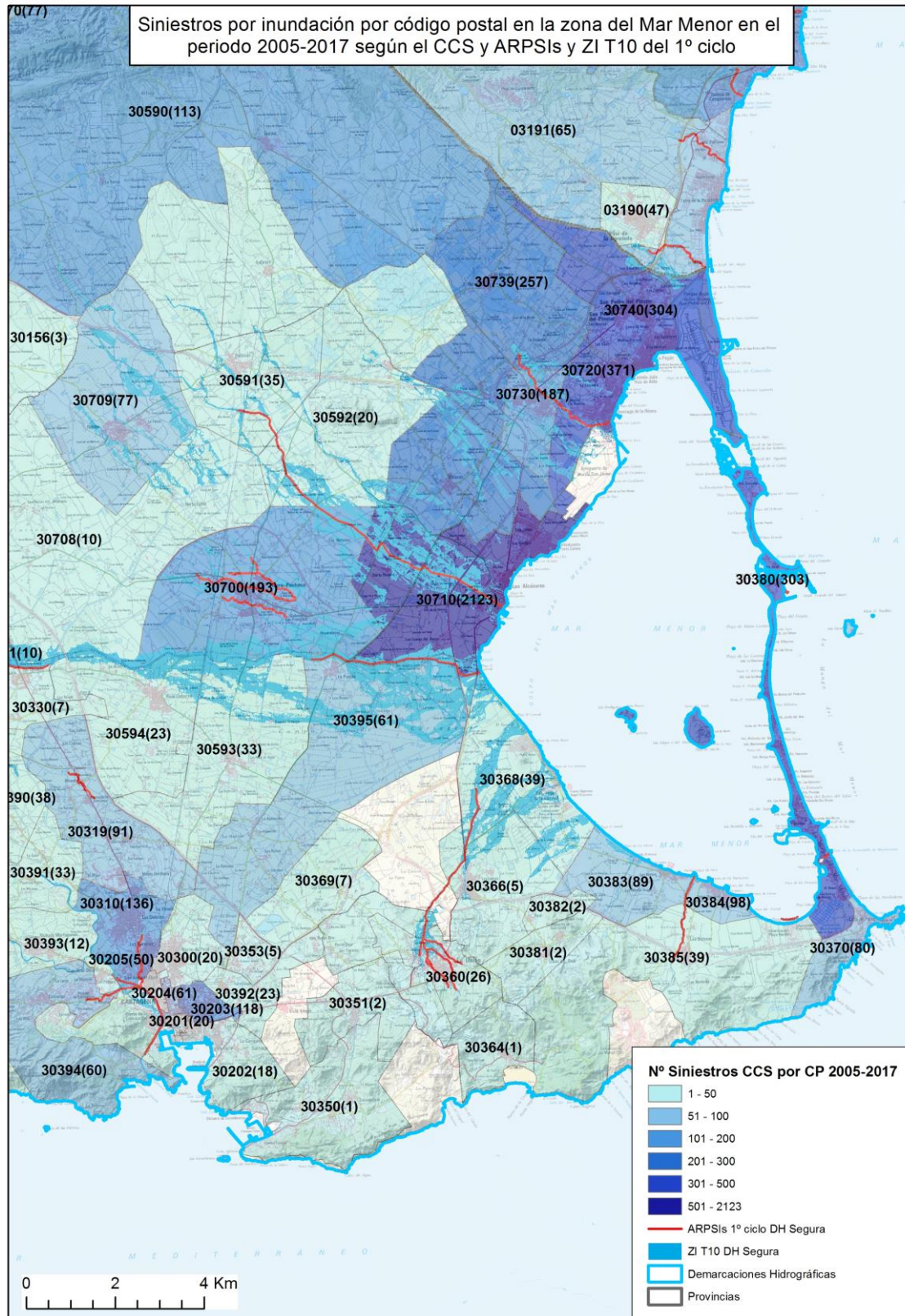


Figura 26. Siniestros por inundación recopilados por inundación por el CCS en el periodo 2005-2017 en la zona del Mar Menor y Cartagena. Destaca el CP 30710 de Los Alcázares (y pedanías de sus alrededores) con 2123 siniestros. Se muestran también las ARPSIs y zona inundable para T10 del 1.º ciclo y el mapa ráster del IGN de fondo. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

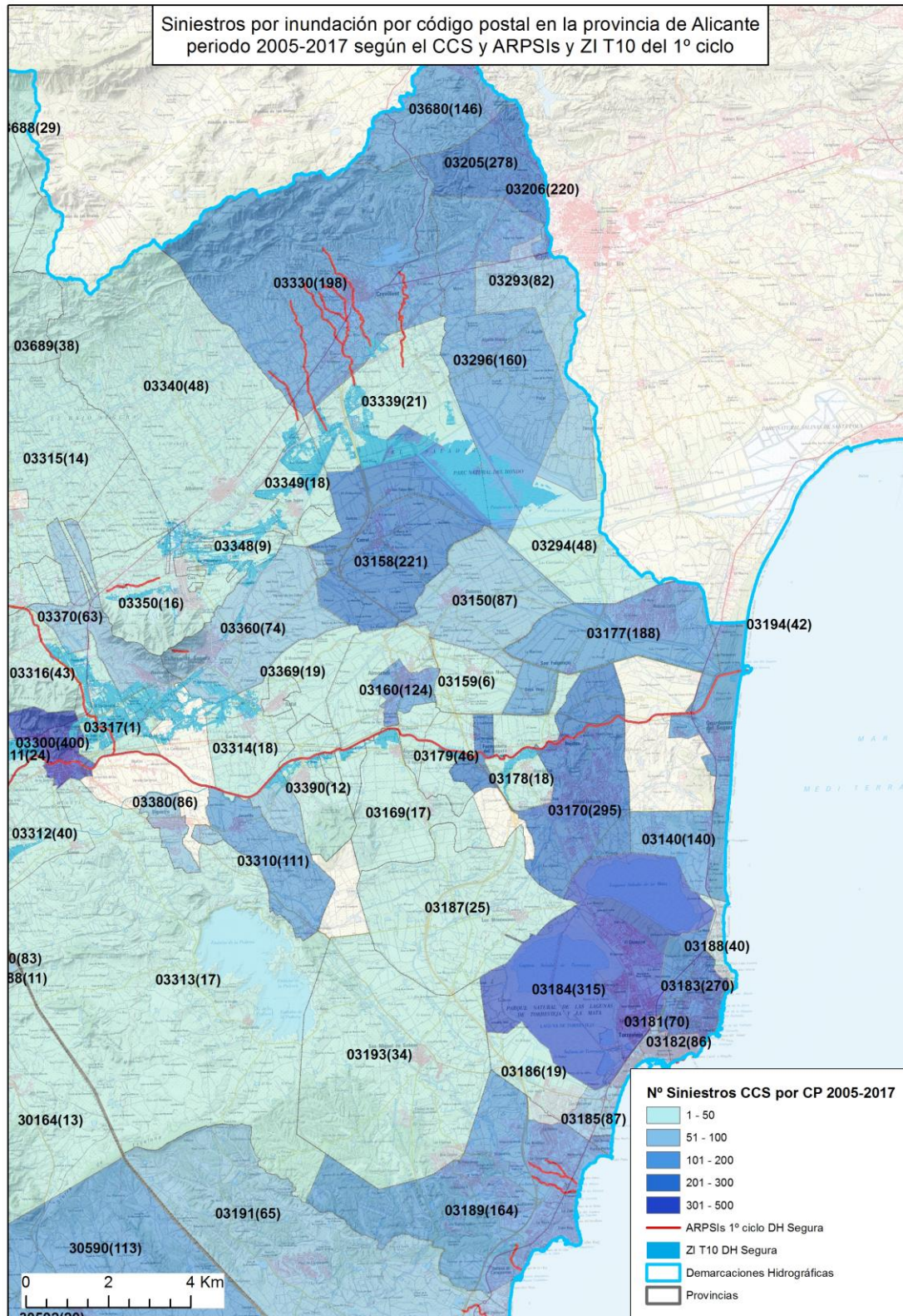


Figura 27. Siniestros por inundación recopilados por inundación por el CCS en el periodo 2005-2017 en la zona de Alicante en la DH Segura. A la derecha, se puede apreciar un mayor número de siniestros en Torrevieja, a la izquierda en Orihuela y arriba en la zona de Crevillente y Elche. Se muestran también las ARPSIs y zona inundable para T10 del 1.º ciclo y el mapa ráster del IGN de fondo. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Otra información histórica

- Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH)

La información de eventos de inundación del CNIH suele ser bastante completa si bien se ofrece hasta diciembre del año 2010 como última fecha de actualización, es decir, no se disponen de los episodios de los últimos años (2011-2017). Además, hay disparidad en la relación de la magnitud de episodios registrados, el nivel de detalle en cada episodio es variable y no todos los campos de datos disponen de información, la información de daños se dispone por municipios (no especifica población o núcleo urbano afectado) y no se distingue la tipología de inundación (pluvial, fluvial, etc.), aunque puede haber información hidrológica disponible.

Parte de la información disponible tiene como origen los datos del CCS, por lo que es redundante con las tablas proporcionadas por el CCS. Por ello y por no ser relevante en este estudio histórico, la información que contiene el CNIH sobre indemnizaciones y subvenciones no fue incluida.

Para la DH Segura en el periodo 2005-2010, el CNIH tiene registrados únicamente dos episodios de inundación, en septiembre de 2009 y en agosto de 2010. La información sobre estos dos episodios se resume en la siguiente tabla:

EPISODIOS DE INUNDACIONES DH SEGURA SEGÚN CNIH			
Episodio		14 septiembre a 1 octubre 2009	13 a 19 agosto 2010
Observaciones generales		ALICANTE: precipitaciones días 27 de septiembre al 1 de octubre. MURCIA: precipitaciones días 14 al 28 de septiembre.	
Daños en viviendas	<i>Ubicación y nº afectadas</i>	ALICANTE: Daya Nueva - 5, Daya Vieja - 13, Montesinos Los - 5, Orihuela - 2, Almoradí - 42, Albatera - 2, Callosa de Segura - 3, Rojales - 82, Pilar de la Horadada - 2, Benijófar - 7, Algorfa - 4, Torreveja - 206, Redován - 1, Benejúzar - 2, Catral - 66, Granja de Rocamora - 2, Crevillente - 4, Bigastro - 2, Dolores - 36, Guardamar del Segura - 29, San Isidro - 20 MURCIA: Águilas - 1, Mazarrón - 2, Murcia - 1, Molina de Segura - 1, Cartagena - 1, Torre-Pacheco-Roldán	MURCIA Lorquí - 8, Ceutí - 1, Águilas - 21, Mazarrón - 10, Murcia - 2, Archena - 1, Molina de Segura - 6, Alcantarilla - 1, Alguazas - 1
Daños en infr. transporte	<i>Ubicación y Tipo Infr.</i>	MURCIA: Murcia Ctra. RM-A4 Entre Cabezo de Torres y Cobatillas, Abarán Ctra. RM-A22 en Travesía Hoya del Campo, Blanca Ctra. RM-B17, Caravaca de la Cruz Ctra. RM-C18, Torre-Pacheco Estación de tren Balsicas, Albudeite Carretera RM-C3, Águilas Carretera D14, Torre-Pacheco Carretera RM-29-FM en Paraje Los Meroños-Los Camachos en Cruce con la rambla de la Maraña	MURCIA: Lorca: Carreteras Zarcilla de ramos-La Parroquia en Paso por la rambla de Periago, D-4 (Macarrón-Morata) a la altura rba. De Las Moreras, RM-302 a la Altura Rba. De Torreagüera, RM-D14 en Águilas7AP, RM-D4 en Leiva/Mazarrón, RM-D5 en Pastrana-RM332, RM-11 en Lorca-Águilas, E-10, D-15 A la altura de Calabardina, N-333, RM-D24, N-332; Águilas: Carretera D-15 en Águilas-Vera, Carretera del Cocom, Línea tren Águilas-Lorca; Murcia: Carreteras RM-D14, RM-D4; Mazarrón: Carretera RM-332, RM-D4; Totana: Carretera RM-E27
Daños en industria	<i>Ubicación y nº afectadas</i>	ALICANTE: Catral - 1, MURCIA: Murcia - 1	MURCIA: Alguazas - 1, Lorca - 1

EPISODIOS DE INUNDACIONES DH SEGURA SEGÚN CNIH			
Episodio		14 septiembre a 1 octubre 2009	13 a 19 agosto 2010
Daños en servicios básicos	<i>Tipo servicio y ubicación</i>	ALICANTE: EQUIPAMIENTO MUNICIPAL: Crevillente, Orihuela, Algorfa, Pilar de la Horadada, Guardamar del Segura, Rafal, San Miguel de Salinas, Benejúzar, Dolores, Bigastro, Almoradí, Benijófar, San Isidro, Rojales, Torrevieja, Catral, Montesinos Los, San Fulgencio, Albatera, Callosa de Segura; MURCIA: CALLES Y VIAS PUBLICAS: Torre-Pacheco, Murcia, Campos del Río, Albudeite, Torre-Pacheco, Alcázares Los, Abarán; EQUIPAMIENTO MUNICIPAL: Cartagena, Abarán, San Javier, Molina de Segura, Fuente Alamo de Murcia, Murcia, Torre-Pacheco, Alcázares Los; INSTALACION DE AGUA POTABLE: Torre-Pacheco; RED DE AGUA POTABLE: Torre-Pacheco, Campos del Río; RED DE SANEAMIENTO: Campos del Río	MURCIA: CALLES Y VIAS PUBLICAS: Lorca, Molina de Segura, Águilas, Mazarrón; EQUIPAMIENTO MUNICIPAL: Murcia, Molina de Segura, Lorca, Alcantarilla, San Javier, Ceutí, Águilas, Archena, Mazarrón; RED DE AGUA POTABLE: Águilas
Datos hidrológicos	<i>Ríos</i>	MURCIA Albujón Rambla del, Culebras Rambla de las, El Garrobillo Rambla de, Elena Rambla, Maraña Rambla de la	MURCIA: Charcón Rambla del, Culebras Rambla de las, Moreras Rambla de las, Periago Rambla de
Áreas afectadas	<i>Municipios</i>	Abarán, Águilas, Albatera, Albudeite, Alcázares Los, Algorfa, Almoradí, Benejúzar, Benijófar, Bigastro, Blanca, Callosa de Segura, Campos del Río, Caravaca de la Cruz, Cartagena, Catral, Crevillente, Daya Nueva, Daya Vieja, Dolores, Fuente Alamo de Murcia, Granja de Rocamora, Guardamar del Segura, Mazarrón, Molina de Segura, Montesinos Los, Murcia, Orihuela, Pilar de la Horadada, Rafal, Redován, Rojales, San Fulgencio, San Isidro, San Javier, San Miguel de Salinas, Torre-Pacheco, Torrevieja	Águilas, Alcantarilla, Alguazas, Archena, Ceutí, Lorca, Lorquí, Mazarrón, Molina de Segura, Murcia, San Javier, Totana
Datos adjuntos	<i>Extracto de algunas observaciones</i>	El día 27 se intensificaron las precipitaciones en el área del Estrecho y se extendieron a Andalucía oriental y a las regiones de Valencia y Murcia, registrándose las mayores cantidades en el área del campo de Cartagena, donde se acumularon del orden de los 100 mm. El día 28 las precipitaciones fueron intensas a muy intensas en la Comunidad de Valencia, especialmente en el sur de la provincia de Alicante y en el área comprendida entre el norte de Alicante y el sur de Valencia...	Las fuertes lluvias del día 13 de agosto provocaron diversos episodios debidos al agua caída en tan poco tiempo, calles convertidas en ríos, carreteras impracticables, locales y viviendas anegadas de agua. También se tuvo que desalojar alguna vivienda por precaución ante el posible desplomo de la grúa existente etc. Los municipios más afectados han sido Jumilla. Archena, Yecla, Fortuna y Zarnadona. El episodio más importante registrado en este ámbito en el que se localizó en el municipio de Águilas. Las fuertes lluvias registradas el día 17 de agosto en el municipio de Águilas provocaron la crecida de una rambla que colapsó el centro de la ciudad arrastrando varios vehículos a su paso y anegando sótanos y garajes. Así, la Delegación del Gobierno en Murcia se vio obligada a movilizar a la Unidad Militar de Emergencia (UME) para hacer frente a la situación. La tormenta, que dejó 40 litros por metro cuadrado en una hora, provocó el desbordamiento de la rambla que desemboca en la Playa de Las Delicias. El agua arrastró hasta el mar siete coches y otros ocho turistas fueron empotrados contra palmeras y muros en los paseos de Las Delicias y Párraga.

Tabla 11. Episodios de inundaciones en la DH Segura según el CNIH en el periodo 2005-2010 e información asociada al episodio. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

- EPRI 1.º ciclo

En los documentos de la EPRI del 1.º ciclo, las Demarcaciones realizaron un estudio de las inundaciones históricas, más o menos detallado según los casos. Se consultó esta recopilación de eventos para aquellos acaecidos entre 2005 y 2010, si bien, en general, suele ceñirse a inundaciones fluviales.

En el caso de la DH Segura, el Apéndice 2 de la EPRI contiene un listado de inundaciones históricas pero que finaliza en el año 2000 (fecha límite incorporada en la anterior versión del CNIH), por lo que queda fuera del rango temporal de este estudio histórico (2005-2017) y no fueron analizados. Posteriormente, para la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo el análisis de eventos históricos fue completado hasta 2012, incluyendo eventos como el de San Wenceslao, encuestas, trabajos de la universidad, etc... pero esta información no se tuvo en cuenta en este trabajo.

- Planes Especiales autonómicos de Protección Civil ante el riesgo de inundación

En el análisis del riesgo que se realiza en los Planes Especiales autonómicos, es posible encontrar identificadas zonas de riesgo por precipitación “in situ”, un tipo de inundación que deben analizar los Planes Especiales de acuerdo a la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, y que en parte asimilable a las inundaciones pluviales consideradas por el Real Decreto 903/2010. En los Planes Especiales se suele realizar un estudio histórico de las inundaciones y se identifican las zonas de riesgo, pudiendo incorporar cartografía asociada.

Actualmente, todas las Comunidades Autónomas tienen aprobados Planes Especiales ante el riesgo de inundación excepto La Rioja (en tramitación) y Madrid (en elaboración).

En el caso de la DH Segura, son cuatro las Comunidades Autónomas dentro de su ámbito territorial (todas con Planes Especiales aprobados): Andalucía, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana y Región de Murcia.

- En el Plan de emergencia ante el riesgo de inundaciones en Andalucía fue aprobado en 2004 y no está disponible públicamente online la documentación complementaria donde se identifican las zonas de mayor riesgo de inundación.
- En el Plan especial de protección civil ante el riesgo de inundaciones de Castilla-La Mancha (Pricam), cuya última revisión es de 2015, se menciona que las precipitaciones in situ se producen tradicionalmente en las zonas planas de la llanura manchega, ya fuera del ámbito de la DH Segura.
- En el Plan especial frente al riesgo de inundaciones de la Comunidad Valenciana, aprobado en 2010, no se realizó un estudio sobre inundaciones pluviales ya que según el apartado 1.3 “Tipología de las inundaciones”, dentro del capítulo 2 “Análisis del riesgo”, *“no se han considerado las zonas inundables locales producidas por lluvias torrenciales, dado que éstas pueden afectar a cualquier punto del territorio, destacando por su gravedad las producidas en entornos urbanos”*. Si bien, se considera que, aparte de las inundaciones provocadas por desbordamientos de cauces, hay riesgo de inundaciones en zonas endorreicas o semiendorreicas como saladares, marjales, lagunas o lagos. Se mencionan algunas de estas zonas en el Plan, pero todas fuera del ámbito de la DH Segura.

- En el Plan especial de protección civil ante el riesgo de inundaciones de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (Inunmur), aprobado en 2007, se identificaron inundaciones provocadas por precipitación “in situ”. El Inunmur lo explica así en su apartado 2.3.4.1:

“[...] es el caso de algunas áreas de la Comarca del Mar Menor en las que por sus características hidrológicas y/o geomorfológicas, las dificultades de drenaje son manifiestas, de tal modo que algunos cauces, obligados por una topografía prácticamente llana, se desdibujan, ramificándose en un conjunto de pequeños surcos de escorrentía difusa e incluso, favorecidos en ocasiones por la actuación del hombre, llegan a desaparecer, dando lugar a una serie de áreas endorreicas o de difícil drenaje que en presencia de episodios de lluvia intensa favorecen las inundaciones por estancamiento o lo que es lo mismo “Inundaciones provocadas por precipitación in situ”, hecho que se agrava sobre manera, si se consideran las características pluviométricas de la zona ya que [...] es en el entorno del Mar Menor el lugar de la Región, en el que las precipitaciones alcanzan su mayor intensidad, llegando incluso a superar los 300 mm/24 horas.

Dentro de la comarca del Mar Menor, el riesgo de inundaciones por precipitación “in situ” se concentra especialmente en los municipios de San Pedro del Pinatar, San Javier, Los Alcázares y Cartagena en los que a partir de los datos aportados por técnicos de protección civil municipal, obtenidos a su vez por el conocimiento empírico derivado de episodios pasados, se han delimitado las áreas reflejadas en la cartografía adjunta en el Anexo II, y las fichas de los elementos afectados correspondientes en el Anexo III.”

En el Inunmur los núcleos y municipios con riesgo alto (tipo A, A1, A2 o A3), y cuyo riesgo es generado por precipitaciones in situ son:

- *En Campos del Río:*
 - *Colegio, e infraestructuras.*
- *En Cartagena:*
 - *Núcleo Urbano Cartagena. Infraestructuras (El Ensanche- Almarjal)*
 - *Núcleo Urbano Cartagena. Infraestructuras (Media Sala y Nueva Cartagena)*
- *En Los Alcázares:*
 - *Núcleo Urbano Los Alcázares, Infraestructuras*
 - *Núcleo Urbano Los Narejos y Punta Calera, Infraestructuras*
- *En Mazarrón:*
 - *Núcleo Urbano Mazarrón, Infraestructuras (Puerto de Mazarrón y Urbanización Bahía)*
 - *Centro Comercial e Infraestructuras carreteras (Mazarrón)*
- *En San Javier:*
 - *Núcleo Urbano Roda, Infraestructuras*

- Núcleo Urbano San Javier, Infraestructuras
- Núcleo Urbano San Javier, Infraestructuras
- En San Pedro del Pinatar:
 - Núcleo Urbano El Mojón, Infraestructuras
 - Núcleo Urbano San Javier, Infraestructuras
 - Núcleo Urbano El Mirador, Infraestructuras
 - Núcleo Urbano San Pedro del Pinatar, Los Antolinos, Loma de Abajo, Los Cuarteros, Lo Pagan, Villa Nanitos

Todos estos municipios se encuentran dentro del ámbito de la DH Segura.

Los riesgos por inundación del Inunmur se pueden consultar en un archivo kmz para Google Earth que contiene cartografía de elementos afectados, cauces, puntos de inundaciones y áreas inundables fluviales de los cauces no regulados. Dentro de elementos afectados se encuentran polígonos de zonas afectadas, tanto por inundaciones fluviales como por precipitaciones “in situ”. Estos polígonos son zonas aproximadas afectadas, y no son fruto de la modelización, a diferencia de la cartografía de áreas inundables. En la imagen inferior se muestran las zonas de riesgo identificadas por precipitación “in situ” en la comarca del Mar Menor.

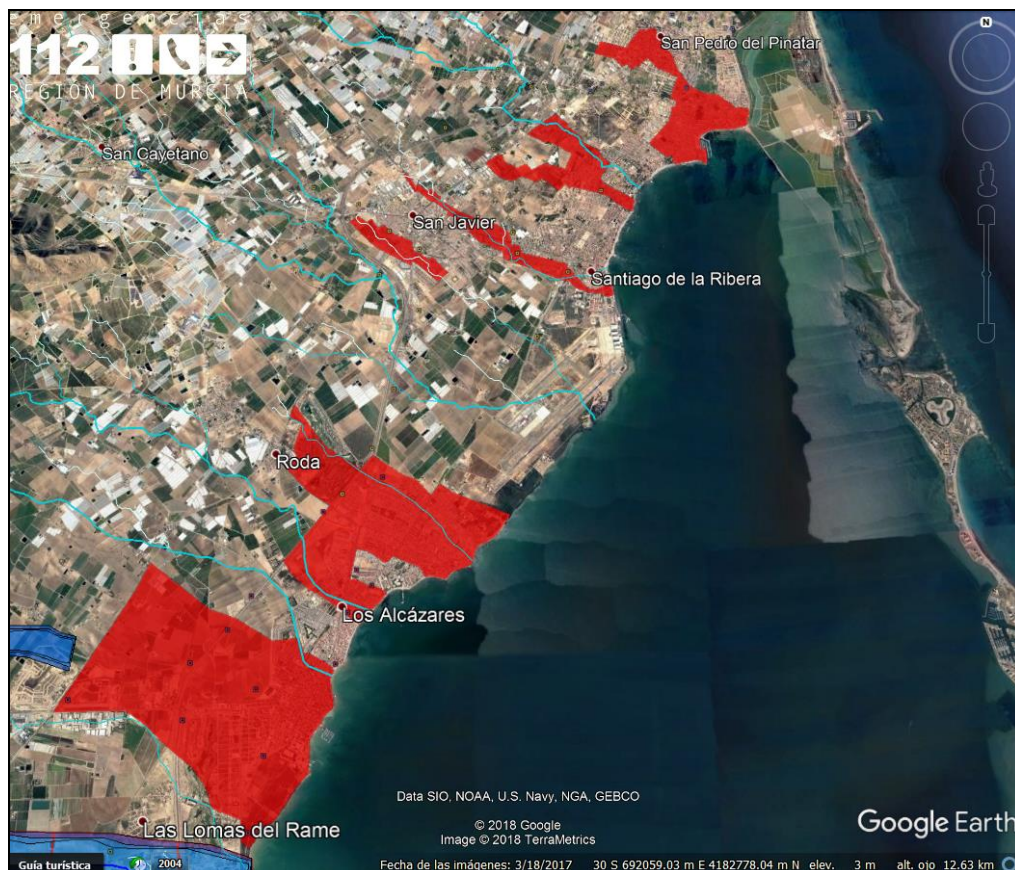


Figura 28. Elementos afectados por precipitación in situ en la comarca del Mar Menor (Los Alcázares, San Javier y San Pedro del Pinatar). Los polígonos de color rojo de la imagen son los llamados elementos afectados del Inunmur y en el caso de esta imagen son todos por precipitación in situ. Los polígonos azules son las áreas inundables fluviales del Inunmur. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

- Resúmenes ejecutivos de inundaciones del MARM octubre 2009-septiembre 2011

Los resúmenes ejecutivos de los episodios de inundaciones elaborados por el antiguo Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM) eran publicaciones con periodicidad semanal en el que se recogían los principales episodios de inundaciones registrados en cada cuenca así como los daños ocasionados. Se publicaron desde la semana del 10 de marzo de 2010 hasta la semana del 10 de octubre de 2011, si bien en el informe de la semana del 29 de septiembre de 2010 se recogía un resumen de todas las inundaciones y sus efectos en el año hidrológico 2009-2010 (octubre 2009-septiembre 2010) en cada cuenca inter e intracomunitaria.

