

Caracterización del riesgo de inundación en la ordenación del territorio: avances y retos para la incorporación de la vulnerabilidad

Flood risk characterization in spatial planning:
progress and challenges for the incorporation of vulnerability

Jesús Vargas Molina 

jvarmol@upo.es

*Departamento de Geografía Humana
Universidad de Sevilla (España)*

Fulgencio Cánovas-García 

fulgencio.canovas@ual.es

*Departamento de Geografía, Historia y Humanidades
Universidad de Almería (España)*

Resumen

La ordenación del territorio, como medida no estructural para la reducción del riesgo de inundación necesita incorporar los avances sobre el conocimiento, la caracterización y la cartografía del riesgo de inundación en los instrumentos de ordenación territorial a las escalas adecuadas. Este trabajo aborda una investigación sobre la caracterización y el tratamiento del riesgo de inundación en la ordenación del territorio en España, que incluye un análisis secuenciado sobre los aspectos normativos (competencias, atribuciones y jerarquías para la caracterización del riesgo de inundación entre planificación sectorial y ordenación del territorio),

metodológicos (avances y retos en la caracterización del riesgo de inundación) y de aplicación (cómo estos avances se trasladan (o no) en la práctica a los instrumentos de ordenación del territorio). Los resultados muestran como la consideración del riesgo va ganando protagonismo en la ordenación del territorio, sin embargo, la caracterización y el uso de cartografía todavía plantea retos importantes, especialmente en relación con la competencia del riesgo ligada a la vulnerabilidad, que limita su potencial como medida no estructural de reducción del riesgo de inundación.

Palabras clave: planificación territorial; cartografía; España.

Abstract

The use of spatial planning as a non-structural measure to reduce flood risk depends on the capacity to translate the advances in the knowledge, characterization, and flood risk mapping into spatial planning instruments at the appropriate scales. In this work, an analysis has been carried out on the characterization and treatment of flood risk in spatial planning in Spain, which includes a sequenced analysis of the normative aspects (competences, attributions and hierarchies for the characterization of flood risk between sectoral planning and spatial planning), methodological (advances and challenges in the characterization of flood risk) and application (how these advances are transferred (or not) into spatial planning instruments). Results show how the consideration of risk is gaining prominence in special planning, however, risk characterization and use of cartography still poses important challenges, especially in relation to the competence of risk linked to vulnerability, which limits the potential of spatial planning as non-structural flood risk reduction.

Key words: territorial planning; cartography; Spain.

1 Introducción

El riesgo de inundación se define como la posibilidad de que se produzcan daños a personas, bienes y servicios o a los ecosistemas como consecuencia de una inundación y se conceptualiza como el resultado de la combinación de los tres componentes que conforman la ecuación del riesgo: peligrosidad, exposición y vulnerabilidad (European Environmental Agency (EEA), 2016; 2017; Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2012; 2014; United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), 2017).

En España, las inundaciones son el desastre natural que mayores daños genera (Manrique et al., 2017). En el período 2000–2019 se contabilizaron 209 fallecidos a causa de las inundaciones, lo que supuso el 20% de los fallecimientos producidos por desastres naturales, solo por detrás de las altas temperaturas (Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2020). El Consorcio de Compensación de Seguros cifró para la serie temporal 1987–2019 un total de 7 887 791 personas afectadas y unas pérdidas económicas que ascendieron a más de 5945 millones de euros, que supusieron el 73% de las indemnizaciones por riesgos extraordinarios para la serie y el 50% (701 505), de los expedientes tramitados asociados a eventos naturales en España (Consorcio de Compensación de Seguros, 2020).

En el futuro se prevé un aumento de la peligrosidad (frecuencia e intensidad) de las inundaciones en las regiones mediterráneas (IPCC, 2014). También la exposición a las inundaciones ha aumentado en España en las últimas décadas debido a la concentración de población y actividades económicas, especialmente en zonas urbanas, que ha pasado del 55% en 1960 a superar el 80% en el año 2020 (Banco Mundial, 2021). Este incremento se explica entre otras cosas por el proceso de expansión descontrolado y un uso intensivo y desorganizado del suelo desde la segunda mitad del siglo XX (Illán & Pérez Morales, 2016; Pérez-Morales et al., 2016; Olcina et al., 2018; Ribas et al., 2020). Ante esta situación, urge la aplicación de enfoques más progresivos que partan de un mejor conocimiento del riesgo de inundación y superen las tradicionales estrategias y políticas basadas en la respuesta, la construcción de obras hidráulicas de choque, o las medidas de intervención y asistencia en la catástrofe, más costosas económica y ambientalmente (Hall et al., 2006), hacia el diseño de estrategias y políticas proactivas basadas en la prevención, mitigación y adaptación (Cutter, 2017; Poljansek et al., 2017; UNDRR, 2017). Entre ellas, la reducción de la vulnerabilidad de las personas y los elementos expuestos se presentan como una prioridad para minimizar los impactos, especialmente en áreas urbanas (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, UNISDR, 2015; EEA, 2016, 2017).