Estos resúmenes ejecutivos mencionan los siguientes eventos en la DH Segura, que se recopilan en la siguiente tabla (la descripción del evento se ha simplificado):

Eventos DH Segura en los resúmenes ejecutivos inundaciones MARM 2009-2011	
Fecha	Descripción del evento. Zonas y ríos afectados
Octubre 2009	Río Mula desbordado en Mula, Campos del Río y Albudeite
Última semana febrero 2010	Río Mundo desbordado en provincia de Albacete
Finales mayo 2010	Cieza, Caravaca y comarca Guadalentín
Mediados junio 2010	Río Chícamo desbordado en Mahoya (Abanilla). Yecla y Campo de Cartagena
13 agosto 2010	Lluvias Águilas, Jumilla, Archena, Yecla, Fortuna y Zarandona (Murcia).
17 agosto 2010	Desbordamiento rambla Águilas (intervención UME).
7 junio 2011	Alhama de Murcia: Agua evacuada por rambla de Don Diego inunda plataforma ferroviaria.
29 agosto 2011	Tormenta en: Yecla, Jumilla y Lorca

Tabla 12. Eventos de inundación acaecidos en la DH Segura según los resúmenes ejecutivos del MARM octubre 2009-septiembre 2011. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

- Informe de seguimiento del PGRI 2016

Para los eventos de inundación en 2016, se puede encontrar información sobre los episodios de inundación más importantes en los informes de seguimiento de los PGRI que cada Demarcación elaboró en su apartado 3 denominado “Principales eventos de inundación en el año 2016”.

En el informe de seguimiento del PGRI de la DH Segura se reporta un evento de inundación en diciembre de 2016. Lo más destacable que se recoge en dicho informe es lo siguiente: durante los días 16 a 20 de diciembre se produjeron fuertes lluvias por gota fría que causaron principalmente inundaciones pluviales pero también fluviales con desbordamientos en cauces. Los mayores daños se produjeron en Orihuela, Murcia (donde se desbordaron las Ramblas de Espinardo y Churra) y Los Alcázares, además de otros municipios, la mayoría de ellos con ARPSIs identificadas.

- Web de la CHS

En la web de la CH Segura existe una página dedicada a la recopilación de riadas en la cuenca a lo largo de la historia. Para cada riada existe una descripción de daños y causa de la inundación, y en el periodo 2005-2017, se describen cuatro riadas (aunque se desconoce la fecha de última actualización de dicha página web):

Riadas en la cuenca del Segura según web CH Segura a partir de 2005		
Fecha	Descripción	Cauces
17/09/2009	Fuertes lluvias en Murcia. Desbordamiento en Rambla de La Maraña. Torrepacheco	Rambla de la Maraña
13/08/2010	En la comarca del Mar Menor se desbordó una rambla situada en las cercanías del parque de las Peñas Huertanas (Los Alcázares)	
17/08/2010	Inundaciones producidas en la desembocadura de las ramblas de Las Culebras y El Charco (casco urbano de Águilas).	
28/09/2012	Fuertes lluvias con inundaciones en los municipios de Lorca, Fuente Álamo, Beniaján, Blanca, Bullas, Campos del Río, Cehegín, Mazarrón, Molina de Segura, Murcia, Orihuela, Puerto Lumbreras, Pulpí y Totana, que generaron importantes caudales en los cauces de la cabecera del Guadalentín, Nogalte y Canales. El embalse de Puentes, que se mantuvo cerrado durante la riada recibió caudales que superaron los 2.000 metros cúbicos por segundo (m^3/seg) y almacenó en un día 12,8 hm ³ . Valdeinfierno que recibió una importante punta de avenida también embalsó 4,6 hm ³ . Junto a los embalses de Puentes, Valdeinfierno y Algeciras, también desempeñaron una importante función de control el azud del Paretón, ubicado en el municipio de Totana, desde el que se derivaron importantes caudales hacia el mar a través de la rambla de Las Moreras, y el embalse de José Bautista, en Librilla, que laminó la crecida del Guadalentín antes de su recorrido final por el canal de El Reguerón, que desemboca aguas abajo de la ciudad de Murcia. Se registran 5 fallecidos en Puerto Lumbreras y Lorca.	Varios

Tabla 13. Riadas en la cuenca del Segura a partir del 2005 según la web de la CH Segura. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Zonas inundadas durante el periodo de revisión (2011-2018) recogidas en el análisis de eventos históricos de esta EPRI

A partir del análisis de eventos históricos en el intervalo temporal de 2011 a junio de 2018 (ver apartado 2 de la presente memoria. *2. Resumen de las inundaciones ocurridas en el período 2011-*) se identificaron 11 zonas asociadas a inundaciones de origen pluvial. Las zonas se delimitaron a partir de las descripciones de dichos eventos, apoyándose además en el Modelo Digital del Terreno de paso de malla de 5 metros elaborado por el Instituto Geográfico Nacional. Se trabajó no solamente con la información altitudinal del mismo sino también con el valor de pendiente calculado a partir de él. A continuación se muestran dichas zonas sobre el mapa de pendientes de la Demarcación.

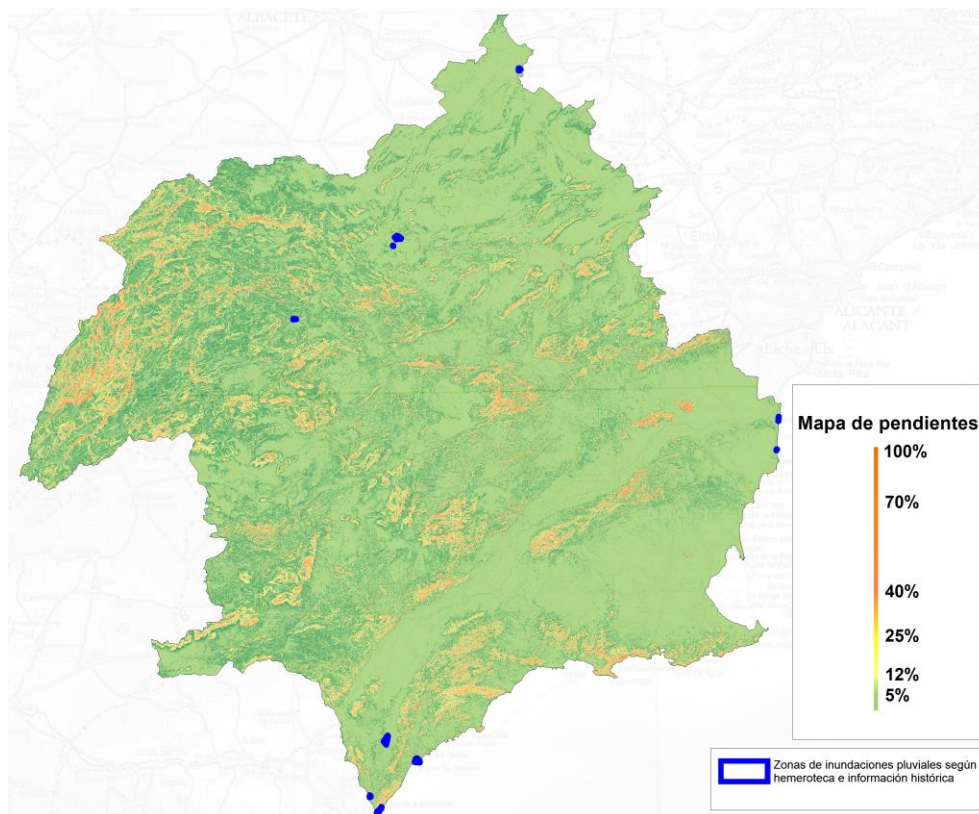


Figura 29. Zonas de inundaciones pluviales según hemeroteca e información histórica. Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3 Estudio topográfico

Resumen del estudio del MITECO-TRAGSATEC

Con el estudio topográfico realizado en el estudio del MITECO-TRAGSATEC, se pretendió identificar las zonas endorreicas y con falta de drenaje superficial que pudieran ser potenciales zonas de riesgo de inundación pluvial. Para ello, se realizaron dos análisis diferentes: identificación de depresiones y sus cuencas asociadas a partir del MDT25 e identificación de cuencas endorreicas. En ambos análisis la determinación de zonas de mayor riesgo van ligadas a la existencia de usos de suelo urbanos (datos de la BCN200).

Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas en el estudio del MITECO-TRAGSATEC (cartografía principalmente) para el estudio topográfico se describen a continuación. Todos los datos cartográficos se tratan con el sistema geográfico de referencia ETRS89 y huso 30.

- Análisis del MDT25:
 - MDT25 (Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 25 metros). Elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), está disponible en el Centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y, de acuerdo al propio CNIG, es resultado de la interpolación de MDTs de 5 m de paso de malla obtenido a partir de los datos tipo clase terreno del LiDAR del PNOA mediante estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del PNOA.

- BCN200 (Base Cartográfica Nacional a escala 1:200.000). Está disponible en el Centro de descargas del CNIG y su última versión data de 2011. Contiene numerosas capas shape de información sobre varios temas: límites administrativos, relieve, hidrografía, usos del suelo, edificaciones y núcleos urbanos, vías de comunicación, conducciones y vértices. Para este estudio se considera la capa (poligonal) “BCN200_0501S_NUC_POB”, que contiene los núcleos de población de toda España (con el nombre, población de cada núcleo, código INE...) y que se considera de suficiente resolución y detalle para este estudio. Según el Diccionario de datos BCN200 del IGN, y tal y como define el INE, “se considera Núcleo de población a un conjunto de al menos diez edificaciones, que están formando calles, plazas y otras vías urbanas. Por excepción el número de edificaciones podrá ser inferior a 10, siempre que la población de derecho supere los 50 habitantes”.

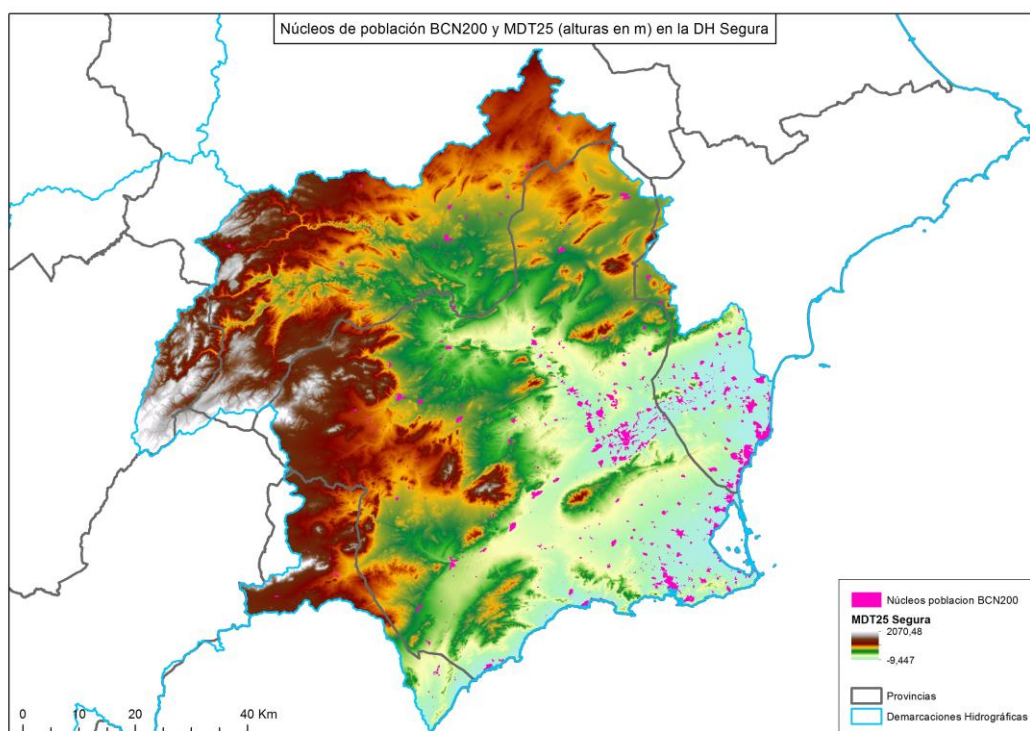


Figura 30. Núcleos de población BCN200 y alturas (según el MDT) en la DH Segura. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

- Cuencas endorreicas:

- Ríos completos clasificados según Pfafstetter modificado. Esta cartografía recoge todos los tramos de ríos de más de un kilómetro de longitud, clasificados según el método Pfafstetter modificado, partiendo de la cartografía 1:25.000 del IGN modificada. Está disponible en la web de la IDE del MAPAMA en formato shape para toda España, su última versión es de marzo de 2018 y es el resultado de un trabajo realizado en 2013 por el CEDEX para el MAPAMA.
- Subcuencas de ríos completos clasificadas según Pfafstetter modificado. También disponible en la IDE del MAPAMA, esta cartografía se deriva de la de Ríos completos anteriormente mencionada.
- BCN200. Núcleos de población, comentado anteriormente.

- CORINE Land Cover 2012 (CLC2012). Este mapa de ocupación del suelo en España correspondiente al proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC) versión de 2012, está disponible en el Centro de Descargas del CNIG a escala 1:100.000. Solo se tendrán en cuenta los usos urbanos como uso de riesgo.
- Ortofotografía de máxima actualidad del proyecto PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) del IGN. Disponible en el Centro de Descargas del CNIG.
- Cartografía ráster del IGN a escala 1:25.000. Generada por medio de una rasterización digital del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25).
- MDT25, comentado anteriormente.

Análisis del MDT25: identificación de depresiones y sus cuencas asociadas

Para la identificación de zonas con falta de drenaje se empleó el MDT25. Mediante un análisis SIG se identificaron las depresiones (o sumideros) en el MDT así como su área de drenaje. Las zonas en depresión escogidas fueron aquellas que contenían los puntos de depresión (o sumideros) dentro de un núcleo de población, ya que fueron consideradas como las de mayor riesgo al ser este uso de suelo de alta vulnerabilidad.

Resumidamente, en el análisis del MDT25 se realizaron los siguientes pasos:

1. Ejecución de la herramienta “Depression Evaluation” de ArcGIS sobre el MDT25, con dicha herramienta realizan los siguientes pasos:
 - Relleno del MDT y creación de la depresión (o sumidero).
 - Creación de las direcciones de flujo asociadas al MDT relleno.
 - Creación de las áreas de drenaje asociadas a la depresión a partir de las direcciones de flujo.
2. Cruce con los núcleos de población de la BCN200: se identificaron aquellas áreas en depresión asociadas a usos del suelo con alta vulnerabilidad.
3. Fusión con las cuencas colindantes, con sumidero dentro del núcleo de población, para dar lugar a cuencas mayores.

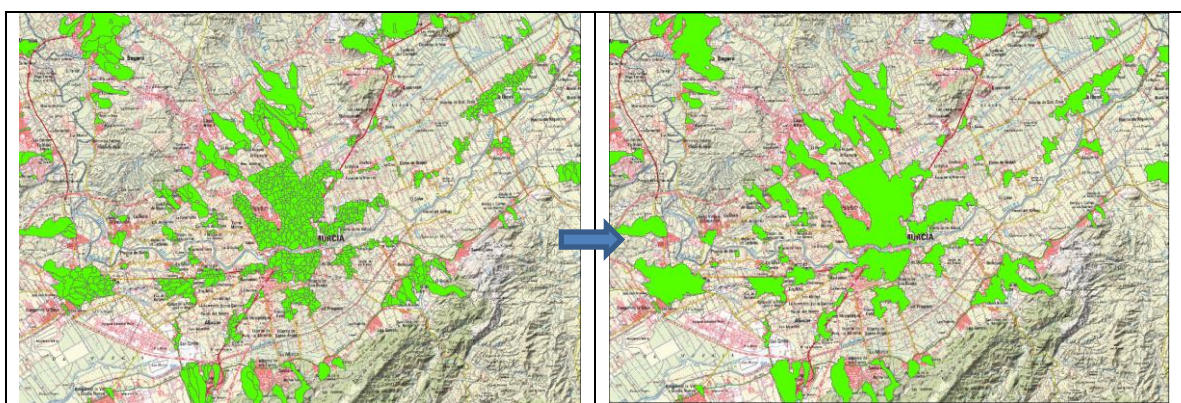


Figura 31. Ejemplo de la fusión de pequeñas cuencas de depresión en la ciudad de Murcia y alrededores.
Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

4. Intersección de las cuencas en depresión con núcleos de población de la BCN200 para obtener solo las superficies con riesgo.

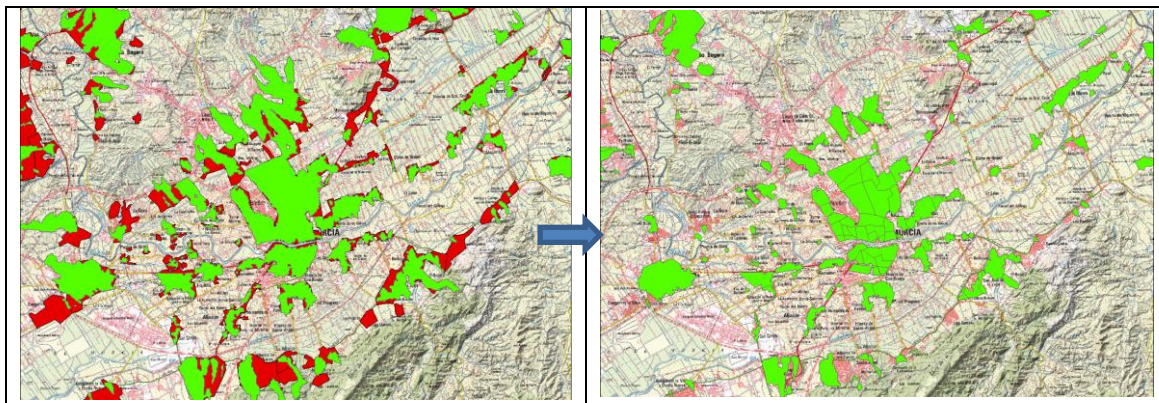


Figura 32. Ejemplo de la intersección de las cuencas en depresión (en verde) con los núcleos de población de la BCN200 (en rojo) en la ciudad de Murcia y alrededores (el casco urbano de Murcia está dividido en varios núcleos de población según la BCN200). Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

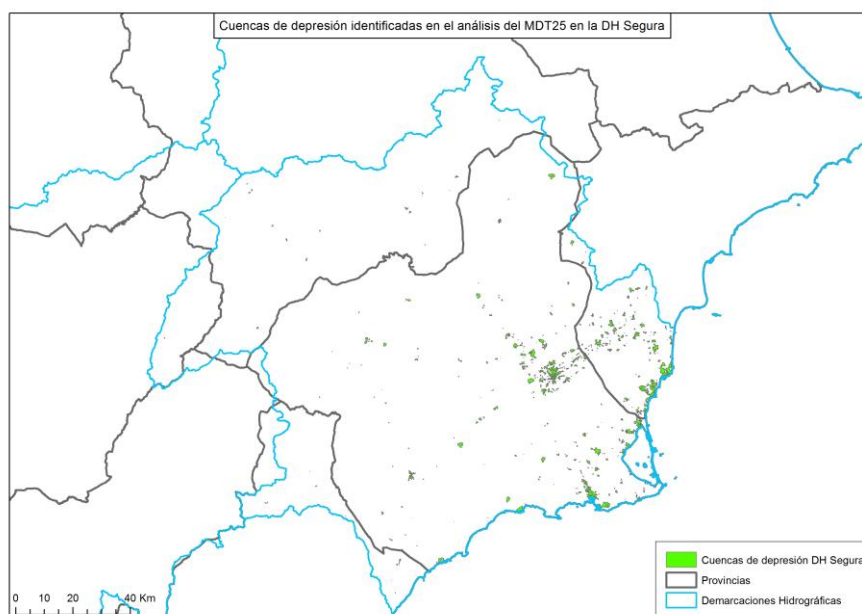


Figura 33. Cuencas de depresión (tras la intersección con los núcleos de población) identificadas en el análisis del MDT25 en la DH Segura. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

En este análisis del MDT25 se consideró que su resolución de 25 metros era suficiente para identificar preliminarmente las posibles cuencas en depresión, pero que esas depresiones pueden ser debidas a errores en la resolución de los datos y no a sumideros reales en el terreno. Además, se incluyeron todas las depresiones localizadas dentro de núcleos de población, sin distinguir su diferencia de altura respecto a su entorno, y pudiendo ser esta diferencia menor a la precisión del propio MDT25.

Cuencas endorreicas

Complementariamente al análisis del MDT25, se estudió la existencia de cuencas endorreicas a partir de las cartografías “Cuencas de ríos completos clasificadas según Pfafstetter modificado” y “Subcuencas de ríos completos clasificadas según Pfafstetter modificado” elaboradas por el MAPAMA.

Se distinguieron las cuencas endorreicas sin río y con río. Las cuencas con río tienen una red de drenaje identificada en la cartografía de Ríos pero van a dar a un sumidero y no a

una red fluvial. Las cuencas sin río no tienen una red de drenaje identificada en la cartografía de Ríos (río de al menos un kilómetro de longitud a partir de cartografía IGN de 1:25000) y están identificadas como tal en la cartografía de Subcuencas.

Estas cuencas endorreicas son de mayor tamaño que las identificadas en el análisis del MDT25 y solo se estudiaron aquellas en las que se observen usos urbanos localizados en el sumidero o cercano al sumidero o zonas bajas de las cuencas endorreicas, susceptibles de acumular agua.

Para ello, se identificaron los usos urbanos a partir de las cartografías de núcleos de población BCN200, Corine Land Cover 2012 (usos del suelo urbanos), ortofoto PNOA de máxima actualidad y ráster IGN 1:25000. Como regla general, solo se tienen en cuenta los usos urbanos recogidos como núcleos de población de la BCN200, pero pudo haber excepciones a este criterio si se identificaron usos urbanos dispersos o industriales con potencial alto riesgo de inundación pluvial.

▪ Cuencas endorreicas sin río

Para obtener las cuencas endorreicas sin río, de la cartografía “Subcuencas de ríos completos clasificadas según Pfafstetter modificado” se tienen en cuenta únicamente las cuencas en las que se indica que son “Cuenca endorreica sin río” en el campo “Cuen_tipo” (tipo de cuenca):

Campo (Shapefile)	Campo (Geoportal)	Contenido
Cod_Mar	Código cuenca vertiente	Código de inicio de la codificación Pfafstetter: • A: Atlántico • M: Mediterráneo
PfafRio	Código Pfafstetter río completo	Código Pfafstetter del río completo
Cod_Uni	Código numérico del río	Código numérico del río completo.
Nom_Rio_1	Nombre del río	Denominación completa del río y tipo de corriente
Cuen_tipo	Tipo de Cuenca	Indica si la subcuenca es: • Intercuenca • Cuenca endorreica sin río • Cuenca de frontera • Si no dice nada, subcuenca del río completo
Shape_Length	Longitud del río completo (m)	Longitud del río completo, si existe, al que vierte la cuenca
Shape_Area	Área cuenca vertiente al río completo (Km)	Área de la cuenca vertiente al río completo (Km ²). En las intercuenas costeras es el área vertiente al mar y en las endorreicas sin río el área que vierte al sumidero.

Figura 34. Información alfanumérica asociada a la cartografía de “Subcuencas de ríos completos clasificadas según Pfafstetter modificado”. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Cruzando estas cuencas con los usos urbanos, para la DH Segura se obtuvo sólo una cuenca endorreica sin río con riesgo que se localiza en Corral-Rubio (provincia de Albacete), extremo noreste de la Demarcación.

- Cuencas endorreicas con río

Se identificaron las cuencas endorreicas con río a partir del análisis de la cartografía del MAPAMA “Cuencas de ríos completos clasificadas según Pfafstetter modificado”. Para ello, mediante SIG, desde la desembocadura de los ríos de dicha cartografía, se remontó hacia sus cabeceras, eliminando aquellos ríos conectados y obteniendo los desconectados (y sus cuencas asociadas), que acaban desembocando en un sumidero y no en el mar.

En la DH Segura en la zona noreste se encontraron cuencas endorreicas de considerable tamaño, especialmente la de Yecla. Sin embargo, tras el cruce de estas cuencas con los usos urbanos cercanos a su sumidero, para la DH Segura solo se identificó una cuenca endorreica con río y con riesgo, cuyo sumidero está en una laguna próxima a la población de Corral-Rubio (provincia de Albacete), coincidente con una pequeña cuenca endorreica sin río:

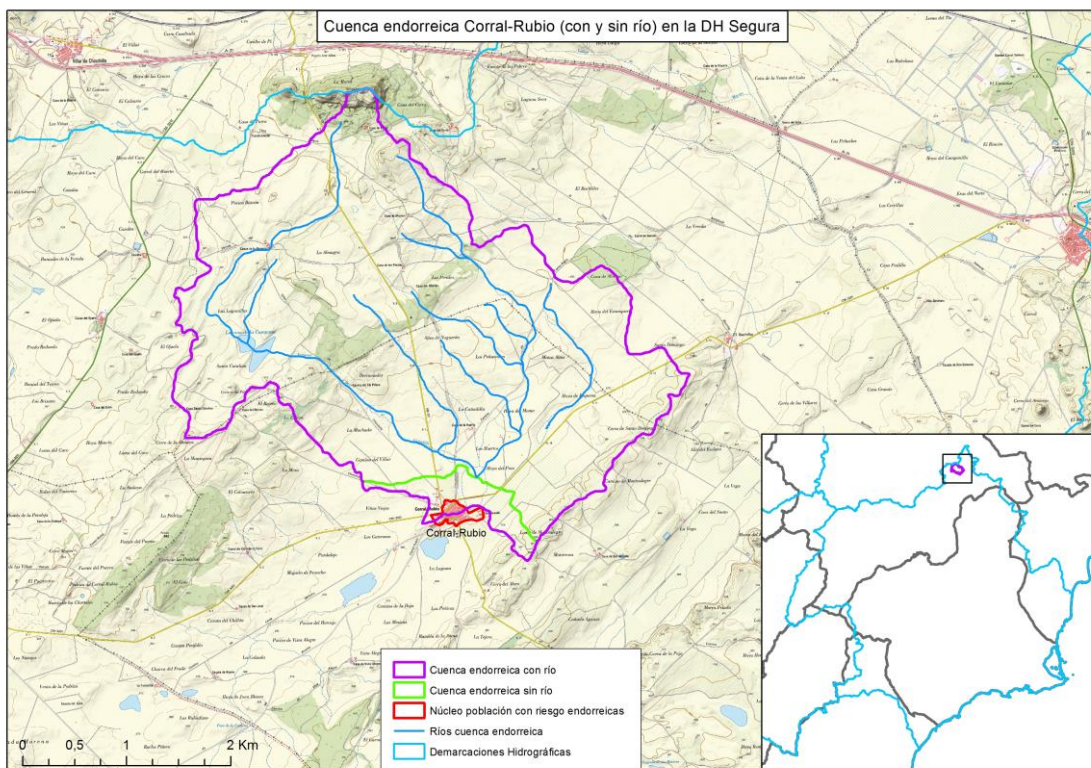


Figura 35. Cuenca endorreica con río y sin río en Corral-Rubio, considerada con riesgo por estar su núcleo de población cerca del sumidero de la cuenca. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Cuencas endorreicas facilitadas por Protección Civil de la Comunidad autónoma de la Región de Murcia

Adicionalmente para el análisis realizado en la EPRI se dispuso de la capa de cuencas endorreicas del estudio de Ordenación del Territorio de la CARM facilitadas por el Servicio de Protección Civil y que se muestra a continuación:

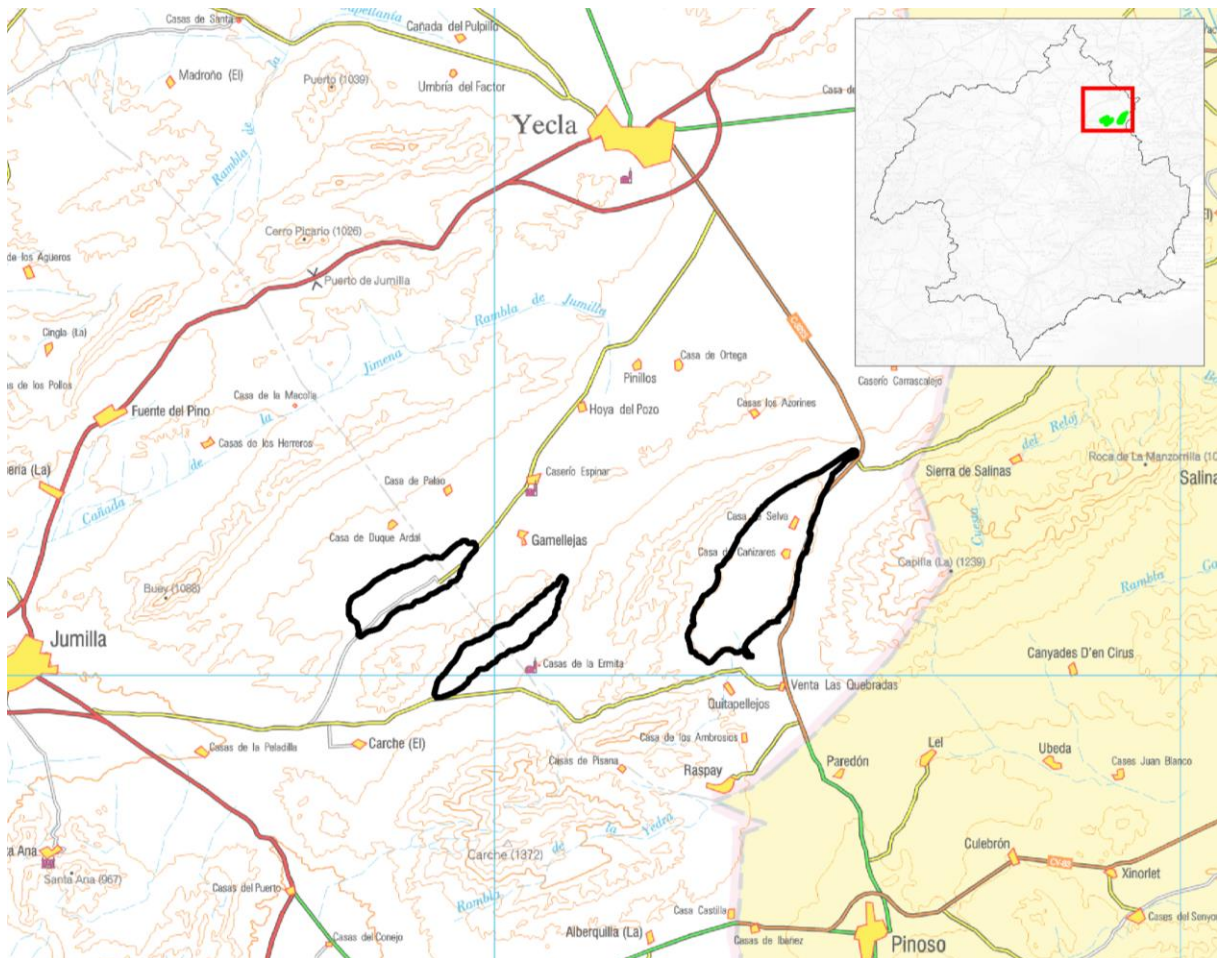


Figura 36. Áreas endorreicas facilitadas por el Servicio de Protección Civil de la CARM, provenientes del estudio de Ordenación del Territorio de la CARM. Fuente: Elaboración propia

3.2.1.4 Caracterización hidrometeorológica de la Demarcación

En estudio del MITECO-TRAGSATEC, por último, caracterizó hidrometeorológicamente todo el ámbito nacional. Dado que las inundaciones pluviales son causadas por precipitaciones fuertes en zonas donde el territorio no es capaz de drenar lo suficiente (por topografía o por usos de suelo), es necesario identificar las zonas donde se pueden dar mayores precipitaciones, con más intensidad y/o donde se produzca una mayor escorrentía. Por ejemplo, una zona con alta propensión a fuertes precipitaciones es la zona mediterránea española (costa este y Baleares) ya que tienen tendencia a tener gotas frías o DANAS (Depresiones Aisladas en Niveles Altos de la atmósfera) que generan fuertes tormentas.

Así, en la caracterización hidrometeorológica de las Demarcaciones se tuvieron en cuenta tres factores, que se analizaron de forma independiente entre sí: umbral de escorrentía (P_0), precipitaciones máximas diarias T10 (10 años de periodo de retorno) y factor de torrencialidad (I_1/I_0).

Fuentes de información

La fuente de información para los tres factores hidrometeorológicos (P_0 , precipitaciones máximas diarias para T10 y I_1/I_d) fue CauMax versión 2.3 (mayo 2014), aplicación informática sobre SIG derivada del Mapa de Caudales Máximos elaborado por el CEDEX para el MAPAMA. En CauMax están disponibles diversas capas ráster relacionadas con la hidrometeorología de las cuencas intercomunitarias con una resolución de 500 metros.

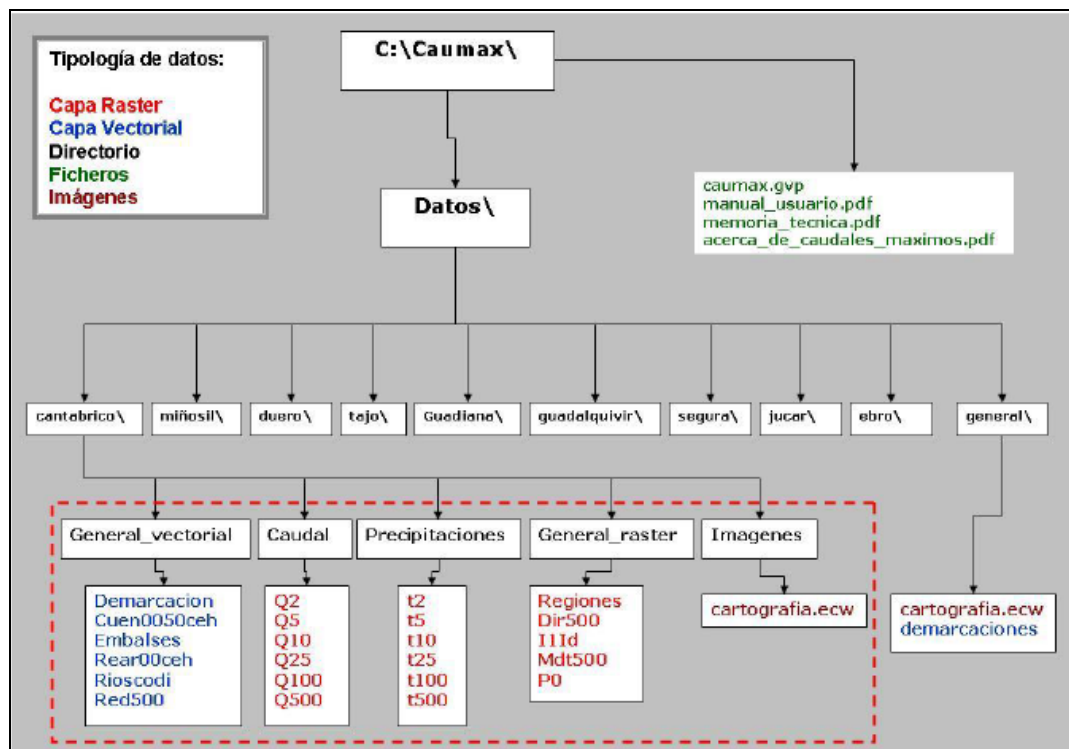


Figura 37. Estructura de capas y directorios almacenados en el directorio donde se instala CauMax. Fuente: Manual de usuario CauMax versión 2.3. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Umbral de escorrentía P_0

Según la Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero), el umbral de escorrentía P_0 , representa la precipitación mínima (en mm) que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía superficial.

Según la Memoria técnica del CauMax, el umbral de escorrentía P_0 se ha “*elaborado siguiendo la metodología utilizada en la Tesis doctoral “Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva del modelo hidrológico del SCS: Datos de perfiles de suelos y teledetección” (Ferrer, 2003), a partir del mapa de usos de suelo Corine Land Cover 2000 y datos de infiltración actualizados*”. Este umbral de escorrentía no está calibrado con el coeficiente corrector (β).

Por tanto, para el estudio de inundaciones las zonas de mayor peligrosidad pueden estar asociadas a un umbral de escorrentía que generaría escorrentía con menos cantidad de lluvia. Los valores del umbral de escorrentía P_0 (en mm) del mapa disponible en CauMax, varían entre 0 y 152 mm (condición II de humedad antecedente), aunque no suele superar los 50 mm. Así, para facilitar su análisis, los valores del mapa se han clasificado en cinco categorías:

- Muy bajo (0-10 mm).
- Bajo (10-20 mm).
- Medio (20-30 mm).
- Alto (30-40 mm).
- Muy alto (>40 mm).

El umbral de escorrentía depende de los tipos de usos y el tipo de suelo existente (capacidad de infiltración del mismo). Así, las zonas con valores bajos son zonas impermeables o con poca retención como los usos urbanos, zonas con escasa vegetación, superficies de agua (estas tienen valor 0), etc. Las zonas con valores altos son zonas de alta capacidad de retención de agua como las zonas boscosas o los cultivos de regadío (frutales, cultivos anuales...), o bien zonas de gran capacidad de infiltración como las playas y dunas (estas tienen valor 152), etc.

La siguiente figura muestra los grupos hidrológicos de suelo que determinan el umbral de escorrentía y su distribución.

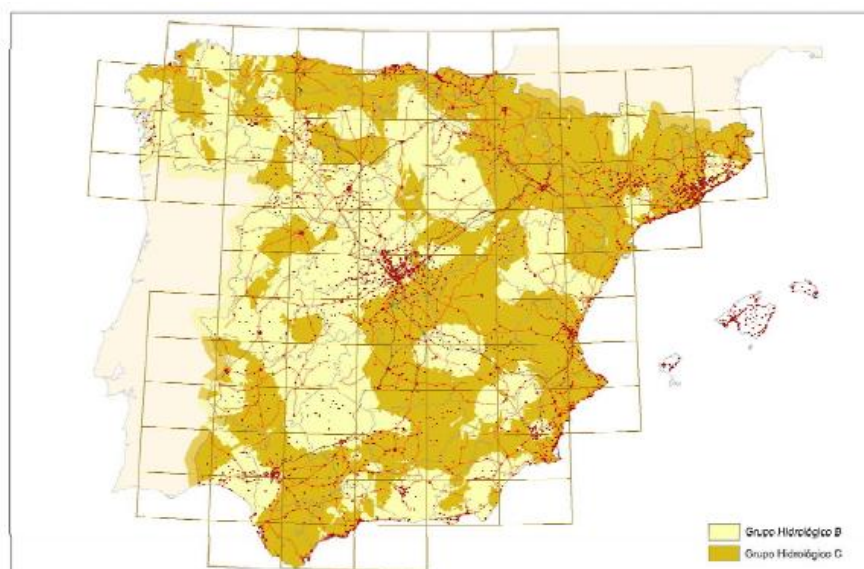


FIGURA 2.7.- MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

TABLA 2.4.- GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Figura 38. Grupos y distribución de los grupos hidrológicos de suelo que determinan el umbral de escorrentía.
Fuente: Norma 5.2-IC de drenaje superficial.

Los valores del umbral de escorrentía P_0 en la DH Segura se pueden ver en la imagen siguiente. La distribución espacial es bastante heterogénea aunque se pueden destacar valores altos en la Sierra del Segura, y valles del Segura y Guadalentín (debido a los cultivos de regadío), y valores bajos en la comarca del Mar Menor o al norte de Lorca o las salinas de Torrevieja.

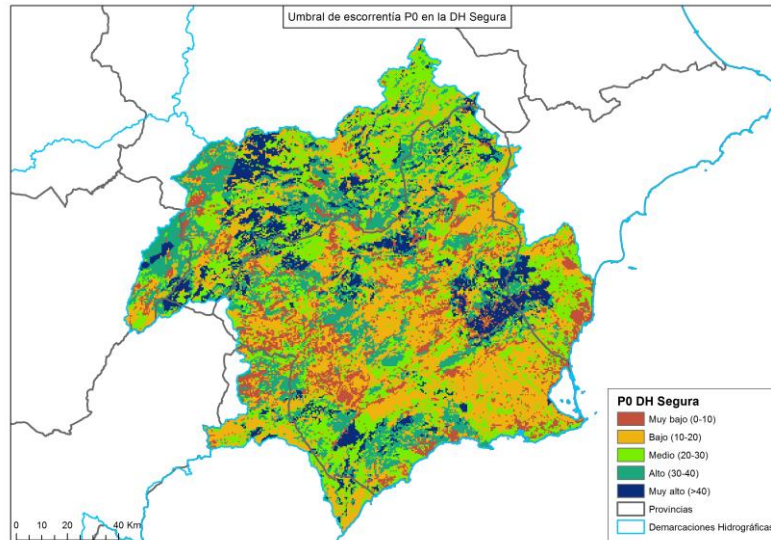


Figura 39. Umbral de escorrentía P_0 en la DH Segura. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

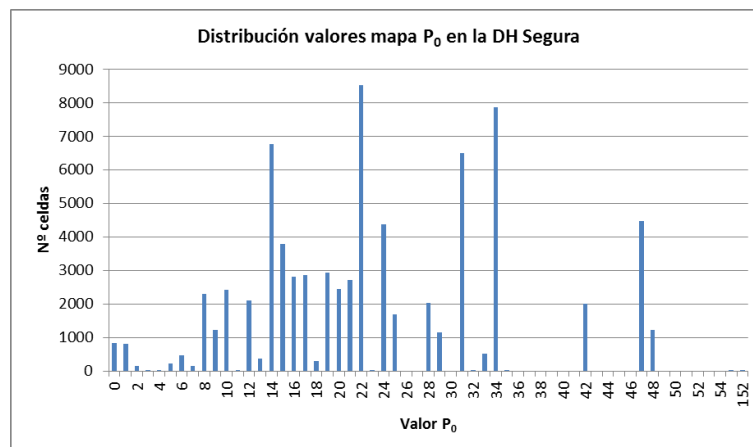


Figura 40. Distribución de los valores en el mapa del umbral de escorrentía P_0 del CauMax en la DH Segura. Cada celda representa un píxel de 500x500 metros. No existen celdas con valores entre 56 y 151. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Precipitaciones máximas diarias T10

De acuerdo a la Memoria técnica del CauMax, “los valores de las precipitaciones máximas diarias se obtuvieron mediante los mapas de precipitación elaborados a partir del trabajo de Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular realizado por el CEDEX para la Dirección General de Carreteras (DGC, 1999)”.

En el estudio del MITECO-TRAGSATEC eligió un periodo de retorno de 10 años (T_{10}) para las precipitaciones al considerarse con menor incertidumbre y comparable al periodo de retorno del estudio histórico (2005-2017).

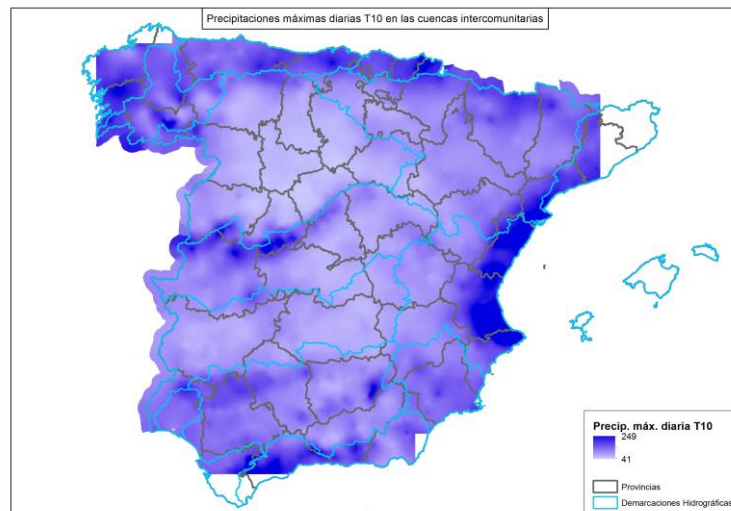


Figura 41. Precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 10 años en las cuencas intercomunitarias españolas. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Además, para identificar las zonas de mayor peligrosidad potencial por precipitaciones máximas se consideraron los umbrales establecidos por Meteoalerta de AEMET (Plan nacional de predicción y vigilancia de fenómenos meteorológicos adversos) para precipitaciones acumuladas en 12 horas.

La correspondencia entre los umbrales de Meteoalerta y las precipitaciones máximas no es equivalente ya que las precipitaciones máximas de 10 años de periodo de retorno están a escala diaria y los umbrales de Meteoalerta se definen para precipitaciones acumuladas en 12 horas. Al establecer la correspondencia con Meteoalerta se asumió un margen de seguridad.

Los umbrales de Meteoalerta (versión 6, septiembre de 2015) de precipitación acumulada en 12 horas que activan los niveles de aviso amarillo/naranja/rojo de AEMET se distribuyen según el mapa inferior. Como se observa los valores en la zona mediterránea este, Baleares y Canarias occidental son mayores que en el resto de España.

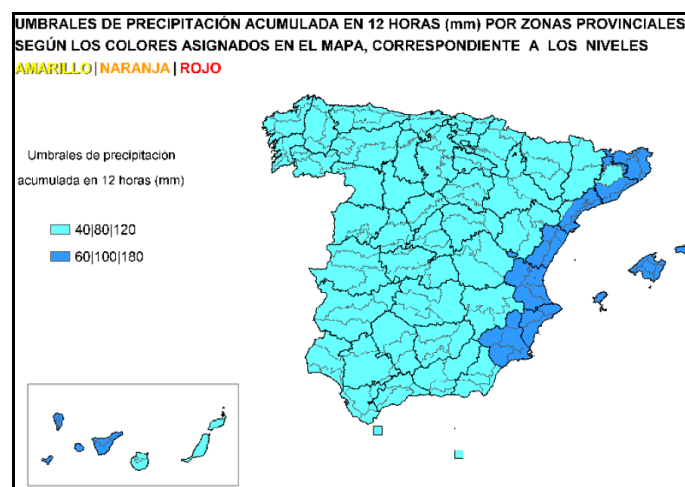


Figura 42. Umbrales de precipitación acumulada en 12 horas de Meteoalerta. En la zona este, Baleares y Canarias occidental, se activa el aviso amarillo si se prevé la superación de 60 mm, el aviso naranja si se prevé la superación de 100 mm y el aviso rojo si se prevé la superación de 180 mm. En el resto de España estos valores bajan a 40, 80 y 120 mm para los avisos amarillo, naranja y rojo. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Para la correspondencia entre precipitaciones máximas diarias (T_{10}) y umbrales por precipitación en 12 horas de Meteoaleta se tuvo en consideración la diferencia entre los umbrales para la zona este y el resto de España. Así, se obtuvieron mapas con cuatro categorías según las precipitaciones máximas de T_{10} superen o no los umbrales en cada zona: verde (no supera el umbral amarillo), amarillo (supera umbral amarillo), naranja (supera umbral naranja) y rojo (supera umbral rojo).

Los valores de precipitación máxima diaria para 10 años de periodo de retorno, en la DH Segura, se muestran en la imagen siguiente. El valor mínimo se sitúa en los 63 mm y el máximo en los 108 mm. Los máximos de precipitación se ubican al sur del Mar Menor, en Sierra Espuña y en la zona de la Sierra de la Muela, al norte de Moratalla.

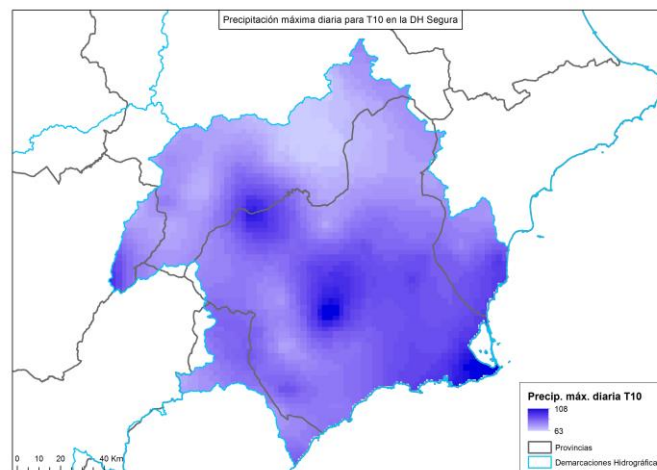


Figura 43. Precipitación máxima diaria para T_{10} en la DH Segura. El rango de valores va de 63 a 108 mm. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

A continuación se muestra el mapa con las zonas clasificadas por peligrosidad por precipitaciones máximas diarias T_{10} según la superación de los umbrales de Meteoaleta, existiendo algunas zonas que superan el umbral naranja. Además los valores mínimos de precipitación máxima son superiores al umbral amarillo (60 y 40 mm según la zona) y los máximos son inferiores al umbral rojo (180 y 120 mm según la zona).

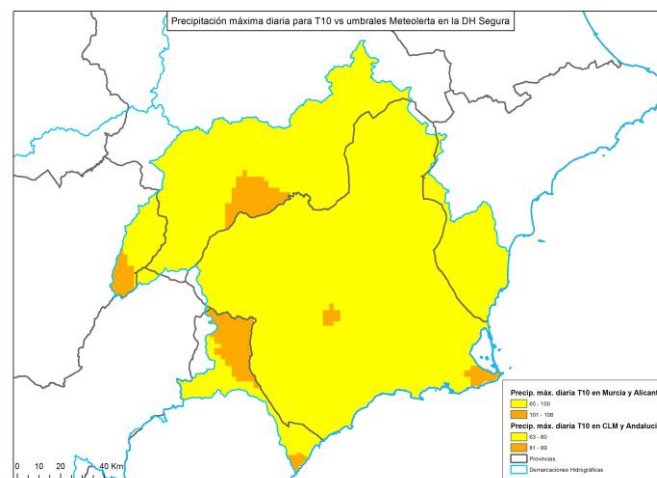


Figura 44. Comparativa precipitación máxima diaria para T_{10} respecto a los umbrales de Meteoaleta para precipitaciones acumuladas en 12 horas. Los umbrales son diferentes en Murcia y Alicante respecto a Castilla-La Mancha (Albacete) y Andalucía (Almería, Granada y Jaén). Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

Índice de torrencialidad I_1/I_d

El índice o factor de torrencialidad I_1/I_d , según la Memoria técnica del CauMax, representa la relación entre la intensidad de precipitación correspondiente a 1 hora de duración (I_1) y la intensidad de precipitación diaria (I_d). Es un valor adimensional y en CauMax, se ha obtenido a partir del mapa de isolíneas propuesto por Témez (1987). Para las cuencas intercomunitarias este mapa es el que se muestra en la imagen inferior. Sus valores varían entre 8 y 11, dándose el valor más elevado (11), es decir, que tiene una mayor torrencialidad (y por tanto, más riesgo), en la zona este mediterránea.

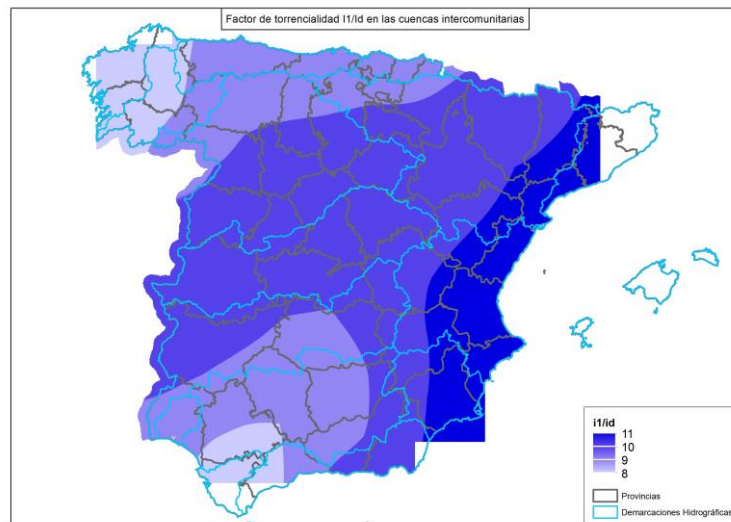


Figura 45. Factor de torrencialidad I_1/I_d para la cuencas intercomunitarias españolas. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

En el ámbito de la DH Segura, el factor de torrencialidad es alto, siendo 10 en la zona oeste y 11 en la zona este:

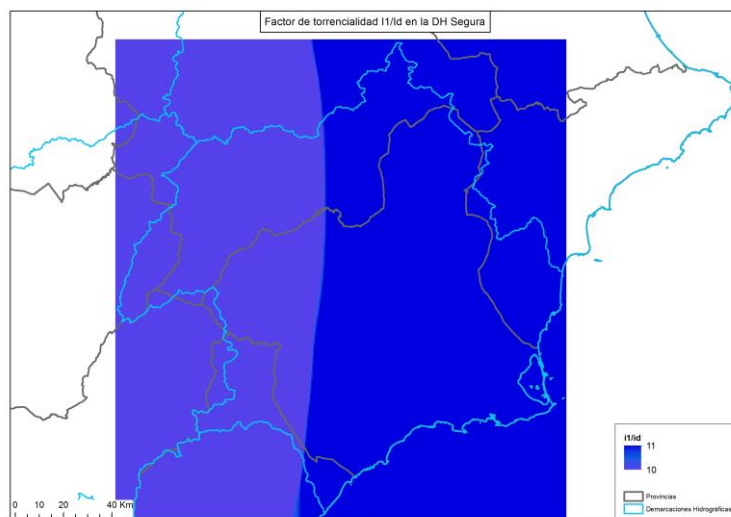


Figura 46. Factor de torrencialidad I_1/I_d en la DH Segura. Fuente: MITECO-TRAGSATEC.

3.2.2 Análisis preliminar del riesgo y conclusiones

Tras la caracterización de la Demarcación se procedió al análisis preliminar del riesgo.

Del análisis de los 3 factores utilizados para la caracterización (histórica, topográfica e hidrometeorológica) se obtuvo como resultado:

- Histórico: identificación de zonas que han sufrido inundaciones de componente pluvial y cuya fuente ha sido el análisis de información de la hemeroteca y del análisis de la información recogida del estudio realizado por MITECO-TRAGSATEC así como la información facilitada por Protección Civil de la Región de Murcia. La información más relevante y de mayor interés a la hora de detectar problemas de tipo pluvial, procede de la Protección Civil local y su conocimiento de puntos tradicionalmente conflictivos en cada municipio
- Topográfico: zonas con dificultad de drenaje recogidas del estudio del MITECO-TRAGSATEC y alta vulnerabilidad, zonas endorreicas del estudio del MITECO-TRAGSATEC y alta vulnerabilidad y zonas endorreicas facilitadas por Protección Civil de la Región de Murcia. Las cuencas de tipo endorreico se sitúan en zonas muy poco pobladas y por lo tanto sin apenas elementos vulnerables.
- Hidrometeorológica: se ha considerado no identificar o distinguir ninguna región por sus características hidromorfológicas ya que las diferencias en la Demarcación no son significativas, salvo en el P_0 , pero tanto este factor en parte se tiene en cuenta en el análisis que se describe a continuación como la precipitación máxima diaria se tiene en cuenta en el análisis posterior. En cuencas mediterráneas de tipo fuertemente torrencial, estos criterios resultan ser operativos para seleccionar zonas que pudieran ser ARPSIs.

Para el análisis preliminar del riesgo de las inundaciones pluviales se ha trabajado con estas fuentes como información de partida:

- Zonas con riesgo de inundación pluvial señaladas en el Plan especial de protección civil ante el riesgo de inundaciones de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (Inunmur), aprobado en 2007. (14 polígonos).
- Áreas endorreicas procedentes del estudio de Ordenación del Territorio de la CARM. (3 polígonos).
- Delimitación de áreas de inundaciones pluviales a partir del estudio de la hemeroteca y de la información histórica. (11 polígonos).
- Zonas de difícil drenaje (sumideros) de alta vulnerabilidad (1 polígono) y zonas endorreicas de alta vulnerabilidad (821 polígonos) del estudio del MITECO-TRAGSATEC.

En la figura siguiente se muestran dichos sectores:

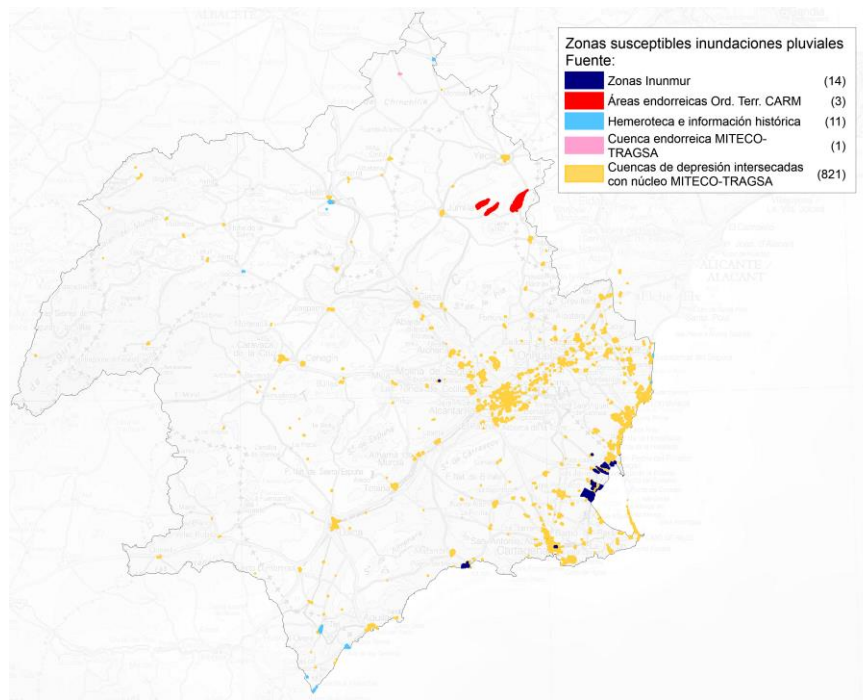


Figura 47. Análisis preliminar riesgo inundaciones pluviales Zonas por fuentes de información. Fuente: elaboración propia

Seguidamente se muestran el mapa de precipitación correspondiente al cálculo de precipitación máxima diaria diferencial entre T_{500} y T_{10} obtenidos a partir de los mapas de precipitación del trabajo de *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular* realizado por el CEDEX. Se calculó la diferencia entre la precipitación máxima diaria correspondiente a 500 años de periodo de retorno y la asociada a la de 10 años de recurrencia, entendiéndose esta última como la asumible al criterio de diseño de la red de saneamiento.

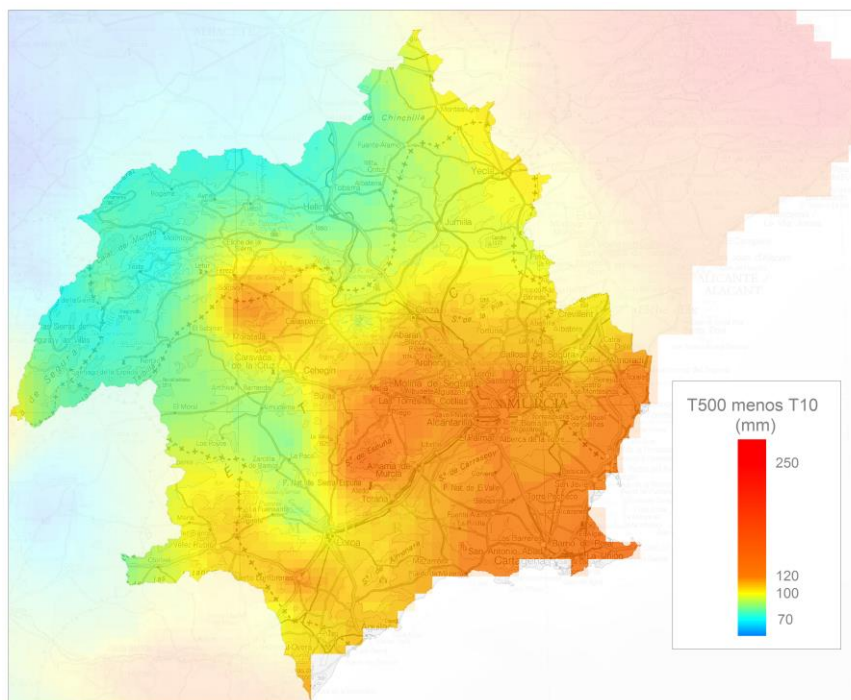


Figura 48. Precipitación $T_{500} - T_{10}$. Fuente: elaboración propia

A partir de este dato de precipitación y consultando la relación calado-daño elaborada por el Consorcio de Compensación de Seguros en la *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*, se asignó a cada zona un porcentaje de daño potencial. En la figura siguiente se muestra tanto el gráfico como los resultados del porcentaje de daño asignado a cada zona.

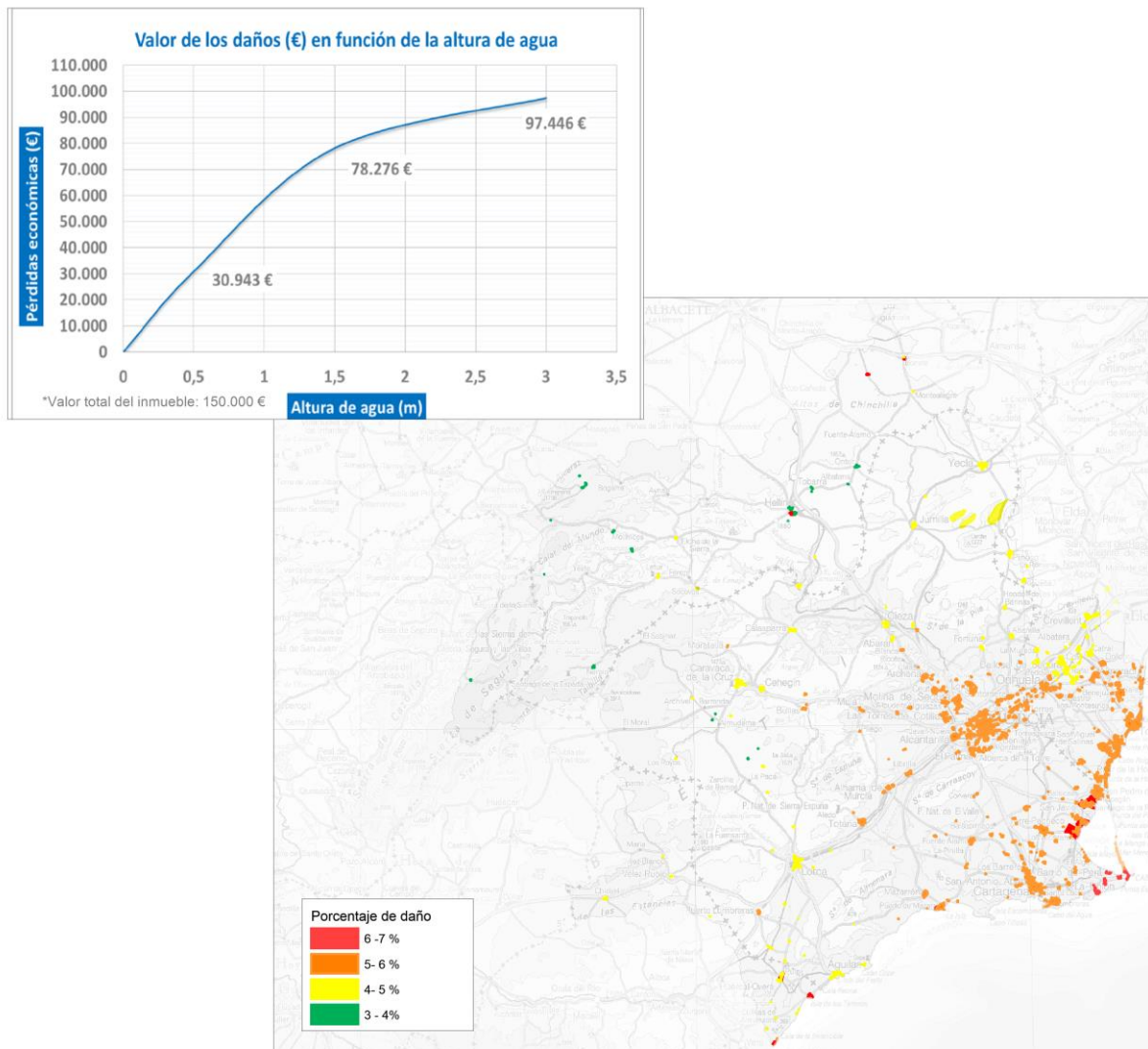


Figura 49. Gráfico del valor de los daños potenciales en función de la altura de agua en una vivienda teórica y mapa con el porcentaje asignado a cada zona Fuente gráfico: *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*. Fuente mapa: *Elaboración propia*.

Finalmente se cruzaron los usos de suelo valorados con dichas zonas y se le aplicó a cada zona*, normalizada a kilómetro previamente, dicho porcentaje de daño, comprobando que ninguna de ellas superaba el valor de daño de 3.900.000, fijado en el apartado 3.1.1. 5 *Definición de umbrales e identificación de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación*.

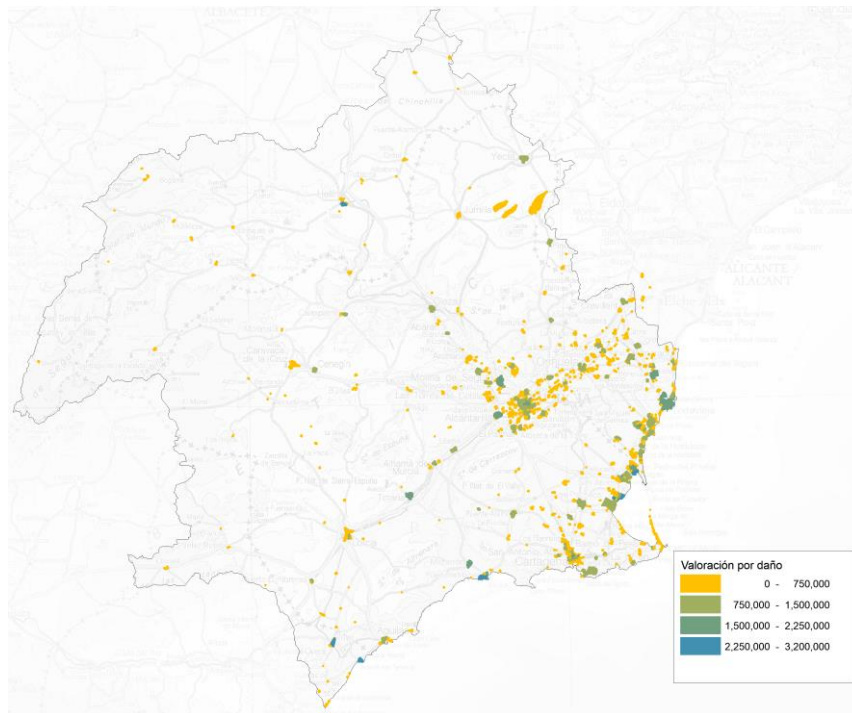


Figura 50. Zonas asociadas a inundaciones pluviales valoradas por daño. Fuente: elaboración propia.

De esta forma se determinó no incluir ninguna de estas zonas como nueva ARPSIs.

*Adicionalmente se estudió la zona de Pilar de la Horadada dando un valor de daño de 2.606.303

Por último se ha realizado una identificación los tramos ARPSI cuya su tipología se pueda definir como pluvial-fluvial. Para este último punto se han identificación aquellas zonas con falta de drenaje, altamente vulnerables, valoradas tal y como se explicó en párrafos anteriores y cuya inundación se asocie a una corriente (tramo ARPSI) de pequeña magnitud.

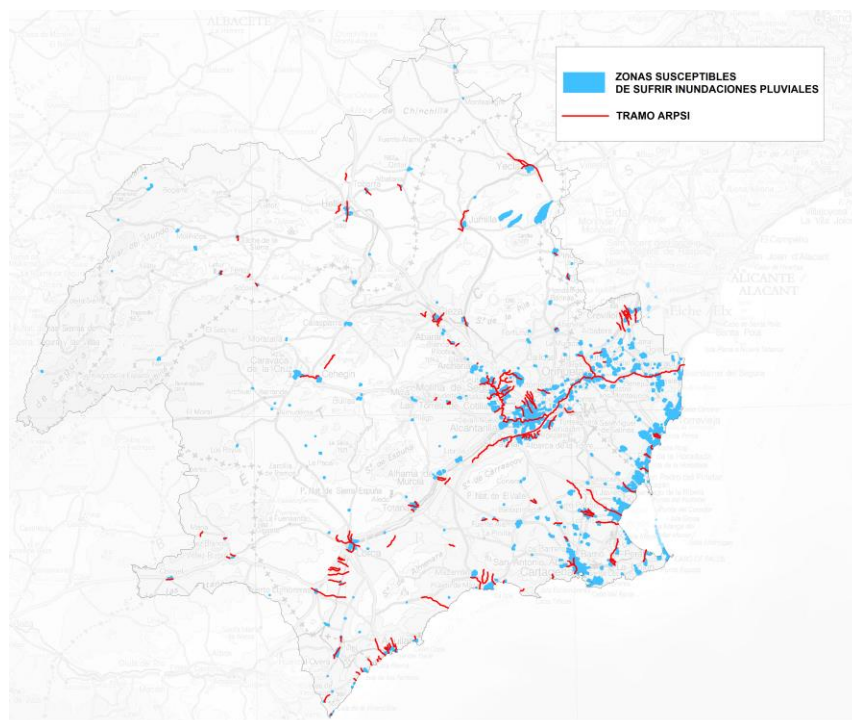


Figura 51. Tramos ARPSI y zonas susceptibles de sufrir inundaciones pluviales. Fuente: Elaboración propia.

Dichos tramos ARPSI de origen pluvio-fluvial se listan a continuación:

Código ARPSI	Código Tramo	Nombre	Origen
ES070/0002	ES070/0002-03	Cañada de Agra	Pluvio-Fluvial
ES070/0004	ES070/0004-01	Rambla de Agua Salada	Pluvio-Fluvial
ES070/0006	ES070/0006-04	Barranco de Los Grajos	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-02	Rambla de la Casa del Aire	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-03	Rambla de Barnuevo	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-04	Rambla de Churra	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-05	Rambla de Casa Blanca	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-06	Rambla de La Higuera	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-07	Rambla Carmen	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-08	Rambla de Cañada Ancha	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-10	Rambla del Pocito	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-11	Rambla del Puerto	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-12	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-13	Rambla del Valle	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-14	Rambla del Valle	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-15	Barranco del Sordo	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-16	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-17	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-18	Rambla del Puerto de Garruchal	Pluvio-Fluvial
ES070/0009	ES070/0009-19	Cañada de Tabala	Pluvio-Fluvial
ES070/0011	ES070/0011-06	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0011	ES070/0011-07	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0011	ES070/0011-08	Rambla de Las Salinas	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-03	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-04	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-05	Rambla del Albuñon	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-07	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-08	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-09	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-10	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-11	Rambla del Albuñon	Pluvio-Fluvial
ES070/0012	ES070/0012-12	Sin Nombre (La Torre Golf y Terrazas La Torre)	Pluvio-Fluvial
ES070/0013	ES070/0013-01	Rambla de Cobatillas	Pluvio-Fluvial
ES070/0013	ES070/0013-02	Rambla de La Maraña	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	ES070/0014-04	Rambla de Peñaranda	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	ES070/0014-05	Rambla de Peñaranda	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	ES070/0014-06	Rambla de Labradorcico	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	ES070/0014-07	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	ES070/0014-08	Rambla del Renegado	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	ES070/0014-09	Rambla de Culebras	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	ES070/0014-10	Rambla de Taray	Pluvio-Fluvial
ES070/0015	ES070/0015-03	Rambla Grande	Pluvio-Fluvial

Código ARPSI	Código Tramo	Nombre	Origen
ES070/0015	ES070/0015-04	Rambla de la Cruz Del Muerto	Pluvio-Fluvial
ES070/0016	ES070/0016-01	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0018	ES070/0018-02	Rambla de la Casa	Pluvio-Fluvial
ES070/0020	ES070/0020-01	Cañada de las Moscas	Pluvio-Fluvial
ES070/0020	ES070/0020-02	Cañada de las Moscas	Pluvio-Fluvial
ES070/0020	ES070/0020-03	Cañada de las Estacas	Pluvio-Fluvial
ES070/0020	ES070/0020-04	Río Nacimiento	Pluvio-Fluvial
ES070/0020	ES070/0020-05	Río Seco	Pluvio-Fluvial
ES070/0020	ES070/0020-06	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0021	ES070/0021-01	Rambla de Nogantes o Charcones	Pluvio-Fluvial
ES070/0021	ES070/0021-06	Barranco de la Higuera	Pluvio-Fluvial
ES070/0021	ES070/0021-07	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial
ES070/0021	ES070/0021-08	Sin Nombre	Pluvio-Fluvial

Tabla 14. Preselección de tramos ARPSI pluvio-fluvial

3.3 Inundaciones debidas al mar

En la EPRI del 1.º ciclo en la DH del Segura se identificaron 34,49 km de ARPSIs con influencia marina, distribuidas entre las Comunidades Autónomas de la Región de Murcia (74,43%), Comunidad Valenciana (20,96%) y Andalucía (4,61%).

Posteriormente, en la fase de elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo (segunda fase de la Directiva), como trabajo previo, se reevaluó el riesgo asociado a estas ARPSIs de acuerdo con una nueva metodología de identificación de zonas costeras con riesgos significativos de inundación.

Como consecuencia de esta revisión, el ARPSI ES070_PM_0013 (Urbanización Playa Paraíso, Playa Honda) fue eliminado, las ARPSIs ES070_PM_0006 (La Manga del Mar Menor) y ES070_PM_0010 (Costa Tranquila, San Juan de Los Terreros) se agregaron a las ARPSIs ES070_PM_005 y ES070_PM_009 respectivamente, desapareciendo como tal y se adicionaron 11 nuevas ARPSIs.

En la siguiente tabla se reflejan los cambios en la identificación de las ARPSIs de la EPRI del 1.º ciclo tras la revisión y actualización realizada. Las ARPSIs que aparecen destacadas en color negro se han mantenido con esa clasificación y las que aparecen en color rojo han sido eliminadas.

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	Provincia	Longitud km	EPRI 2.º ciclo
ES070 PM 0001	Torrelamata - La Mata	Alicante	1,43	Sí
ES070_PM_0002	Torre vieja (desde El Palmeral hasta Playa del Cura)	Alicante	3,36	Sí
ES070 PM 0003	Dehesa de Campoamor (Playa La Glea)	Alicante	0,29	Sí
ES070 PM 0004	Desde La Torre hasta El Mojón	Alicante	2,15	Sí
ES070_PM_0005	La Manga del Mar Menor (desde Veneziola hasta El Faro de Estacio)	Murcia	5,51	Sí
ES070_PM_0006	La Manga del Mar Menor (desde la Urbanización Las Brisas hasta Cabo de Palos)	Murcia	1,43	Sí ⁽¹⁾

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	Provincia	Longitud km	EPRI 2.º ciclo
ES070_PM_0007	Mazarrón (desde Cabo Cope hasta Playa Grande)	Murcia	3,36	Sí
ES070_PM_0008	Puntas de Calnegre	Murcia	0,29	Sí
ES070_PM_0009	Calabardina	Almería	2,15	Sí
ES070_PM_0010	Costa Tranquila (San Juan de Los Terreros)	Almería	5,51	Sí ⁽²⁾
ES070_PM_0011	Playa La Rabiosa (San Juan de Los Terreros)	Almería	1,43	Sí
ES070_PM_0012	Pozo del Esparto	Murcia	3,36	Sí
ES070_PM_0013	Urbanización Playa Paraíso (Playa Honda)	Murcia	0,29	No
(1) Incluida en ES070_PM_0005				
(2) Incluida en ES070_PM_0009				

Tabla 15. Revisión ARPSIs EPRI 1.º ciclo de origen costero de la Demarcación Hidrográfica del Segura

Finalmente, las ARPSIs definitivas del ámbito costero de la Demarcación tienen una longitud total que supera los 78 km, distribuidas entre las Comunidades Autónomas de la Región de Murcia (58,15%), Comunidad Valenciana (31,21%) y Andalucía (10,64%).

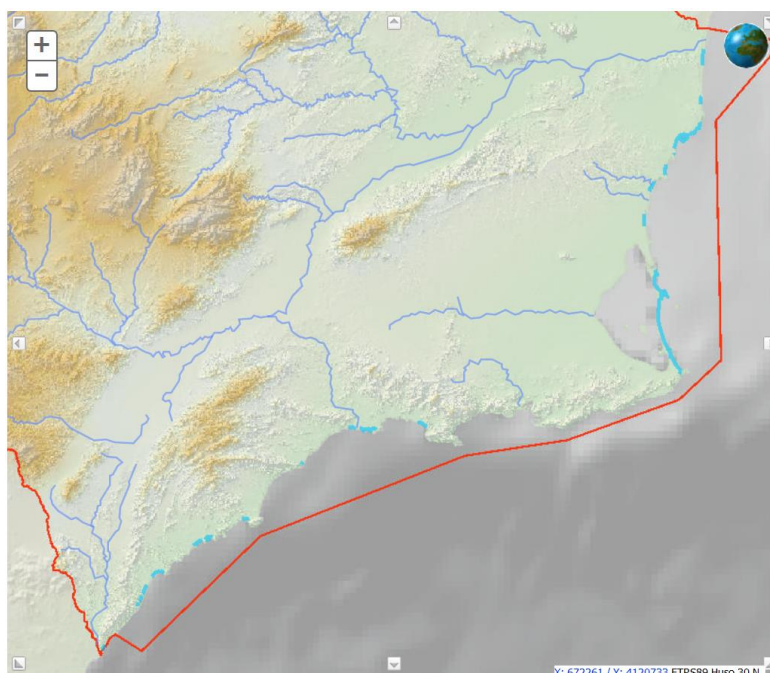


Figura 52. Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) de origen costero. Demarcación Hidrográfica del Segura

En la siguiente tabla se relacionan las **21 ARPSIs costeras definitivas** indicando la provincia en la que se encuentran y su longitud total. Las ARPSIs identificadas en este ciclo aparecen destacadas en color azul.

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	Provincia	Longitud Km
ES070_PM_0001	Torrelamata - La Mata	Alicante	1,45
ES070_PM_0002	Torrevieja (desde El Palmeral hasta Playa del Cura)	Alicante	14,76
ES070_PM_0003	Dehesa de Campoamor (Playa La Glea)	Alicante	2,79
ES070_PM_0004	Desde La Torre hasta El Mojón	Murcia	2,04

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	Provincia	Longitud Km
ES070_PM_0005	La Manga del Mar Menor (desde Veneziola hasta El Faro de Estacio)	Murcia	26,35
ES070_PM_0007	Mazarrón (desde Cabo Cope hasta Playa Grande)	Murcia	0,51
ES070_PM_0008	Puntas de Calnegre	Murcia	1,43
ES070_PM_0009	Calabardina	Almería	3,09
ES070_PM_0011	Playa La Rabiosa (San Juan de Los Terreros)	Almería	1,60
ES070_PM_0012	Pozo del Esparto	Murcia	6,05
ES070_PM_0014	Guardamar del Segura	Alicante	2,72
ES070_PM_0015	Playa Rocío del Mar	Alicante	0,24
ES070_PM_0016	Playa de la Zenia	Alicante	2,39
ES070_PM_0017	Cabo de Palos - Playa de la Barra	Murcia	0,59
ES070_PM_0018	Playa de San Ginés - Chapineta	Murcia	1,93
ES070_PM_0019	Playa de Bolnuevo	Murcia	1,29
ES070_PM_0020	Águilas Bahía de Levante	Murcia	2,83
ES070_PM_0021	Águilas Bahía de Poniente	Murcia	2,34
ES070_PM_0022	Cala Panizo	Almería	1,39
ES070_PM_0023	El Calón	Almería	0,78
ES070_PM_0024	Villaricos	Almería	1,44

Tabla 16. ARPSIs definitivas de origen costero de la Demarcación Hidrográfica del Segura, EPRI 2.º ciclo

Cabe destacar que en coherencia, los mapas de peligrosidad y riesgo se elaboraron para las nuevas ARPSIs, quedando excluidas aquellas zonas que fueron descartadas.

4 Incidencia del cambio climático en el riesgo de inundación

La adaptación al cambio climático ha sido un objetivo prioritario para España, debido a la elevada vulnerabilidad frente al cambio y la variabilidad climática. En 2006 se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, tras un amplio proceso que implicó a los principales Órganos de coordinación en materia de cambio climático en España: la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático y el Consejo Nacional del Clima.

Según los requerimientos exigidos por la Comisión Europea en el artículo 14 en la Directiva 2007/60/CE de inundaciones, así como en el 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.

En cumplimiento de estas disposiciones, los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRIs) de primer ciclo ya aprobados y en fase de implantación incluyen dentro de su programa de medidas, en concreto 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 presenta a continuación, en parte gracias a la financiación derivada del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, en concreto del Plan PIMA Adapta, todo ello en coordinación con la Oficina Española de Cambio Climático.

4.1 Estudio de la influencia del cambio climático en las inundaciones pluviales y fluviales

El estudio de los efectos del cambio climático en las inundaciones pluviales y fluviales es muy complejo, puesto que las variables que lo condicionan son múltiples e interrelacionadas entre sí, por lo que la incertidumbre existente es muy importante. En la web del [Ministerio para la Transición Ecológica](#) se pueden consultar resúmenes de los trabajos científicos que se han realizado hasta la fecha en distintos artículos científicos y los trabajos que se realizaron por los distintos estados miembros de la Unión Europea en el primer ciclo de la Directiva de Inundaciones.

A partir de estos antecedentes, y en colaboración con distintos Organismos y entidades, entre los que destacan el CEDEX, el CSIC y la Universidad Politécnica de Madrid se ha realizado una metodología para estimar los efectos del cambio climático en este tipo de inundaciones, que, de forma resumida y adaptada para el ámbito territorial de esta Demarcación Hidrográfica se presenta a continuación y se complementa con la información disponible en la web del Ministerio para la Transición Ecológica.

La citada metodología será publicada bajo el título *“Cambio Climático y Directiva de Inundaciones. Estudios realizados a nivel europeo, consideración del cambio climático en otros países y metodología propia desarrollada por España”*.

4.1.1 Estudio de los posibles cambios en las precipitaciones máximas diarias y evaluación de la incertidumbre

Fuentes de información e hipótesis de partida

Para la evaluación del impacto del cambio climático en la revisión de la EPRI de segundo ciclo, se ha tomado como punto de partida la metodología piloto desarrollada durante 2017, para la “Evaluación de los efectos del cambio climático en la gestión de los riesgos de inundación”, aplicada en 5 ARPSIs de distintas Demarcaciones Hidrográficas.

Código ARPSI	Nombre ARPSI	Demarcación Hidrográfica
ES018_AST_46-2	Río Sella en Cangas de Onís	Cantábrico
ES050_APSFR_GE006-01	Río Genil en Loja	Guadalquivir
ES080_ARPS_0022-03	Rambla de Chiva o de Poyo desde Chiva hasta canal Júcar - Turia	Júcar
ES091_ARPS_AAS-01	Río Aragón en Canfranc – Estación	Ebro
ES100-APSFR_080_010	Tramo alto del Francolí, en Montblanc	DCFC

Tabla 17. ARPSIs piloto estudiadas para la evaluación del impacto del cambio climático en la revisión de la EPRI. Fuente: MITECO.

Como resultado de la aplicación de la metodología piloto mencionada, se obtuvieron una serie de conclusiones y recomendaciones que han sido el punto de partida en el planteamiento de estos trabajos.

En la siguiente tabla se indican las consideraciones de partida seguidas durante la primera aproximación metodológica (2017) y las seleccionadas para la metodología específica que analiza el cambio climático en el contexto de la EPRI2018, resaltando en rojo las que son de aplicación en este trabajo:

		PRIMERA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA 5 ARPSIs (2017)	METODOLOGÍA CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EPRI Nivel general (2018)
	Periodo de retorno objetivo	100 años	
	Escenario de emisión de gases de efecto invernadero (según el Quinto informe del IPCC)	RPC 8,5	RCP 4,5 RCP 8,5
CLIMA ACTUAL	Fuente de información	Spain02 ²	12 simulaciones del proyecto EURO-CORDEX ³ en control
CLIMA FUTURO	Horizonte	2041-2070	
	Número de proyecciones para simular la dinámica del clima	2	12 simulaciones del proyecto EURO-CORDEX en futuro

Tabla 18. Comparativa de las hipótesis de partida utilizadas en la primera aproximación metodológica para la consideración del cambio climático en el riesgo de inundación (2017) y las seguidas para considerar el cambio climático en la EPRI de segundo ciclo (2018). Fuente: MITECO.

Para analizar la influencia del cambio climático en las precipitaciones máximas diarias (en adelante PMD), principal factor de cambio en las inundaciones, los datos de base utilizados son los resultados obtenidos durante el estudio realizado por la Universidad Politécnica de Madrid (en adelante UPM) titulado: “Tasas de cambio en los cuantiles de precipitación diaria máxima anual esperables en situación de cambio climático a escala nacional”.

Dicho estudio consistió en la recopilación de las simulaciones de 12 combinaciones de modelos climáticos globales y regionales (en adelante MCG-MCR) del proyecto EURO-CORDEX. Dichas simulaciones están disponibles para los escenarios RCP 4,5 y 8,5 (escenarios de emisión de gases de efecto invernadero propuestos por el IPCC en el quinto informe), para distintos intervalos del periodo futuro 2011-2100 y en una malla con resolución de 12,5 km para toda Europa. La simulación RCP 4,5 corresponde a emisiones de tipo intermedio y el RCP 8,5 a altas emisiones, es decir, el escenario pésimo considerado por el IPCC.

Se ajustaron los parámetros de la ley de frecuencia de Valores Extremos Generalizada (en adelante GEV, por sus siglas en inglés), para cada una de las 12 simulaciones y cada celda de la malla, mediante el método de los L-momentos. Este ajuste se realizó tanto para el periodo de control (1951/1971-2005, según cada modelo) como para los tres periodos futuros considerados (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100). De todos ellos se utilizó el periodo futuro intermedio, tal y como se indica en la tabla con las hipótesis de partida.

² El conjunto de datos Spain02 corresponde a una rejilla de 20 km de lado que cubre la España peninsular y Baleares, en la que se han interpolado los datos diarios de precipitación de más de 2.000 estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (en adelante AEMET). Este conjunto de datos ha sido elaborado conjuntamente por AEMET y el grupo de Meteorología de Santander (Universidad de Cantabria-CSIC, www.meteo.unican.es).

³ EURO-CORDEX: Coordinated Downscaling Experiment - European Domain. Es la rama europea de la iniciativa internacional CORDEX. Es un programa patrocinado por el Programa Mundial de Investigación del Clima (WRCP) para organizar un marco coordinado internacionalmente que produzca proyecciones regionales mejoradas de cambio climático en todas las regiones terrestres del mundo. Los resultados servirán como insumo para estudios de adaptación dentro del calendario del AR5 (IPCC, 2013) y otros.

Es necesario aclarar que las series de precipitación en el periodo de control no se corresponden con la precipitación observada o real, sino con la precipitación simulada por los modelos climáticos en dicho periodo. De esta forma se eliminan los sesgos que derivan de la comparativa de datos procedentes de distintas fuentes.

Estudio de la incertidumbre y umbrales de cambio en la precipitación

El estudio de la UPM valoró el cambio de las precipitaciones a lo largo de toda la ley de frecuencia. Sin embargo, no incorporó el cálculo de la incertidumbre asociada a estos cambios.

El propio concepto de “variabilidad climática” supone que en caso de existir diferencias entre la precipitación en clima actual o presente y la calculada a partir de las proyecciones de clima futuro, no deben atribuirse necesariamente a la acción del cambio climático. Por ello, es necesario estudiar dicha variabilidad para establecer si los cambios en el futuro son significativos, estadísticamente hablando, o no. Es decir, si se encuentran dentro de la propia variabilidad natural asociada al clima.

La variabilidad natural se puede estudiar mediante diferentes técnicas estadísticas. En el estudio de la UPM se escogió el método de Monte Carlo. Es una técnica que permite realizar un elevado número de simulaciones (en este caso se han realizado 10.000 simulaciones), para generar series de precipitación aleatorias basadas en la ley de frecuencia del periodo de control.

Con las nuevas series de precipitación generadas, se ajustaron de nuevo las nuevas leyes de frecuencia GEV asociadas a cada una de las series, obteniéndose un rango posible en el que pueden moverse los valores de precipitación. Este proceso fue implementado para cada una de las 12 combinaciones de modelos climáticos, para cada una de las celdas de la malla y para los dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (RCP 4,5 y RCP 8,5).

De esta forma, se estimó el rango de valores entre los que se puede encontrar la precipitación de un periodo de retorno de 100 años con los datos disponibles en el periodo control (1951/1971-2005).

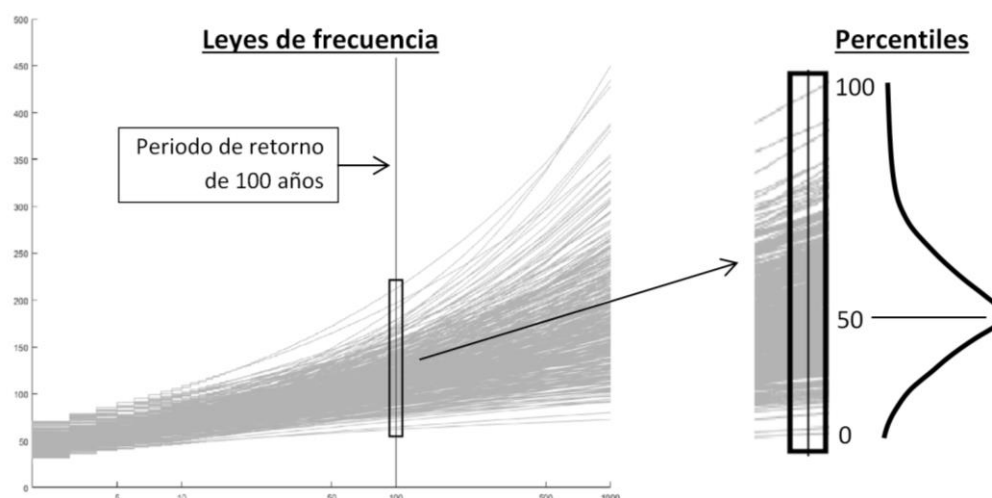


Figura 53. Proceso de elección del umbral en las precipitaciones máximas diarias para el periodo de retorno de 100 años a partir de las 10.000 leyes de frecuencia obtenidas mediante el enfoque de simulaciones de Monte Carlo. Fuente: MITECO

Sin embargo, como se puede observar en la figura anterior, algunos cambios son extremadamente pequeños (del orden del 1%). Dado que previamente se analizó la incertidumbre asociada a las precipitaciones, comparar también estos cambios no hubiera tenido sentido. Por ello, fue necesario establecer un valor mínimo de cambio sobre el que trabajar, estableciendo los umbrales a utilizar para determinar si el cambio en la precipitación es significativo o no. Se establecieron dos umbrales: el percentil (o intervalo de confianza) por encima del cual se considera que la precipitación es significativa, y el número de modelos mínimo a considerar para que el cambio en cada celda de la malla fuera considerado como significativo.

Para establecer estos umbrales, fueron analizadas diferentes combinaciones para decidir cuáles eran los más adecuados. Los umbrales finalmente adoptados fueron:

- *Cambios en la precipitación por encima del percentil 83 del rango.* Este percentil, que se obtuvo mediante simulaciones de Monte Carlo, es el correspondiente a la media más una desviación típica (siguiendo una distribución normal) de los cambios por encima de la mediana del rango. Se consideró un límite adecuado para identificar si la precipitación en un futuro es diferente de la precipitación en periodo de control o histórico.
- *Al menos la mitad de los modelos climáticos de EURO-CORDEX (es decir, al menos seis modelos) presentaron un cambio significativo.* Es importante recalcar que cada uno de los 12 modelos se considera como equiprobable, es decir, que no hay un modelo más probable o mejor que otro.

En consecuencia, si la precipitación asociada al periodo de retorno de 100 años en el periodo futuro se encontraba dentro de un umbral establecido, se consideró que la precipitación cambiaba según la propia variabilidad natural. Por el contrario, si quedaba fuera, se dedujo que era debida a un factor externo, en este caso, el cambio climático.

4.1.2 Definición de zonas y tramos con cambio relevante en la precipitación

Para representar los cambios en la precipitación, en aquellas celdas donde se cumplían los umbrales establecidos, se calculó la media de los cambios en la precipitación de todos los modelos estudiados. Se utilizaron todos ya que aunque el cambio no sea significativo, siguiendo el principio de equiprobabilidad, no implica que no sea posible. Así pues, fue necesario considerar todos los modelos en conjunto, en vez de solo aquellos con cambios significativos. Solo así se tiene una visión del posible rango de cambio en el futuro en cada celda con cambio significativo.

En las figuras adjuntas a continuación se pueden observar las celdas donde el cambio es significativo así como su valor de cambio medido en porcentaje, para los escenarios de emisión RCP 4,5 y RCP 8,5, respectivamente.

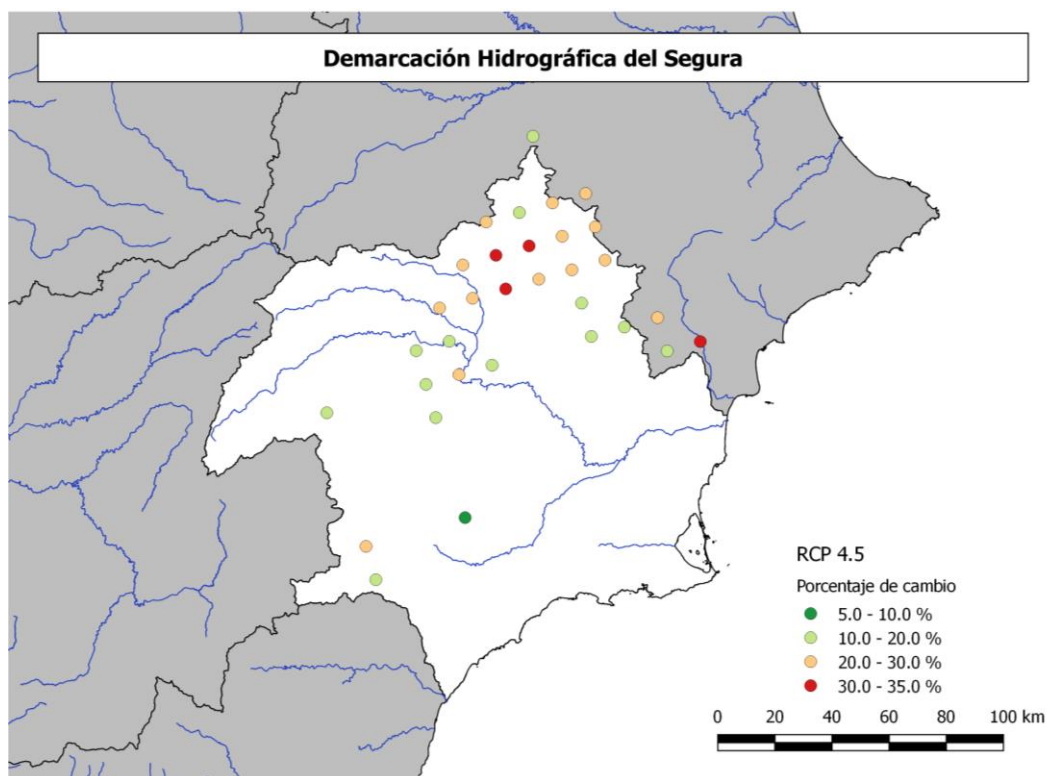


Figura 54. Cambios porcentuales en la precipitación en aquellas celdas que cumplen los umbrales de significancia para la Demarcación Hidrográfica del Segura para el escenario de emisiones RCP 4.5. Fuente: MITECO

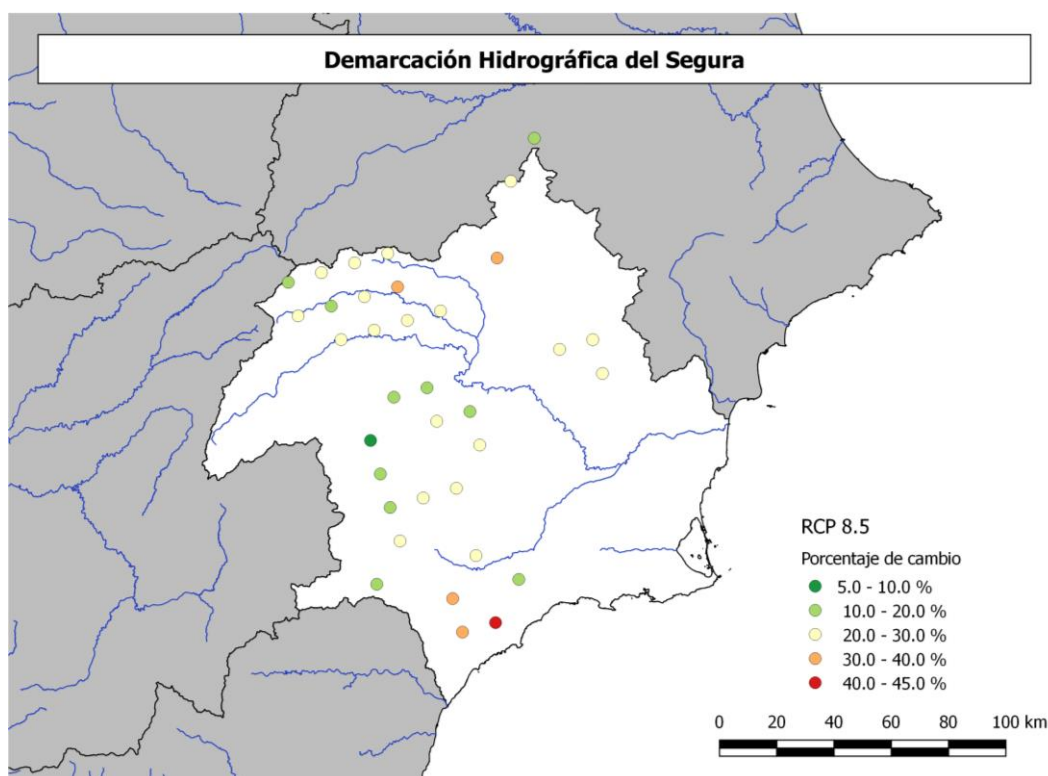


Figura 55. Cambios porcentuales en la precipitación en aquellas celdas que cumplen los umbrales de significancia para la Demarcación Hidrográfica del Segura para el escenario de emisiones RCP 8.5. Fuente: MITECO

Posteriormente, estos cambios significativos en las celdas (en valor absoluto, no en porcentaje) fueron aplicados sobre un ráster de precipitación máxima diaria de 100 años de periodo de retorno. De esta manera, se traducen los cambios puntuales en areales. Es decir, dado que esta transformación a precipitación areal se realizó únicamente utilizando las celdas del ráster de precipitaciones con cambio significativo, a nivel de cuenca hidrográfica, solo se podrán observar cambios en la precipitación en esas zonas de cambio, permaneciendo inalterable el resto de superficie.

La información base sobre la que se aplican estos cambios es el ráster de precipitaciones máximas de periodo de retorno de 100 años incluida en el programa CauMax⁴, el origen de las cuales es el trabajo de “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular”, realizado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (en adelante CEDEX) para la Dirección General de Carreteras en 1999.

A continuación se presentan 3 figuras en las que se muestra la precipitación máxima diaria de periodo de retorno 100 años en clima actual (CEDEX) y las precipitaciones máximas diarias calculadas añadiendo los incrementos de precipitación allí donde el cambio se consideró significativo, para los escenarios de emisión RCP 4,5 y RCP 8,5.

Es necesario mencionar que los cambios que aparecen reflejados son los observados en las correspondientes celdas de la malla (12,5 km de lado), asemejados a la misma resolución de la capa base del CauMax (CEDEX).

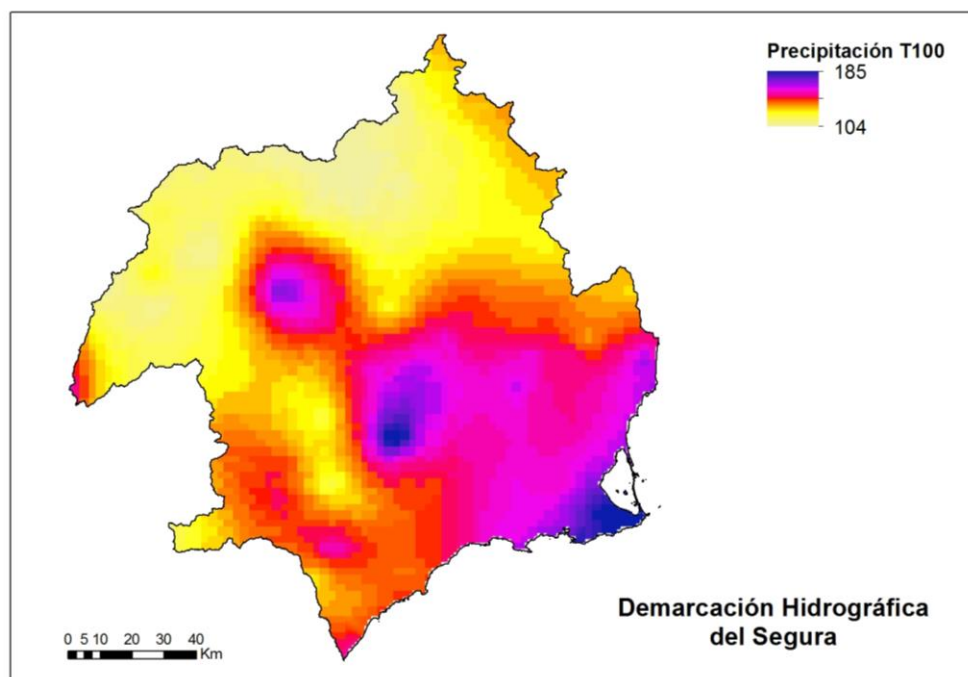


Figura 56. Precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 100 años en clima actual. Fuente: CauMax

⁴ El programa CauMax es una aplicación informática desarrollada dentro de un convenio de colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y el CEDEX para consultar los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos períodos de retorno para los cauces con una cuenca superior a 50 km².

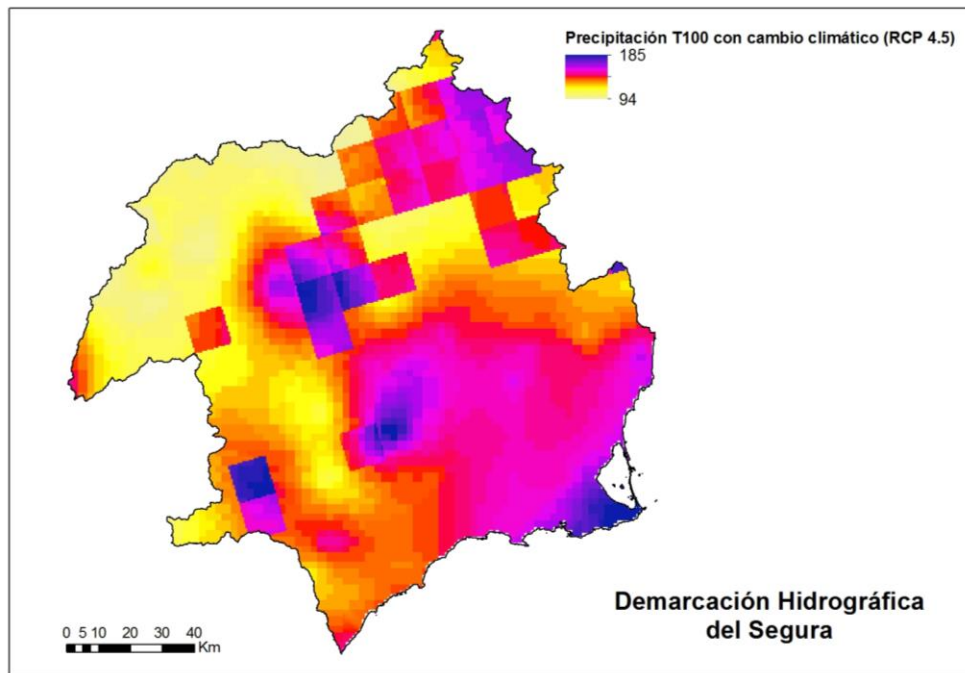


Figura 57. Precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 100 años en clima futuro según el escenario de emisión de gases de efecto invernadero RCP 4.5. Fuente: MITECO.

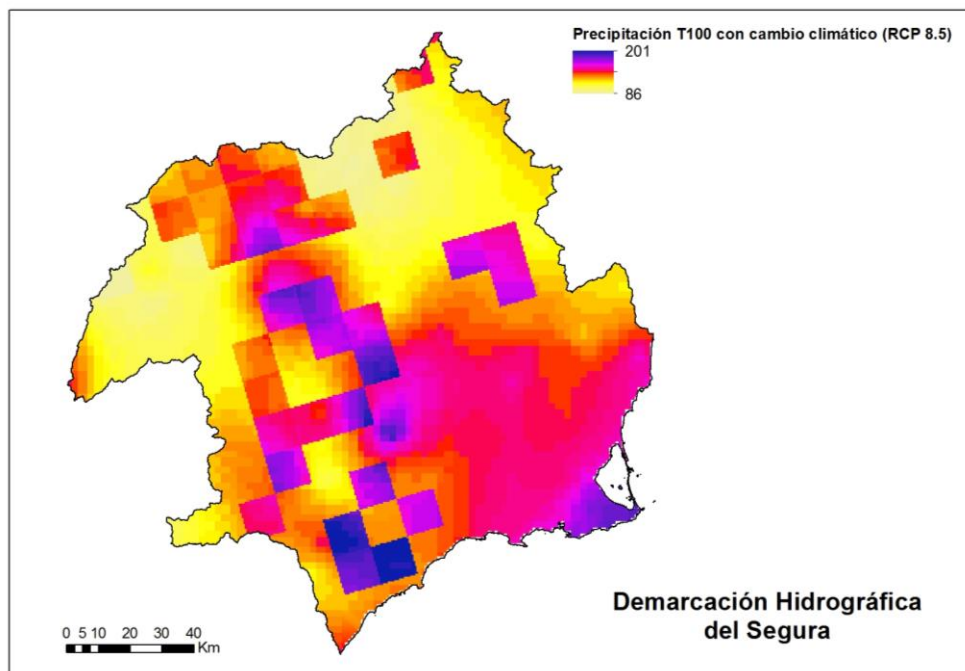


Figura 58. Precipitación máxima diaria para un periodo de retorno de 100 años en clima futuro según el escenario de emisión de gases de efecto invernadero RCP 8.5. Fuente: MITECO.

Una vez se dispuso de los cambios en la precipitación máxima diaria, para comprobar en qué cauces pudiera preverse un aumento significativo de la precipitación con respecto al clima actual, se calcularon los incrementos en la precipitación máxima diaria acumulada a partir de las direcciones de flujo por cuenca hidrográfica, para cada uno de los dos escenarios de emisión. De esta forma, fue posible estimar la magnitud del cambio en la ley de frecuencia.

Es importante resaltar que los cambios en la precipitación máxima diaria acumulada no siempre son debidos a aumentos en las precipitaciones máximas “in situ”, sino que pueden ocurrir como consecuencia de cambios en precipitación en zonas de cabecera que no son importantes en sí mismos pero que pueden traducirse en mayores cambios en tramos medios y bajos.

En las figuras siguientes se pueden observar los cambios en la acumulación de la precipitación máxima diaria de cada uno de los escenarios de emisión con respecto a clima presente.

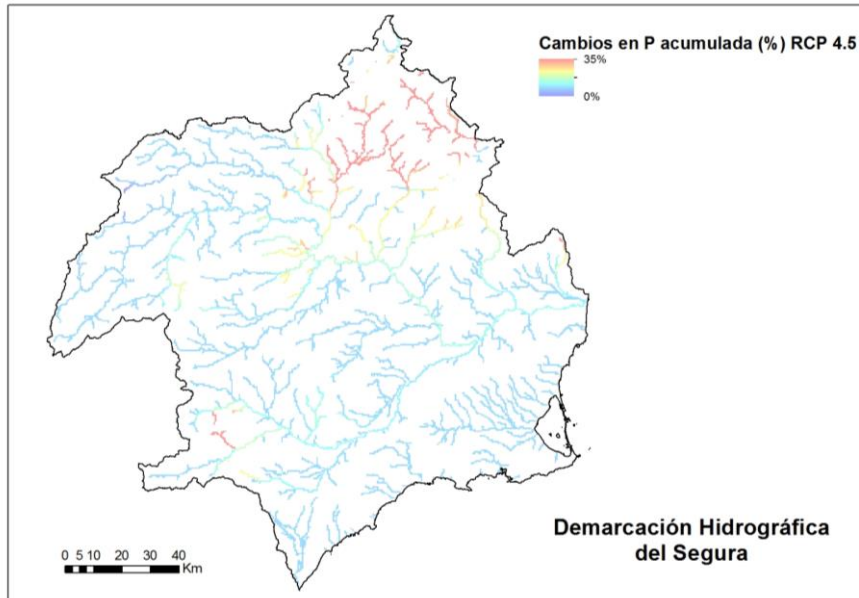


Figura 59. Cambios porcentuales totales en la precipitación máxima diaria acumulada, entre la precipitación actual y la aplicación de los cambios en la precipitación con cambio climático (escenario de emisiones RCP 4.5) para la Demarcación Hidrográfica del Segura. Fuente: MITECO

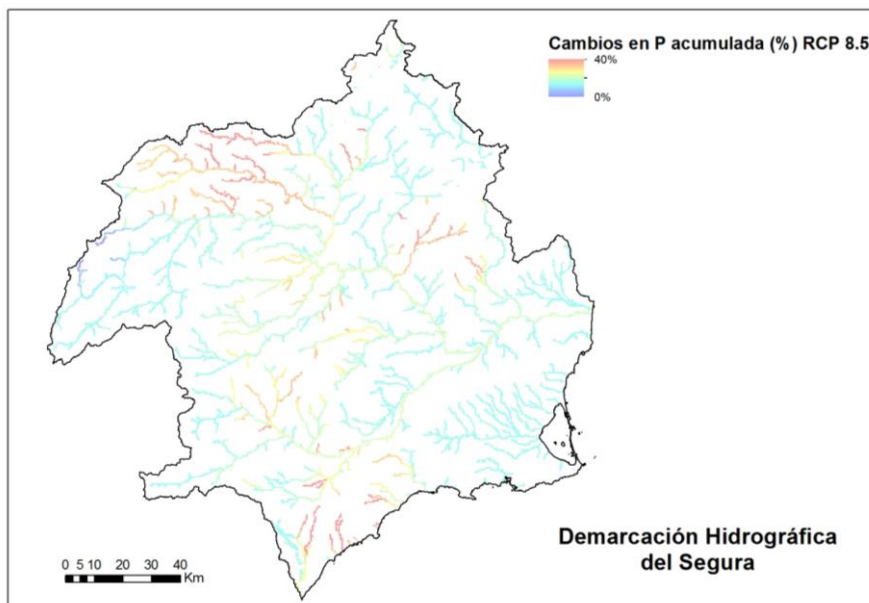


Figura 60. Cambios porcentuales totales en la precipitación máxima diaria acumulada, entre la precipitación actual y la aplicación de los cambios en la precipitación con cambio climático (escenario de emisiones RCP 8.5) para la Demarcación Hidrográfica del Segura. Fuente: MITECO

Dado que el objetivo de este trabajo fue valorar la influencia del cambio climático en el riesgo de inundación, sólo fueron considerados los resultados positivos de estos cambios por encima de un umbral, es decir, los tramos donde la precipitación máxima diaria acumulada era significativamente mayor en clima futuro que en clima actual, ya que no tenía sentido considerar resultados negativos en eventos de avenida, ni cambios mínimos en torno a 0%. Por ello, se estableció un umbral mínimo de cambio que determinó los tramos con cambios relevantes.

Continuando con la metodología, se calculó el porcentaje de cambio medio que supone la precipitación asociada al percentil 83 respecto a la precipitación en periodo de control considerando todas las celdas y modelos dentro de la Demarcación. De esta manera, se obtuvo el porcentaje de cambio (correspondiente a dicho percentil 83) por debajo del cual no se debería considerar ningún cambio como relevante. El umbral obtenido como resultado de este análisis para la Demarcación fue del 23,30%.

No obstante, se comprobó que, dado que la relación precipitación-caudal no es lineal, algunos incrementos de precipitación por debajo del 20% pueden llegar a traducirse en aumentos muy elevados de los caudales asociados, con el aumento del riesgo de inundación que ello implica. En consecuencia, para analizar los cambios en la ley de frecuencia, se redujo el umbral de cambio en los mapas de precipitación máxima diaria acumulada a un 10%.

Finalmente, a continuación se presentan los tramos con cambio relevante de la Demarcación Hidrográfica del Segura, donde la precipitación máxima diaria acumulada presenta cambios superiores al 10%, para cada uno de los escenarios de emisión.

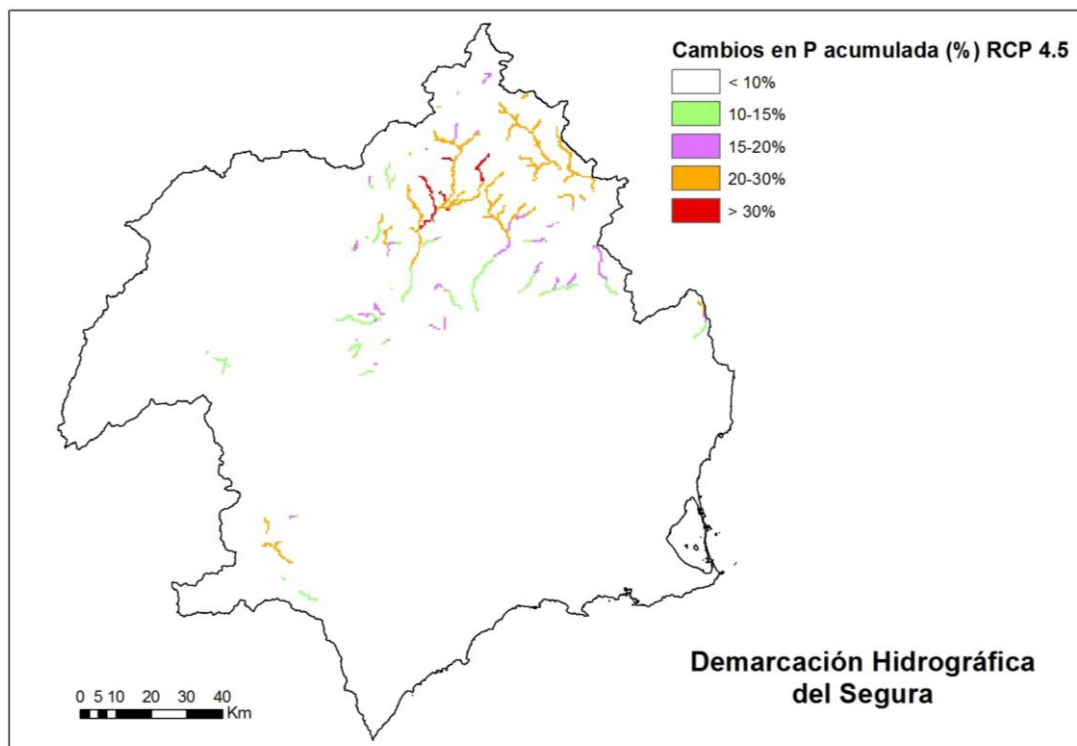


Figura 61. Cambios por encima del umbral del 10% en la precipitación máxima diaria acumulada para la Demarcación Hidrográfica del Segura, en el escenario de emisión RCP 4.5. Fuente: MITECO.

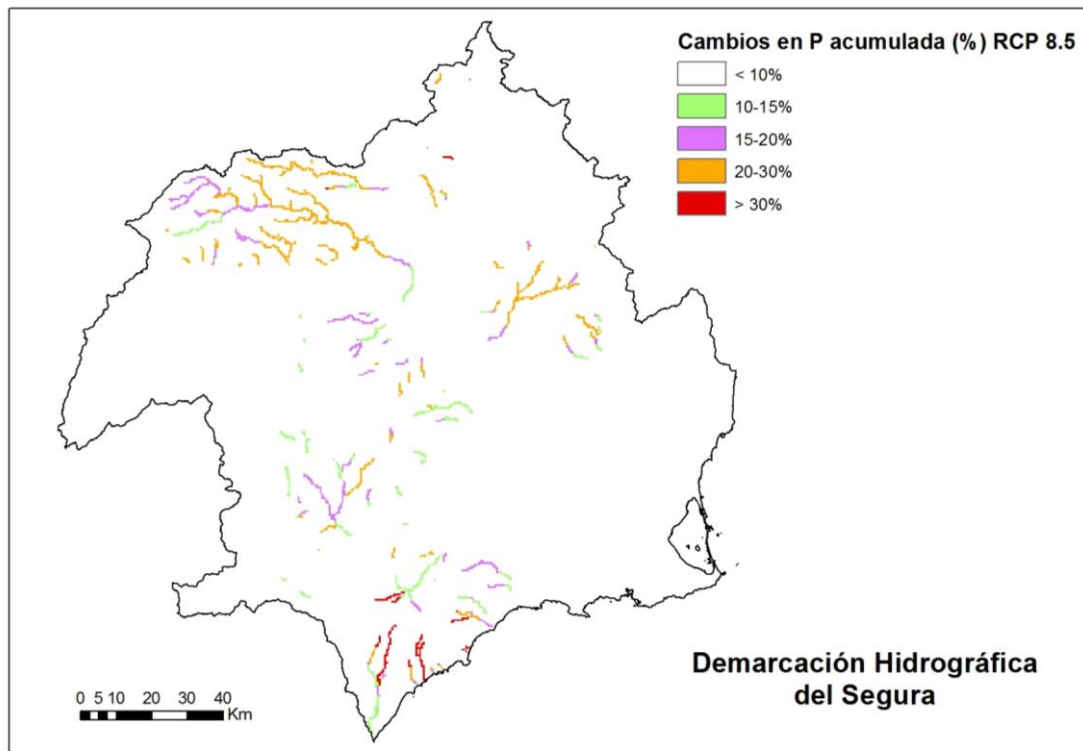


Figura 62. Cambios por encima del umbral del 10% en la precipitación máxima diaria acumulada para la Demarcación Hidrográfica del Segura, en el escenario de emisión RCP 8.5. Fuente: MITECO.

4.1.3 Estudio cualitativo de los cambios en la ley de frecuencia de caudales

Una vez se dispuso de los cambios en la precipitación máxima diaria acumulada para cada uno de los escenarios de emisión y según las premisas anteriormente mencionadas, se evaluó cómo se traduce su influencia en el régimen de caudales.

Para su estudio, se seleccionaron diversos tramos de la red de drenaje que presuponen al menos un cambio del 10% en la precipitación diaria máxima anual acumulada. Esta elección se realizó de forma independiente para cada uno de los escenarios de emisión, ya que las celdas y tramos con cambio obtenidos, así como su valor, no tienen por qué ser los mismos. Además, estos tramos estudiados fueron escogidos atendiendo a posibles zonas de riesgo urbano próximas (en función de la información de la Base Cartográfica Nacional 1:200.000 (en adelante BCN200), ya se trate de ARPSI del primer ciclo o no, pero siendo zonas donde se prevea un cambio.

Para la valoración de los cambios en la ley de frecuencia de caudales, se realizó una comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes al considerar el cambio climático, utilizando el método racional modificado a través de la herramienta CauMax.

Dado que este programa únicamente permite el cálculo por el método racional modificado de los caudales de avenida asociados a tramos con tamaño de cuenca inferior a 50 km² de superficie, se seleccionaron unos tramos piloto que cumplieran esta premisa para mostrar una valoración cualitativa del cambio en la ley de frecuencia de caudales. Los tramos analizados fueron:

- *Tramos analizados en el escenario RCP 4.5*
 - Tramo 1: Agra
 - Tramo 2: Hellín
 - Tramo 3: Cordovilla
 - Tramo 4: Albatana
- *Tramos analizados en el escenario RCP 8.5*
 - Tramo 5: Alcadozo
 - Tramo 6: Molinicos
 - Tramo 7: Batán del Puerto

TRAMO ANALIZADO 1: Agra

Municipio	Agra	
ARPSI	No	
Coordenadas	613159	4257294
Área (km ²)	28,5	
Tiempo de concentración (h)	3,65	
Factor de torrencialidad (I1/Id)	11	
Umbral de escorrentía (mm)	32,04	
Umbral de escorrentía aplicado el coeficiente corrector (mm)	38,45	
	CLIMA ACTUAL	RCP 4.5
T100 actual Precipitación (mm)	113,04	130,6
T100 actual Precipitación corregida en función del área (mm)	102,08	117,93
Intensidad (mm/h)	20,23	23,38
Coeficiente de escorrentía (C)	0,23	0,27
CAUDAL T100 (m³/s)	46	64
Porcentaje de cambio de precipitación máxima diaria acumulada		16%
Porcentaje de cambio en caudal		39%

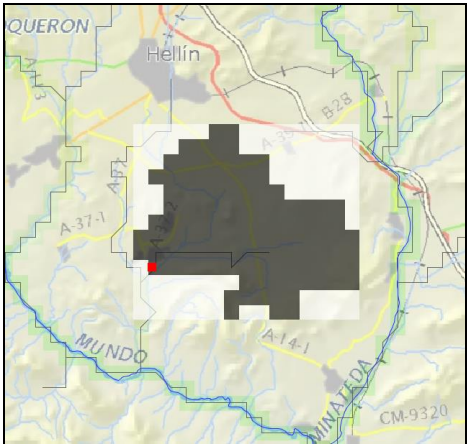


Figura 63. Resultados de la comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes de considerar el cambio climático del tramo 1. Fuente: MITECO.

TRAMO ANALIZADO 2: Hellín

Municipio	Hellín	
ARPSI	Sí (ES070/0002-03)	
Coordenadas	613691	4261989
Área (km²)	14,5	
Tiempo de concentración (h)	2,98	
Factor de torrencialidad (I1/Id)	11	
Umbral de escorrentía (mm)	19,18	
Umbral de escorrentía aplicado el coeficiente corrector (mm)	23,02	
	CLIMA ACTUAL	RCP 4.5
T100 actual Precipitación (mm)	107,39	130,69
T100 actual Precipitación corregida en función del área (mm)	99,08	120,29
Intensidad (mm/h)	22,56	27,39
Coeficiente de escorrentía (C)	0,39	0,45
CAUDAL T100 (m³/s)	43	61
Porcentaje de cambio de precipitación máxima diaria acumulada	21%	
Porcentaje de cambio en caudal	42%	

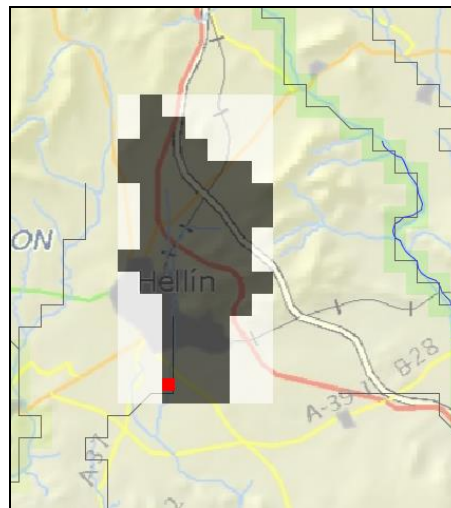


Figura 64. Resultados de la comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes de considerar el cambio climático del tramo 2. Fuente: MITECO.

TRAMO ANALIZADO 3: Cordovilla

Municipio	Cordovilla	
ARPSI	Sí (ES070/0002-02)	
Coordenadas	619950	4268328
Área (km²)	34,75	
Tiempo de concentración (h)	5,23	
Factor de torrencialidad (I1/Id)	11	
Umbral de escorrentía (mm)	25,28	
Umbral de escorrentía aplicado el coeficiente corrector (mm)	30,34	
	CLIMA ACTUAL	RCP 4.5
T100 actual Precipitación (mm)	107,51	137,6
T100 actual Precipitación corregida en función del área (mm)	96,47	123,46
Intensidad (mm/h)	14,85	19,01
Coeficiente de escorrentía (C)	0,28	0,37
CAUDAL T100 (m³/s)	55	91
Porcentaje de cambio de precipitación máxima diaria acumulada	27%	
Porcentaje de cambio en caudal	65%	

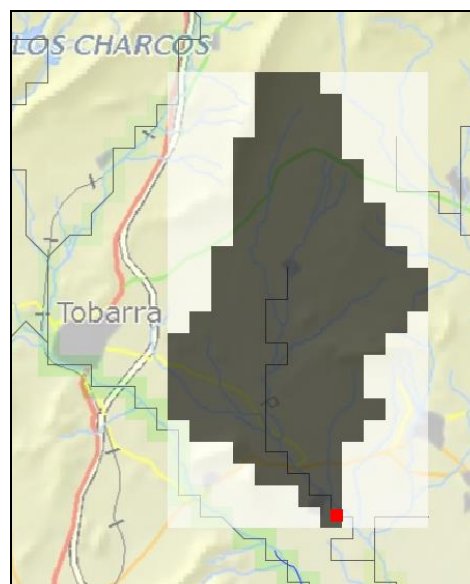


Figura 65. Resultados de la comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes de considerar el cambio climático del tramo 3. Fuente: MITECO.

TRAMO ANALIZADO 4: Albatana

Municipio	Albatana	
ARPSI	Sí (ES070/0002-01)	
Coordenadas	628293	4269719
Área (km²)	34	
Tiempo de concentración (h)	5,17	
Factor de torrencialidad (I1/Id)	11	
Umbral de escorrentía (mm)	21,81	
Umbral de escorrentía aplicado el coeficiente corrector (mm)	26,17	
	CLIMA ACTUAL	RCP 4.5
T100 actual Precipitación (mm)	109,76	147,84
T100 actual Precipitación corregida en función del área (mm)	98,56	132,75
Intensidad (mm/h)	15,29	20,61
Coeficiente de escorrentía (C)	0,34	0,44
CAUDAL T100 (m³/s)	67	117
Porcentaje de cambio de precipitación máxima diaria acumulada	35%	
Porcentaje de cambio en caudal	75%	

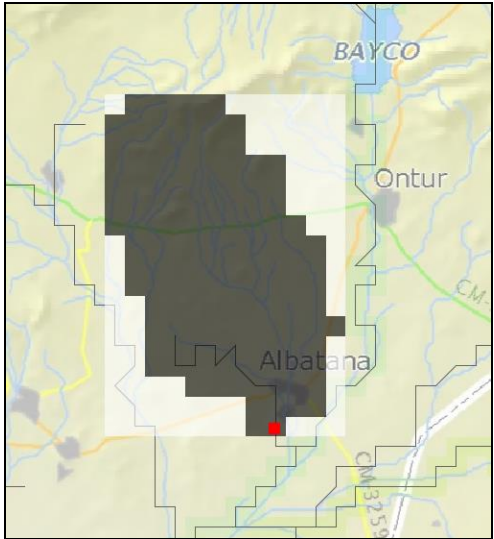


Figura 66. Resultados de la comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes de considerar el cambio climático del tramo 4. Fuente: MITECO.

TRAMO ANALIZADO 5: Alcadozo

Municipio	Alcadozo	
ARPSI	No	
Coordenadas	584747	4277825
Área (km²)	44,5	
Tiempo de concentración (h)	6,56	
Factor de torrencialidad (I1/Id)	10	
Umbral de escorrentía (mm)	36,62	
Umbral de escorrentía aplicado el coeficiente corrector (mm)	39,14	
	CLIMA ACTUAL	RCP 8.5
T100 actual Precipitación (mm)	110,21	142,27
T100 actual Precipitación corregida en función del área (mm)	98,1	126,64
Intensidad (mm/h)	12,25	15,81
Coeficiente de escorrentía (C)	0,27	0,29
CAUDAL T100 (m³/s)	46	81
Porcentaje de cambio de precipitación máxima diaria acumulada	29%	
Porcentaje de cambio en caudal	76%	

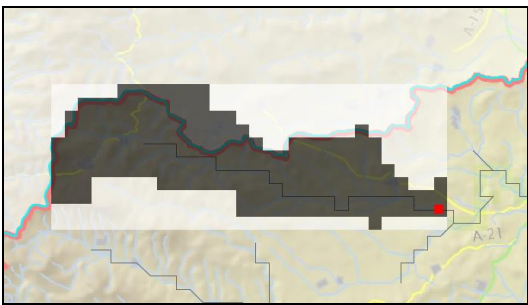


Figura 67. Resultados de la comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes de considerar el cambio climático del tramo 5. Fuente: MITECO.

TRAMO ANALIZADO 6: Molinicos

Municipio	Molinicos	
ARPSI	No	
Coordenadas	566308	4257684
Área (km²)	26,25	
Tiempo de concentración (h)	3,5	
Factor de torrencialidad (I1/Id)	10	
Umbral de escorrentía (mm)	32,94	
Umbral de escorrentía aplicado el coeficiente corrector (mm)	39,53	
	CLIMA ACTUAL	RCP 8.5
T100 actual Precipitación (mm)	113,51	136,34
T100 actual Precipitación corregida en función del área (mm)	102,77	123,44
Intensidad (mm/h)	19,69	23,65
Coeficiente de escorrentía (C)	0,22	0,28
CAUDAL T100 (m³/s)	40	60
% de cambio de precipitación máxima diaria acumulada	20%	
% de cambio en caudal	50%	

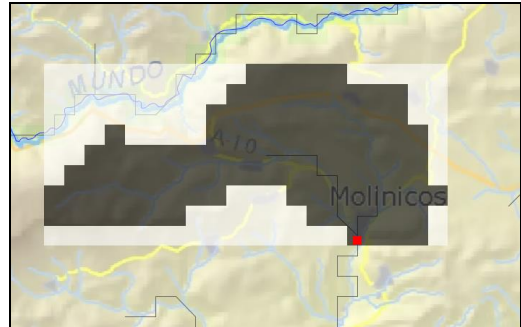


Figura 68. Resultados de la comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes de considerar el cambio climático del tramo 6. Fuente: MITECO.

TRAMO ANALIZADO 7: Batán del Puerto

Municipio	Batán del Puerto	
ARPSI	No	
Coordenadas	558605	4269855
Área (km²)	47,25	
Tiempo de concentración (h)	4,99	
Factor de torrencialidad (I1/Id)	10	
Umbral de escorrentía (mm)	26,57	
Umbral de escorrentía aplicado el coeficiente corrector (mm)	31,88	
	CLIMA ACTUAL	RCP 8.5
T100 actual Precipitación (mm)	113,76	134,23
T100 actual Precipitación corregida en función del área (mm)	101,06	119,25
Intensidad (mm/h)	15,26	18
Coeficiente de escorrentía (C)	0,34	0,34
CAUDAL T100 (m³/s)	76	107
Porcentaje de cambio de precipitación máxima diaria acumulada	17%	
Porcentaje de cambio en caudal	41%	

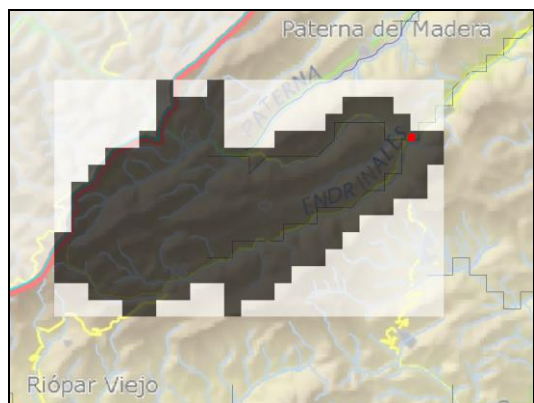


Figura 69. Resultados de la comparativa entre los caudales obtenidos para clima actual y los resultantes de considerar el cambio climático del tramo 7. Fuente: MITECO.

4.1.4 Cambio climático en otros factores que influyen en el riesgo de inundación.

La magnitud y la frecuencia de las avenidas no solamente dependen de factores meteorológicos y climáticos, sino que también se encuentran influidas por otros parámetros físicos, biológicos y humanos. Por ejemplo, los cambios en la morfología del cauce, la densidad de la vegetación en los cauces, la conservación y manejo de los ecosistemas forestales, así como el cambio en los usos del suelo o la construcción de infraestructuras de defensa tienen influencia en la generación de la escorrentía y en la capacidad de desagüe de los caudales de avenida. Dado que es de esperar que estos factores se vean modificados como resultado de la influencia del cambio climático o del desarrollo de índole social o económico, cualquier cambio en ellos repercutirá en la peligrosidad y el riesgo producido por las inundaciones.

A continuación se describen los principales factores de Cambio Global que pueden tener una influencia directa o indirecta en la delimitación de las zonas inundables, y que pueden identificarse a escala de cuenca vertiente o de tramo fluvial (cauce y llanura de inundación).

Cambios en la vegetación y usos del suelo en la cuenca vertiente

El cambio climático lleva implícito un aumento de las temperaturas y la variación del régimen de precipitaciones, lo que implica cambios en la densidad de la cobertura vegetal a escala de cuenca vertiente y pudiendo verse favorecidos procesos como la **desertificación**, los **incendios** o las modificaciones en la elección de cultivos.

Los **cambios de uso del suelo** pueden incidir de forma notable en el comportamiento hidrológico de las cuencas fluviales, y por tanto en los caudales máximos. No es de extrañar que desde finales del siglo XIX muchos de los planes de repoblación forestal en España tuvieron como objetivo la disminución de las avenidas torrenciales. En relación con su influencia en el riesgo de inundación, Rodríguez-Lloveras et al. (2016) indicaron que los cambios de uso del suelo constituyen el factor más crítico de la respuesta hidrológica (caudal y sedimentos), confirmando que las configuraciones del uso de la tierra son el factor más determinante en la producción de escorrentía, incluso más que los generados por escenarios de emisiones de cambio climático más negativos. Dado que los cambios en el uso de suelo permiten una acción local más rápida que la propia mitigación del cambio climático, se puede concluir que la gestión del uso de la tierra debe considerarse una opción adaptativa para reducir los impactos del cambio climático en la hidrología.

Actualmente, la escasa rentabilidad de la agricultura ha contribuido al abandono de las tierras marginales, y las zonas de explotación agrícola y ganadera se encuentran fuertemente influidas por la política de subvenciones procedentes de la Política Agraria Común (Boellstorff and Benito, 2005; Rodríguez-Lloveras et al., 2015). En aquellas zonas donde la configuración del uso del suelo presenta mayor densidad de vegetación se observa una baja producción de escorrentía y sedimentos, al igual que ocurre en las zonas agrícolas con prácticas de conservación. Estas prácticas de conservación son especialmente importantes en ambientes frágiles o altamente erosivos, como las cuencas mediterráneas (Puigdefabregas et al., 1999).

Sin embargo, la proyección futura de los posibles escenarios o cambios en los usos del suelo, para poder valorar tendencias, supone una tarea compleja ya que las variaciones en

la ocupación no son fácilmente predecibles, aparte de que dependen de movimientos demográficos y políticas socio-económicas ajenas al medio natural (Arnold et al., 1998). Por ello, en aquellas cuencas donde exista constancia de cambios de vegetación o usos de suelo importantes, deberían de realizarse estudios encaminados a determinar su influencia en la generación de escorrentía y sedimentos durante episodios de lluvias intensas.

Cambios en la geomorfología y la vegetación en los cauces y llanuras de inundación

A escala de curso o tramo fluvial se tendrían que analizar los cambios que afectan a la capacidad de desagüe de los cauces, y la conectividad hidrológica y sedimentaria a través de la red de drenaje. Estos factores que afectan a los desbordamientos durante crecidas fluviales se encuentran relacionados con los condicionantes hidráulicos, y la geomorfología y geometría del cauce.

La peligrosidad a escala de tramo depende de la variación en la densidad de la **vegetación riparia** y su **rugosidad hidráulica** asociada. Estos cambios en la vegetación pueden ser estacionales (debido a las variaciones de biomasa entre las estaciones de invierno y verano) o persistir en el tiempo. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el crecimiento de macrófitas en el cauce de los ríos, así como de la vegetación riparia, y su influencia en las avenidas (cambios en la sección del río, calados y velocidades).

A su vez, la dinámica fluvial produce cambios o perturbaciones en la morfología del cauce que pueden ser de tipo estacional (acumulación de gravas en barras), progresivas (erosión de banco en orilla cóncava), o bruscas (avulsión de meandros). 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 consecuencia, es conveniente analizar la incidencia de la tendencia a medio y largo plazo de los **procesos de erosión y agradación de los cauces** en la inundabilidad de la llanura aluvial, ya que afecta a la extensión de los mapas de peligrosidad. Estos procesos, tal y como indica Prem Lal Patel (2013), pueden alcanzar cotas de cambio positivo del 14% para finales de siglo según estudios en diferentes cuencas a lo largo del planeta.

El análisis geomorfológico de los cauces y llanuras puede determinar escenarios de evolución geomorfológica en relación al aumento de la disminución de la sedimentación en los cauces, y su dinámica de migración. El movimiento lateral del cauce del río se determina mediante un análisis geomorfológico e histórico, y particularmente delimitando el denominado Espacio de Movilidad Fluvial. Es decir, el territorio o banda en el que el cauce puede desplazarse lateralmente, según Ureña and Ollero (2000). Se trata de una zona de dinámica fluvial cuya ordenación constituye un tipo de medidas descritas por el IPCC (2014), como indicadas para reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático. Esta ordenación supone fomentar una disminución en la construcción de motas y diques longitudinales y un aumento del espacio destinado al río, de tal forma que se facilite esta dinámica natural como elemento fundamental para laminar las inundaciones.

A continuación se presenta una tabla que recoge algunas de las principales afecciones del cambio climático sobre el sistema fluvial, que pueden condicionar la magnitud y características de las avenidas y sus consecuencias.

COMPONENTE	POSIBLES EFECTOS
CUENCA VERTIENTE	Incremento incendios
	Cambios de usos del suelo/prácticas agrarias
	Variación de la cobertura vegetal (incremento desertificación)
RÉGIMEN DE CAUDALES SÓLIDOS	Incremento del volumen de sedimentos debido al aumento de erosión, la desertificación, los incendios forestales y otros cambios en los usos suelo
	Variación en la movilidad de sedimentos (mayor movilidad si aumentan las inundaciones, y menor movilidad si disminuye el caudal)
MORFOLOGÍA FLUVIAL	Variación de la movilidad del trazado (aumento o estabilización) debido al cambio en el régimen de caudales y sedimentos
	Alteración de las formas del lecho
	Desequilibrio o alteración de los procesos de incisión y acreción, modificando la geometría de las secciones del cauce y su perfil longitudinal
	Desequilibrios en la granulometría del lecho (homogeneización, colmatación, etc.)
VEGETACIÓN ACUÁTICA Y RIBEREÑA	Alteraciones en la extensión de las formaciones de ribera y su composición
	Cambios en el emplazamiento de especies (aumento colonización en cauce, disminución de la conectividad de la vegetación, migraciones altitudinales)

Tabla 19. Principales afecciones del cambio climático sobre el sistema fluvial. Fuente. MITECO.

Los corredores fluviales son sistemas naturales dinámicos, focos de generación de biomasa y sedimentos, y pueden modificar de forma importante las condiciones hidráulicas en los eventos de inundación. A su vez, los ríos se encuentran condicionados por diversos factores morfológicos y ecológicos que pueden verse influidos por los cambios en temperaturas y precipitaciones esperables como consecuencia del cambio climático.

Por ello, podría ser conveniente evaluar la influencia en los cambios de la cobertura vegetal, usos del suelo, rugosidad, volumen de sedimentos, etc., así como las modificaciones de la propia geomorfología fluvial.

4.1.5 Conclusiones de los efectos del cambio climático en el riesgo de inundación pluvial y fluvial

Como resultado de aplicar la metodología para la valoración del cambio climático en la EPRI 2018, se obtuvieron distintas zonas de cambio para las precipitaciones máximas diarias en el futuro. El cambio en las precipitaciones máximas diarias está directamente relacionado con las proyecciones de modelos climáticos y con los escenarios de emisión de gases de efecto invernadero considerados.

Estos escenarios y proyecciones son las únicas herramientas vigentes para estudiar las alteraciones climáticas. Sin embargo, tanto la variabilidad natural del clima como las hipótesis asumidas hacen que se deba tener en cuenta la incertidumbre asociada a los cambios y asumirla a la hora de considerar los resultados obtenidos.

La disparidad observada de las zonas de cambio en algunas zonas de la Demarcación, distintas según el escenario de emisiones considerado, es consecuencia de las hipótesis de partida y de la posible evolución del clima según estas emisiones, por lo que no se puede descartar ninguno de los dos escenarios de emisión o considerar uno más probable que otro. Ambos son igualmente posibles.

Los resultados obtenidos sobre los cambios en la precipitación máxima diaria acumulada muestran que en la Demarcación Hidrográfica del Segura, el porcentaje de cambio mayoritario se encuentra comprendido entre 20 y el 30% para ambos escenarios de emisiones, aunque en algunas zonas este cambio sobrepasa el 30%. Sin embargo, tal y como se aprecia en las figuras, en la mayor parte de la red de drenaje de la Demarcación no se perciben cambios en precipitación superiores al umbral del 10%.

Se ha calculado la tasa de cambio de la precipitación máxima diaria acumulada para un periodo de retorno de 100 años en cada uno de los ejes de los tramos ARPSI propuestos en la EPRI 2018. Los resultados obtenidos (ver figura siguiente) muestran que hay tramos en los que se aprecia la posibilidad de una tasa de cambio elevada frente a otros en los que no se aprecia prácticamente cambio alguno, pero estos son la mayoría (en el 80% se encuentran de los tramos ARPSI la tasa de cambio es menor del 10% y solo en un 12% es superior al 20%).

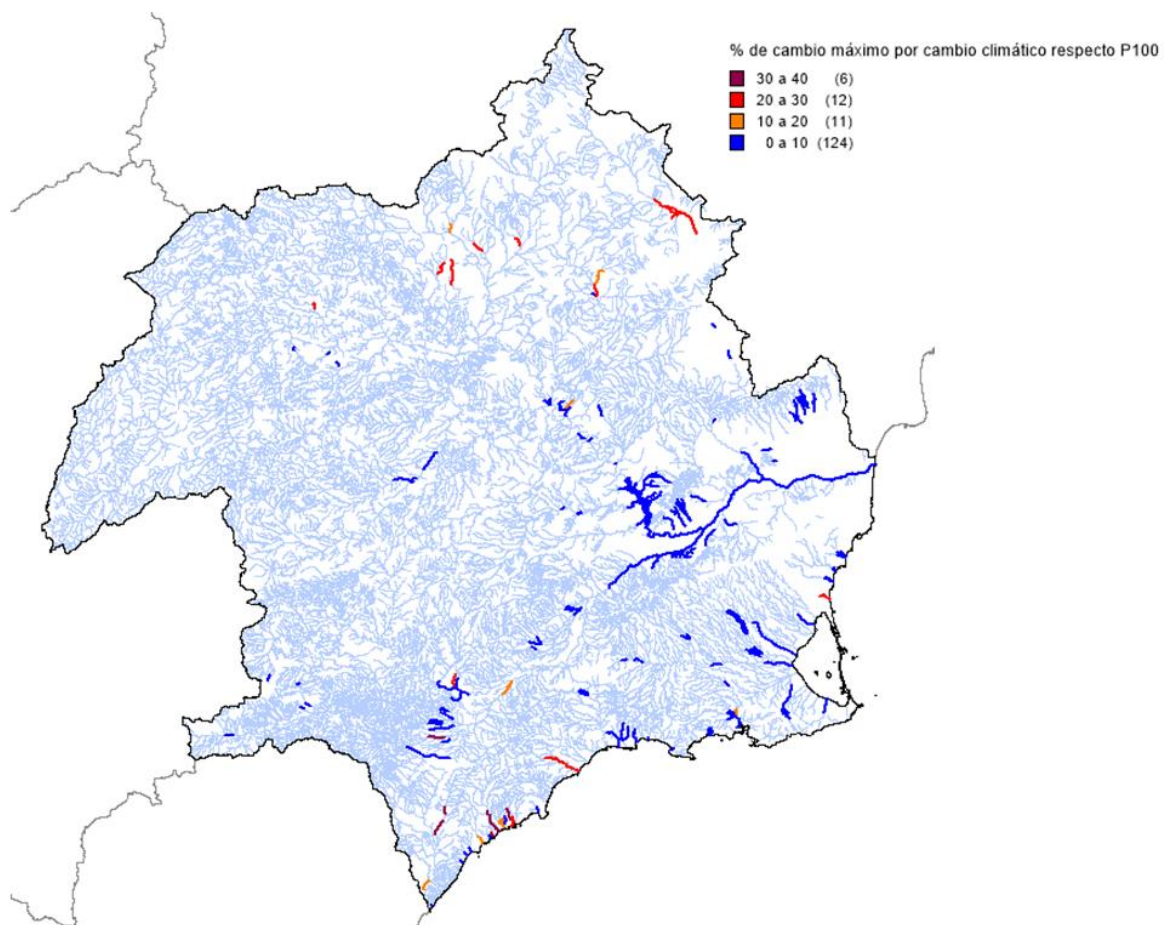


Figura 70. Porcentaje de cambio máximo en la precipitación acumulada para un periodo de retorno de 100 años de las ARPSIS de la Demarcación Hidrográfica del Segura. Fuente: elaboración propia.

La selección de los tramos piloto para el análisis de caudales se realizó basándose en estos mapas de cambios porcentuales en la precipitación máxima diaria acumulada a lo largo de la red hídrica y una serie de criterios base (cambio en la precipitación máxima diaria acumulada mayor del 10%, posible riesgo urbano asociado y tamaño de cuenca inferior a 50 km²). Con estos condicionantes, se seleccionaron un total de 7 tramos, 4 para el escenario RCP 4.5 y 3 para el escenario RCP 8.5.

A partir del método racional modificado, se calculó el incremento de caudal para cada tramo, obteniendo de esta forma los cambios porcentuales en los caudales. En la siguiente tabla se pueden observar tanto los cambios en la precipitación como en el caudal de las cuencas analizadas. Además, también se valoraron cualitativamente los cambios en ambas variables.

	CAMBIOS PORCENTUALES		CAMBIOS CUALITATIVOS	
	% ΔP	% ΔQ	ΔP	ΔQ
RCP 4.5				
Tramo 1 - Agra	16%	39%	Medio	Medio
Tramo 2 - Hellín	21%	42%	Alto	Medio
Tramo 3 - Cordovilla	27%	65%	Alto	Alto
Tramo 4 - Albatana	35%	75%	Alto	Alto
RCP 8.5				
Tramo 5 – Alcadozo	29%	76%	Alto	Alto
Tramo 6 - Molinicos	20%	50%	Alto	Medio
Tramo 7 - Batán del Puerto	17%	41%	Medio	Medio
	Cambio en la precipitación 0 – 10 % - Bajo 10 – 20 % - Medio < 30 % - Alto		Cambio en el caudal 0 – 25 % - Bajo 25 – 50 % - Medio < 50 % - Alto	

Tabla 20. Cambios porcentuales en los valores de precipitación de cada escenario futuro con respecto a clima actual para cada tramo estudiado y su valoración cualitativa. Fuente MITECO.

Como se puede comprobar en la tabla anterior, la relación entre los incrementos de precipitación y de caudal no es equivalente en porcentajes, siendo esta relación por lo general exponencial. De hecho, como consecuencia de que la relación precipitación-escorrentía no depende únicamente de la precipitación sobre la cuenca, sino que se encuentra condicionada además por otros factores (humedad antecedente o intensidad de la precipitación), estos resultados no pueden ser extrapolados espacialmente ni a zonas próximas ni a zonas de características similares. Es conveniente realizar los cálculos para cada tramo de interés de forma particular. De igual forma, con respecto a las variaciones en el riesgo de inundación, es necesario analizar las características particulares de cada tramo.

4.1.6 Consideraciones finales

A día de hoy, los escenarios y proyecciones son las únicas herramientas vigentes para estudiar las alteraciones climáticas. Sin embargo, tanto la variabilidad natural del clima como las hipótesis asumidas hacen que se deba tener en cuenta la incertidumbre asociada a los cambios y asumirla a la hora de considerar los resultados obtenidos.

Además del aumento de las precipitaciones, existen otros posibles impactos asociados al cambio climático que pueden incidir de manera negativa en la generación de caudales de avenida (por ejemplo, cambios en la morfología del cauce, la densidad de la vegetación en los cauces, la conservación y manejo de los ecosistemas forestales, así como el cambio en los usos del suelo, etc.), y que deberán ser tomados en consideración en futuros ciclos de la planificación de la gestión del riesgo de inundación.

A pesar de ello, son numerosos los estudios, artículos técnicos, jornadas de trabajo y foros de discusión que se preocupan por conocer y evaluar este fenómeno y en todo caso los criterios científicos más solventes apuntan a que el cambio climático producirá efectos significativos en la meteorología y en los caudales circulantes por la red hidrográfica y, por tanto, en la inundabilidad.

Es importante recalcar que el RD 903/2010 establece la obligación de tener en cuenta el panorama de evolución a largo plazo, tomando en consideración las posibles repercusiones del cambio climático en la incidencia de las inundaciones a partir de la información suministrada por las Administraciones competentes en la materia, pero no establece la necesidad de realizar mapas de peligrosidad y riesgo de inundación que consideren los efectos del cambio climático para las ARPSI.

Los informes del IPCC a escala global, así como los realizados por los distintos Organismos a escala regional, coinciden en una serie de puntos:

- Aún existe una gran incertidumbre en cuanto al efecto del cambio climático sobre las precipitaciones, tanto de carácter medio como de carácter extremo. En el caso de los modelos climáticos globales, la variable que mayor incertidumbre acarrea es la variable precipitación, básica para la evaluación del impacto del cambio climático en inundaciones. Esta incertidumbre se intenta acotar regionalizando y eliminando el sesgo de los modelos.
- La principal problemática se deriva de que todos los componentes del ciclo hidrológico presentan una variabilidad natural notable en escalas de tiempos interanuales a decenales que enmascara frecuentemente las tendencias a largo plazo. En el caso de inundaciones, la escala temporal que habitualmente se utiliza en los hietogramas que caracterizan las tormentas tipo o patrón de una zona es horaria o menor (diezminutal o quinceminutal). La distribución temporal de la lluvia incide en la forma del hidrograma y ésta en la magnitud de la inundación. Los datos de los modelos climáticos, globales y regionales, se encuentran a escala diaria como mínimo.
- Es necesario e importante aclarar que las series de precipitación en el periodo de control (serie histórica) no se corresponden con la precipitación observada o real, sino con la precipitación simulada por los modelos climáticos en dicho periodo. Esto obliga a trabajar para cada periodo de las proyecciones futuras de cada escenario, con los datos de su modelo de control, para así eliminar los sesgos que derivan de la comparativa de datos procedentes de distintas fuentes.
- De los datos reales u observados aún subsisten incertidumbres importantes con respecto a la tendencia de las variables hidrológicas debido a las grandes diferencias regionales y a limitaciones en la cobertura espacial y temporal de las redes de monitorización.

Del ejercicio de cuantificación del impacto climático en la **precipitación** a partir de los datos del estudio elaborado por el MITECO, cabe indicar que por la incertidumbre asociada no se pueden identificar nuevas ARPSIs pluviales o fluviales, ya que su alcance es a escala regional. No obstante, y como primera aproximación, se ha hecho el ejercicio de identificar aquellos tramos en los que los efectos del cambio climático serían más notables. En estos

cauces, las proyecciones climáticas indicarían un incremento en la precipitación acumulada, y consecuentemente en los caudales de avenida, que se traduciría en un previsible aumento de los daños asociados a episodios de inundación.

Por lo que respecta al análisis del impacto del cambio climático en la generación de **caudales de avenida**, el estudio realizado por el MITECO en 7 tramos de cauce piloto muestra que su efecto es muy importante, obteniéndose incrementos de caudal para el período de retorno de 100 años de entre el 39% y el 76%. No obstante, dada la diversidad de factores que influyen en la generación de los caudales de escorrentía, los resultados obtenidos para los tramos piloto no resultan extrapolables a otros ámbitos similares.

Este hecho, conjuntamente con la alta incertidumbre asociada a las proyecciones climáticas, hace desaconsejable la consideración de los efectos del cambio climático tanto en la selección de ARPSIs como en la generación de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación del segundo ciclo de la planificación. En todo caso, se valorará la incorporación de dichos efectos en la revisión y actualización del PGRI del primer ciclo de la planificación.

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

En relación con las inundaciones costeras, desde el punto de vista jurídico, la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas introdujo una regulación específica para afrontar con garantías la lucha contra los efectos del cambio climático en el litoral. Entre otras cuestiones, su Disposición adicional octava establece la obligación del entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de proceder a la elaboración de una estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático en el plazo de dos años desde la entrada en vigor de la Ley.

Se señala igualmente que dicha estrategia se sometería a Evaluación Ambiental Estratégica, en la que se indicaran los distintos grados de vulnerabilidad y riesgo del litoral y se propondrían medidas para hacer frente a sus posibles efectos.

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

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

- **Primera parte: Diagnóstico de la situación actual:** Esta primera parte recoge fundamentalmente una descripción de la costa española, con sus diferentes

vertientes y características, un resumen del último informe IPCC y sus implicaciones para nuestra costa y un diagnóstico para toda la costa en relación al cambio climático.

- **Segunda parte: Objetivos específicos, directrices generales y medidas:** En este apartado se recogen los objetivos específicos de la Estrategia y las directrices generales (incluyéndose los sistemas sobre los que se consideran los efectos del cambio climático, los factores de cambio, los escenarios y proyecciones, los impactos incluidos y los niveles de riesgo y de consecuencias), así como las medidas propuestas.
- **Tercera parte: Implementación y seguimiento:** Esta última parte recoge aspectos tales como los análisis coste-eficacia de las medidas, las fuentes de financiación y calendario y el seguimiento de la estrategia. Asimismo, se incluyen aspectos como la coordinación y los instrumentos adicionales.

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

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

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

- Los sistemas costeros y, en especial, las zonas bajas como el Delta del Ebro, desembocaduras de los ríos y estuarios y marismas, experimentarán impactos adversos como la inundación costera y la erosión debido a la subida del nivel del mar y cambios en la dirección e intensidad del oleaje.
 - Para cualquier escenario de aumento del nivel medio del mar, los mayores aumentos en porcentaje en la cota de inundación de las playas se producirán en la cuenca Mediterránea siendo, en términos absolutos, mayor la cota de inundación en la costas cantábrico-atlántica y canaria.

- Aunque las proyecciones de marea meteorológica tienen un elevado grado de incertidumbre, la subida del nivel del mar potenciará los eventos extremos de inundación aumentando su intensidad y especialmente su frecuencia.
- Considerando un escenario tendencial de aumento del nivel medio del mar a 2040 (aproximadamente 6 cm), las playas de la cornisa cantábrico-atlántica y norte de las Canarias experimentarán retrocesos medios cercanos a los 3 m, 2 m en el Golfo de Cádiz y valores medios entre 1 y 2 m en el resto de las fachadas. Es necesario hacer constar que estos valores son cotas inferiores. Por un lado, consideran un escenario tendencial con un valor de aumento del nivel del mar muy inferior al proyectado en el último informe del IPCC para dicho horizonte que cuadruplica aproximadamente el valor tendencial. En segundo lugar, estos valores de retroceso corresponden únicamente a la componente de inundación lenta por aumento del nivel del mar, sin tener en cuenta, los posibles efectos de los eventos extremos.
- Más aún, es necesario hacer constar que el uso de escenarios tendenciales, es decir, obtenidos a partir de la extrapolación de las observaciones históricas se encuentra del lado de la inseguridad a la hora de la evaluación de riesgos, dado que infravalora el impacto que las emisiones presentes y futuras puedan tener sobre el nivel del mar. Por ello, es esperable que los retrocesos en las playas vayan a ser superiores a los correspondientes a los escenarios tendenciales.
- Si la tendencia en el aumento de la población, actividades y localización de bienes en la costa española continúa, se incrementará la exposición y vulnerabilidad costera. Los riesgos y consecuencias sobre el sistema socioeconómico debidas a eventos extremos de inundación ya experimentadas en la actualidad continuarán, y se verán agravadas, por los efectos del cambio climático y en especial por la subida del nivel del mar.
 - Los puertos sufrirán alteraciones en sus condiciones de operatividad. El aumento del nivel del mar producirá una reducción general en el número de horas disponibles para realizar las operaciones en todos los puertos de España. Asimismo, la proyección de los cambios en el oleaje observados hasta el momento, hacen previsible que en 2040 se haya producido una reducción de la operatividad en los puertos del Cantábrico, sureste de las Islas Canarias y norte de Mallorca y un aumento de la misma en los puertos del Mediterráneo, si no se toman medidas de adaptación. En cuanto a la fiabilidad de las estructuras, el aumento del nivel del mar reducirá la fiabilidad de la mayor parte de las obras marítimas de los puertos de España, siendo este efecto contrarrestado en algunos casos (Mediterráneo principalmente) por los cambios del oleaje.
 - Los citados impactos negativos por aumento del nivel medio del mar, se verán potenciados en el horizonte 2100 para cualquier proyección de aumento del nivel del mar considerada en todos los puertos españoles o infraestructuras localizadas en la costa (energía, transporte, abastecimiento, saneamiento,

etc.) requiriendo la introducción de medidas de adaptación durante las próximas décadas.

- Ante un escenario de aumento del nivel medio del mar de 50 cm en el periodo 2081-2100, el incremento de la cota de las obras de protección frente a la inundación costera o de las infraestructuras de defensa portuarias, necesario para mantener la misma frecuencia de excedencias por eventos de inundación que la observada en el periodo 1986-2005, se sitúa entre 40 y 65 cm.

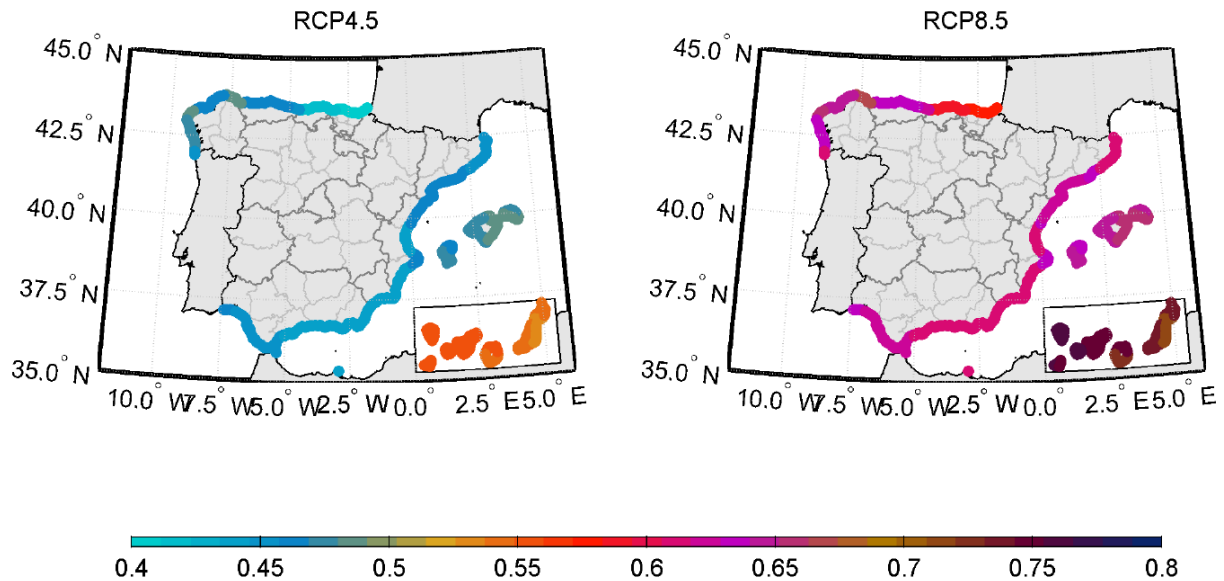


Figura 71. Proyecciones regionalizadas de aumento del nivel del mar (m) en el período 2081-2100 (con respecto al período 1986-2005) para los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) en las costas españolas. Fuente: adaptado de Slangen et al. (2014). Fuente: MITECO.

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

Una vez realizado el análisis de la información relativa a inundaciones fluviales, pluviales y costeras se presentan a continuación las conclusiones derivadas para cada una de ellas:

ARPSIs de origen fluvial

Después de la actualización y ampliación en la identificación de tramos potencialmente inundables, la asignación de una zona anegable valorada a dichos tramos, la determinación de umbrales y el análisis pormenorizado de los resultados, se ha visto necesario añadir estos nuevos tramos de ARPSIs que figuran en la siguiente tabla. Tramos en los que, además, se han producido episodios de inundación en los últimos años.

Código de Tramo	Nombre	Longitud (km)	Código ARPSI
ES070/0016-04	Ampliación Rambla de Benipila	1,33	ES070/0016
ES070/0012-12	Sin Nombre (La Torre Golf y Terrazas La Torre)	7,53	ES070/0012
ES070/0006-20	Río Segura (Ceutí)	17,83	ES070/0006
ES070/0015-08	Rambla de Los Aznares	3,37	ES070/0015
ES070/0016-05	Rambla del Portús	1,39	ES070/0016

Tabla 21. Tramos de ARPSI nuevos (actualización). Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, se ha realizado un análisis de peligrosidad y riesgo de las ARPSIs de 1.º ciclo —partiendo de la información del PGRI vigente— con el objetivo de estudiar la posibilidad de eliminación de alguna de ellas. Se ha determinado que, a pesar de poseer dos de las ARPSIs valores bajos de peligrosidad y riesgo, no se contempla su exclusión por la existencia en ambas de referencias históricas de inundaciones fluviales causantes de daños.

Finalmente, en cuanto a la parte asociada a las inundaciones fluviales y de transición, se han identificado un total de 153 tramos, 148 identificados en la EPRI del 1.º ciclo y 5 añadidos una vez realizada la revisión y actualización (2.º ciclo), lo que hace un total de 571,84 km de cauce.

Cabe reseñar que en al inicio de la preselección de tramos ARPSI del 1.º ciclo los tramos de cauce identificados fueron 149, sin embargo, tras un análisis posterior el tramo ES070/0011-3 denominado La Ramblica fue descartado.

En la siguiente tabla se refleja el conjunto de ARPSIs y tramos pluvio-fluviales definitivos. Las ARPSIs identificadas en este ciclo aparecen destacadas en color azul.

Código ARPSI	Long. (Km)	Código Tramo	Nombre Tramo	Ciclo Directiva	Origen ARPSI
ES070/0001	5,54	ES070/0001-01	Sin Nombre (Socovos)	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0001-02	Arroyo de Letur	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0001-03	Arroyo de la Mora	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0001-04	Barranco del Agua	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0002	16,44	ES070/0002-01	Regato de la Acequia	1.º ciclo	Fluvial

Código ARPSI	Long. (Km)	Código Tramo	Nombre Tramo	Ciclo Directiva	Origen ARPSI
		ES070/0002-02	Rambla del Ojuelo	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0002-03	Cañada de Agra	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0002-04	Rambla del Pepino	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0002-05	Rambla de las Entresieras	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0003	8,64	ES070/0003-01	Rambla del Morrón	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0003-02	Rambla del Judío	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0003-03	Rambla de la Alquería	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0003-04	Rambla de Quitapellejos	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0004	18,52	ES070/0004-01	Rambla de Agua Salada	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
ES070/0005	11,22	ES070/0005-01	Río Argos	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0005-02	Río Argos	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0006	74,14	ES070/0006-01	Rambla de Agua Amarga	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-02	Rambla del Judío	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-03	Barranco de la Mina	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-04	Barranco de los Grajos	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0006-05	Barranco de los Cabañiles	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-06	Río Segura	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-07	Río Segura	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-08	Rambla de San Roque	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-09	Rambla del Carrizalejo	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-10	Cañada de Morcillo	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-11	Rambla de las Monjas	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-12	Rambla de Huete	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-13	Rambla del Salar Gordo	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-14	Cañada de Mendoza	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-15	Rambla de Las Salinas	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-16	Rambla del Chorríco	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-17	Rambla de las Canteras	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-18	Rambla del Salar	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-19	Rambla Salada	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0006-20	Río Segura	2.º ciclo	Fluvial
ES070/0007	0,93	ES070/0007-01	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0008	9,02	ES070/0008-01	Río Mula	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0008-02	Río Mula y rambla de Albudeite	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0008-03	Río Mula	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0009	94,70	ES070/0009-01	Río Segura	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0009-02	Rambla de la Casa del Aire	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-03	Rambla de Barnuevo	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-04	Rambla de Churra	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-05	Rambla de Casa Blanca	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-06	Rambla de la Higuera	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-07	Rambla Carmen	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-08	Rambla de Cañada Ancha	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-09	Río Guadalentín	1.º ciclo	Fluvial

Código ARPSI	Long. (Km)	Código Tramo	Nombre Tramo	Ciclo Directiva	Origen ARPSI
		ES070/0009-10	Rambla del Pocito	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-11	Rambla del Puerto	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-12	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-13	Rambla del Valle	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-14	Rambla del Valle	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-15	Barranco del Sordo	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-16	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-17	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-18	Rambla del Puerto de Garruchal	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0009-19	Cañada de Tabala	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
ES070/0010	58,37	ES070/0010-01	Rambla del Estrecho	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-02	Río Guadalentín	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-03	Rambla Salada	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-04	Rambla de los Arcos	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-05	Rambla de Viznaga	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-06	Rambla de la Señorita	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-07	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-08	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-09	Rambla de la Torrecilla	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-10	Barranco del Borruezo	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-11	Rambla Alta	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-12	Rambla de Bejar	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-13	Barranco del Confitero	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-14	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-15	Rambla de Nogalte	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0010-16	Rambla De Tiata	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0011	26,55	ES070/0011-01	Rambla de Las Peras	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0011-02	Rambla de Totana	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0011-04	Rambla de Los Arcos	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0011-06	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0011-07	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0011-08	Rambla de las Salinas	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0011-09	Río Guadalentín	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0012	36,32	ES070/0012-01	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0012-02	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0012-03	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0012-04	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0012-05	Rambla del Albujón	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0012-06	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0012-07	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0012-08	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0012-09	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0012-10	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial

Código ARPSI	Long. (Km)	Código Tramo	Nombre Tramo	Ciclo Directiva	Origen ARPSI
		ES070/0012-11	Rambla del Albujón	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0012-12	Sin Nombre	2.º ciclo	Pluvio-Fluvial
ES070/0013	18,72	ES070/0013-01	Rambla de Cobatillas	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0013-02	Rambla de la Maraña	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
ES070/0014	20,25	ES070/0014-01	Rambla de Calarreona	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0014-02	Rambla de Matalentisco	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0014-03	Rambla de Minglano Cañarete	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0014-04	Rambla de Peñaranda	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0014-05	Rambla de Peñaranda	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0014-06	Rambla de Labradorcico	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0014-07	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0014-08	Rambla del Renegado	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0014-09	Rambla de Culebras	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0014-10	Rambla de Taray	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
ES070/0015	30,76	ES070/0015-01	Rambla Ramonete	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0015-02	Rambla de las Moreras	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0015-03	Rambla Grande	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0015-04	Rambla de la Cruz del Muerto	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0015-05	Rambla de los Lorentes	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0015-06	Rambla de Valdelentisco	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0015-07	Rambla de la Azohia	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0015-08	Rambla de los Aznares	2.º ciclo	Fluvial
ES070/0016	11,17	ES070/0016-01	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0016-02	Rambla de Canteras	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0016-03	Rambla de Benipila	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0016-04	Rambla de Benipila	2.º ciclo	Fluvial
		ES070/0016-05	Rambla del Portús	2.º ciclo	Fluvial
ES070/0017	17,04	ES070/0017-01	Rambla del Miedo	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0017-02	Rambla de la Carrasquilla	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0018	3,08	ES070/0018-01	Colador del Barranco del Pla	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0018-02	Rambla de la Casa	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
ES070/0019	76,96	ES070/0019-01	Rambla de Abanilla	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-02	Río Segura	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-03	Barranco de San Cayetano	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-04	Barranco de Amorós	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-05	Barranco de la Mangranera	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-06	Rambla del Castellar	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-07	Barranco del Bosch	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-08	Cañada de la Plana	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0019-09	Barranco Cox	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0020	11,95	ES070/0020-01	Cañada de las Moscas	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0020-02	Cañada de las Moscas	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0020-03	Cañada de las Estacas	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0020-04	Río Nacimiento	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial

Código ARPSI	Long. (Km)	Código Tramo	Nombre Tramo	Ciclo Directiva	Origen ARPSI
		ES070/0020-05	Río Seco	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0020-06	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
ES070/0021	14,39	ES070/0021-01	Rambla de Nogantes o Charcones	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0021-02	Rambla de los Pérez	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0021-03	Rambla de los Arejos	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0021-04	Sin Nombre	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0021-05	Rambla de Canalejas o de Canales	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0021-06	Barranco de la Higuera	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0021-07	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0021-08	Sin Nombre	1.º ciclo	Pluvio-Fluvial
		ES070/0021-09	Barranco de los Caballos	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0021-10	Rambla de los Charcones	1.º ciclo	Fluvial
ES070/0022	7,13	ES070/0022-01	Río de María	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0022-02	Sin Nombre (De la Barda)	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0022-03	Río Chico	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0022-04	Barranco de la Canal	1.º ciclo	Fluvial
		ES070/0022-05	Rambla de Chirivel	1.º ciclo	Fluvial

Tabla 22. ARPSIs fluviales identificadas en la Demarcación una vez finalizada la revisión y actualización de la EPRI del 1.º ciclo. Fuente: elaboración propia.

ARPSIs de origen pluvial

Se ha partido de la siguiente información: i) zonas con riesgo de inundación pluvial señaladas por el Inunmur; ii) áreas endorreicas del procedentes del estudio de Ordenación del Territorio de la CARM y iii) áreas de inundaciones pluviales delimitadas a partir del estudio de la hemeroteca. A cada una de estas áreas se le ha asignado un valor de precipitación y un porcentaje de daño en función de la altura del agua (relación estudiada por el CCS) y finalmente se ha cruzado con los usos de suelo valorados. Se ha comprobado que ninguna de ellas supera el valor de daño de 3.900.000, fijado en el apartado 3.1.1.5 *Definición de umbrales e identificación de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación*. De esta forma, se ha determinado no incluir ninguna de estas zonas como nuevas ARPSIs.

ARPSIs de origen costero

En la siguiente tabla se refleja el conjunto de ARPSIs de origen marino identificadas en la Demarcación una vez finalizada la revisión y actualización de la EPRI del 1.º ciclo. Las ARPSIs identificadas en este ciclo aparecen destacadas en color azul.

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	Longitud Km	Ciclo Directiva	Origen ARPSI
ES070_PM_0001	Torrelamata - La Mata	1,45	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0002	Torre vieja (desde El Palmeral hasta Playa del Cura)	14,76	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0003	Dehesa de Campoamor (Playa La Glea)	2,79	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0004	Desde La Torre hasta El Mojón	2,04	1.º ciclo	Marino

Código ARPSI	Nombre del ARPSI	Longitud Km	Ciclo	Origen
			Directiva	ARPSI
ES070_PM_0005	La Manga del Mar Menor (desde Veneziola hasta El Faro de Estacio)	26,35	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0007	Mazarrón (desde Cabo Cope hasta Playa Grande)	0,51	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0008	Puntas de Calnegre	1,43	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0009	Calabardina	3,09	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0011	Playa La Rabiosa (San Juan de Los Terreros)	1,60	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0012	Pozo del Esparto	6,05	1.º ciclo	Marino
ES070_PM_0014	Guardamar del Segura	2,72	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0015	Playa Rocío del Mar	0,24	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0016	Playa de la Zenia	2,39	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0017	Cabo de Palos - Playa de la Barra	0,59	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0018	Playa de San Ginés - Chapineta	1,93	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0019	Playa de Bolnuevo	1,29	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0020	Águilas Bahía de Levante	2,83	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0021	Águilas Bahía de Poniente	2,34	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0022	Cala Panizo	1,39	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0023	El Calón	0,78	2.º ciclo	Marino
ES070_PM_0024	Villaricos	1,44	2.º ciclo	Marino

Tabla 23. ARPSIs costeras identificadas en la Demarcación una vez finalizada la revisión y actualización de la EPRI del 1.º ciclo. Fuente: elaboración propia.

De cara a dar cumplimiento a lo requerido por el RD 903/2010 se han empleado los resultados del proyecto C3E (Cambio climático en la Costa Española), que sirvió para generar bases de datos incluyendo tanto un análisis histórico de las dinámicas meteorológicas y oceanográficas relevantes, como proyecciones, siguiendo la línea de trabajo del Cuarto Informe de Evaluación AR4 del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (IPCC), incorporando las variaciones estimadas por efecto del cambio climático. Los resultados de este proyecto han servido de base para la elaboración de la **Estrategia de adaptación al cambio climático de la Costa Española, aprobada por este Ministerio el 24 de julio de 2017**.

De los resultados de dicho trabajo, se deduce que para el año 2040, las proyecciones estimadas a partir de la extrapolación de las tendencias observadas en los últimos 60 años para diversos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y 85), no evidencian cambios importantes generalizados en las proyecciones de oleaje en parte de nuestras costas. Asimismo el grado de incertidumbre asociada a la estimación de la variación en la marea meteorológica para el 2040 no arroja resultados concluyentes en la escala de estudio, por lo que no se considera oportuno modificar el conjunto de ARPSIs (<http://sig.mapama.es/snczi>) y justifica que para identificar con mayor precisión al riesgo asociado a las zonas costeras potencialmente inundables se proceda a actualizar las bases de datos del C3E con las nuevas proyecciones del AR5 (Quinto Informe de Evaluación del IPCC), lo que permitirá obtener resultados mejores en lo que a regionalización de los resultados y precisión del nivel del mar se refiere. Con esto se revisará la cota de inundación a lo largo de toda la costa española. La comparación entre la distribución de la nueva cota de inundación proyectada y la histórica servirá para determinar los cambios en los periodos de retorno de la inundación, así como para determinar la necesidad o no de modificar los mapas existentes y en qué medida.

6 Consulta Pública

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), 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.

Siguiendo el mismo procedimiento administrativo derivado del artículo 7 del citado Real Decreto 903/2010, por acuerdo del Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura publicado en el BOE nº 188 del 4 de agosto de 2018, se anunció la apertura del período de consulta pública del documento titulado “Revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica del Segura (segundo ciclo)”.

A tales efectos, el documento de la actualización y revisión de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación ha podido consultarse durante un plazo de tres (3) meses, a contar desde el día siguiente a la publicación del correspondiente anuncio en el BOE, en la sede y en la de la página electrónica de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS), y dentro de ese plazo, se han podido realizar las aportaciones y formular cuantas observaciones y sugerencias se han estimado convenientes dirigidas al organismo de cuenca a través de correo electrónico o por escrito.

Durante este periodo, la CHS ha recibido 2 aportaciones al documento. Estas aportaciones han sido revisadas, si bien no se han considerado en el documento consolidado (documento final) de la Revisión y actualización de la EPRI al considerarse que no tienen implicación directa en su contenido, tal y como se justifica en el presente apartado.

6.1 Análisis de las observaciones recibidas

A continuación se recogen las observaciones recibidas al documento, tras el período de consulta pública. Tras el resumen de las observaciones, texto que se remarca, se da la correspondiente respuesta.

Dirección General del Agua, dependiente de la Consellería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana

Se plantea que, dentro del ARPSI ES070/0019, debería de hacerse mención a la canalización de pluviales en margen derecha e izquierda del río Segura, en la comarca de la Vega Baja, en tanto en cuanto se requiere una solución integral de toda la comarca.

La consideración de medidas orientadas a lograr los objetivos de la gestión del riesgo de inundación para cada zona identificada en la evaluación preliminar del riesgo de la Demarcación (en este caso, ARPSI ES070/0019), tal y como se recoge en el artículo 11.5 del Real Decreto 903/2010, debe quedar recogido en el Programa de Medidas del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI), por lo que se tendrá en cuenta la próxima revisión del PGRI.

D. José Manuel Lambertos Martínez

En referencia a la comarca del Campo de Cartagena en su vertiente al Mar Menor, y en concreto en Los Alcázares, habría que estudiar con detalle la cuenca vertiente a efectos de planificación porque se cree que es mayor de lo que marcan las líneas de escorrentía del visor de zonas inundables. Se propone añadir nuevos tramos en la EPRI en la zona de La Maraña que sumado a las ramblas ya estudiadas, aumenta el riesgo de inundación. Así mismo, se propone estudiar sistemas de retención de caudales en la zona que pudieran atenuar las avenidas.

En la EPRI del primer ciclo se han identificado dos ARPSIs en la comarca a la que hace referencia el escrito: ES070/0012 y ES070/0013, rambla del Albuñón y rambla de La Maraña y cauces asociados, respectivamente. En la revisión y actualización de la EPRI se ha vuelto a revisar estos tramos y analizar nuevos tramos a añadir a los existentes, entre los que se incluyen los tramos propuestos. Sin embargo, a pesar de ser tramos con riesgo, no han alcanzado el umbral de riesgo fijado para considerarse tramos con riesgo de inundación significativo (ver apartado 3.1).

Adicionalmente, en la fase de elaboración de los mapas de peligrosidad del primer ciclo, se estudiaron, además de estos tramos ARPSI, tramos de cauces adicionales con riesgo que complementan dichos tramos. En la hidrología asociada a estos mapas, se tuvieron en consideración estos tramos y sus cuencas de aportación de caudales.

En el presente ciclo de planificación de la gestión de los riesgos de inundación, además de elaborar mapas de peligrosidad y riesgo de nuevos tramos de cauce, se realizará la revisión y actualización de los existentes, siendo esta zona una de las identificadas para dicha revisión. Por tanto, las aportaciones proporcionadas serán tenidas en cuenta en esta fase.

Finalmente, se reclama más coordinación entre las administraciones con competencia con objeto de solucionar los problemas de inundabilidad de esta zona.

Cabe destacar que el PGRI tienen entre sus objetivos lograr una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y la sociedad para disminuir los riesgos de inundación y reducir las consecuencias negativas de las inundaciones, basándose en los programas de medidas que cada una de las administraciones debe aplicar en el ámbito de sus competencias para alcanzar el objetivo previsto, bajo los principios de solidaridad, coordinación y cooperación interadministrativa y respeto al medio ambiente. Y en ese sentido, el Programa de Medidas del PGRI recoge un conjunto de medidas que van en esa línea tanto desde la normativa, la planificación, la gestión y la emergencia que desde la aprobación del Plan se encuentran en fase de implantación.

7 Documentación y bibliografía

- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2012. *Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Parlamento Europeo y del Consejo, 2007. *Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación*.
- Secretaria del Estado de Interior, 1995, *Directriz Básica de planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008. *Real Decreto 9/2008, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Real Decreto 903/2010, de evaluación y gestión de riesgos de inundación*.
- EXCIMAP, 2007, *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*.
- FEMA, USA 2001, *GUÍA 2: Understanding your risks: identifying hazards and estimating losses*.
- Dirección General de Seguridad Ciudadana y Emergencias de Región de Murcia, 2007. *Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de inundaciones en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*.
- Consejería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Comunidad Valenciana, 2015. *Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)*.
- Conselleria de Governación de la Comunidad Valenciana, 2010. *Decreto 81/2010, de 7 de mayo, del Consell, por el que aprueba el Plan Especial ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunitat Valenciana*.
- Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias, 2018. *Catálogo de daños por inundaciones entre los años 2010-2017*.
- Dirección General de Protección Ciudadana, 2015. *Plan Especial de Emergencias de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (PRICAM)*.
- Agencia Andaluza del Agua, 2006. *Plan de Prevención de Inundaciones en los cascos urbanos de Andalucía*.
- Agencia Andaluza del Agua, 2002. *Zonas Inundables en el Levante Almeriense*.
- Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2014. *Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH). Actualización 2014*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. *Documento Técnico VI del IPCC*.
- PLAN PIMA Adapta 2017. *Evaluación de los efectos del cambio climático en la gestión de los riesgos de inundación (2017) coordinada: Dirección General del Agua del Ministerio y Oficina de Cambio Climático*.

- Universidad Politécnica de Madrid (UPM), 2018. *Tasas de cambio en los cuantiles de precipitación diaria máxima anual esperables en situación de cambio climático a escala nacional*).
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas para la Dirección General de Carreteras, 1999. *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2011. *Aplicación CauMax*.
- Ministerio de Fomento, 2016. *Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)*.
- Consorcio de Compensación de Seguros- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2017. *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*.
- Arnold, J.G., Srinivasanm R., Muttiah, S., Williams, J.R., 1998. *Large area hydrologic modelin and assessment: Part I. Model development*. J. American Water Resources Assoc. 34:73–89.
- Boellstorff, D and Benito, G., 2005. *Impacts of set-aside policy on the risk of soil erosion in central Spain*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 107:231–243.
- Patel, P.L., 2013. *Fluvial Mechanics: Impact of climate change on sediment yield from river basins*. Hydrolink 3: 74–75.
- Puigdefabregas, J., Sole, A., Gutierrez, L., del Barrio, G., Boer, M., 1999. *Scales and processes of water and sediment redistribution in drylands: results from the Rambla Honda field site in Southeast Spain*. Earth-Science Reviews, 48:39–70.
- Rodríguez-Lloveras, X., Bussi, G., Francés, F., Rodríguez-Caballero, E., Solé-Benet, A., Calle, M., Benito, G., 2015. *Patterns of runoff and sediment production in response to land-use changes in an ungauged Mediterranean catchment*. Journal of Hydrology, 531:1054–1066.
- 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.
- Ureña, J.M. y Ollero, A., 2000. *Criterios y propuestas para la ordenación de áreas fluviales*. Ciudad y territorio, Estudios Territoriales, nº XXXII (126), 689–710.