En este sentido, la ordenación del territorio se presenta como una medida no estructural, económicamente eficiente y respetuosa con el medio ambiente, que ha ganado importancia como enfoque para mitigar el riesgo de inundación por la capacidad que presenta de fomentar un uso del suelo que, precisamente, reduzca la exposición y la vulnerabilidad (Olcina, 2008; De Moel et al., 2009; Pérez Morales, 2012; Olcina, 2017; Olcina & Díez-Herrero, 2017; Ribas, Saurí & Olcina, 2017; Ran & Nedovic-Budic, 2018; Sánchez & Aparicio, 2018). La incorporación de cartografía del riesgo (incluida la vulnerabilidad) se convierte en una

herramienta prioritaria para mejorar el conocimiento en torno a él y a su dinámica y ayudar a la toma de decisiones en la definición de usos del suelo que favorezca la mitigación del riesgo (Ran & Nedovic-Budic, 2018; Mielu, 2018). Además, la cartografía es también un instrumento fundamental para mejorar la comunicación y la educación, aspectos básicos para lograr una adecuada gobernanza del riesgo (Polanski et al., 2017; Olcina & Díez-Herrero, 2017).

En España se han realizado importantes esfuerzos para mejorar el conocimiento y la caracterización del riesgo de inundación a través de cartografías oficiales que contribuyen a impulsar el cambio de paradigma (Olcina et al., 2016). Estos esfuerzos se consolidan tras la trasposición de la Directiva 60/2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación¹ al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación² y mediante la aprobación de los Reales Decretos 9/2008³ y 638/2016,⁴ que modifican el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH). Este último, entre otras cuestiones, incorpora en su articulado la información generada por el SNCZI agregando a la aplicación de la Ley de Aguas vigente las capas de información geográfica derivadas de este (así como de otros programas del Ministerio con competencias en Medio Ambiente). Particularmente importantes, aunque no abordabas en este trabajo, son las limitaciones a los usos del suelo en zonas inundables (ZI) y más aún en la Zona de Flujo Preferente, tanto en suelo rural como en suelo urbanizado. La aprobación de la Ley de Suelo del 2008⁵ y 2015⁶ supuso un importante impulso sobre la consideración del riesgo en los instrumentos de planificación territorial. En sus artículos 12 y 21 respectivamente, establecieron

1 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. DOUE núm. 288, de 6 de noviembre de 2007. <https://www.boe.es/doue/2007/288/L00027-00034.pdf>

2 Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. BOE núm. 171, de 15/07/2010. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/07/09/903/con>

3 Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. BOE núm. 14, de 16 de enero de 2008. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/01/11/9>

4 Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales. BOE núm. 314, de 29 de diciembre de 2016. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2016/12/09/638>

5 Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de suelo. BOE núm. 154, de 26/06/2008. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2008-10792>

6 Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana. BOE núm. 261, de 31/10/2015. <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2015/10/30/7/con>

que los terrenos con riesgo de inundación se preservarán para la ordenación territorial y urbanística y permanecerán como suelo rural. Además, en sus artículos 15 y 22 (respectivamente) indicaba que “El informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación”.

Los trabajos que han analizado la integración del riesgo y su cartografía en los documentos de ordenación del territorio han experimentado un fuerte impulso en las últimas dos décadas en España (Gallego & Perles, 2020; González García, 2009; Olcina, 2004, 2012, 2020; Olcina et al., 2018; Pérez Morales, 2012; Perles et al., 2017). Estos trabajos coinciden en señalar el escaso grado de integración del riesgo en dichos documentos y la poca eficacia demostrada por la práctica de la ordenación del territorio, especialmente para aquello para lo que puede resultar más útil: reducir la exposición y la vulnerabilidad. Es precisamente la vulnerabilidad la componente del riesgo que menos atención ha recibido y la que sigue planteando más retos a la hora de abordar la caracterización del riesgo de inundación. Sin embargo, la naturaleza multidimensional de la vulnerabilidad, que puede incluir cuestiones sociales, económicas, ambientales, físicas e institucionales y las diferentes interpretaciones que existen todavía sobre el concepto, muy dependientes del contexto, se traducen en una dispersión metodológica que resulta en cartografías que utilizan diferentes variables, índices e indicadores y dificultan el establecimiento de estándares para su medición e integración en cartografías oficiales (Birkmann et al., 2021).

Este trabajo pretende contribuir a esta línea de investigación, actualizar el estado de la cuestión y profundizar en la identificación de los retos que plantea la incorporación de una adecuada caracterización del riesgo de inundación en los documentos de ordenación del territorio con especial atención al tratamiento de la vulnerabilidad, componente clave para comprender el riesgo y guiar las estrategias de mitigación (Birkmann et al., 2021; UNDRR, 2017).

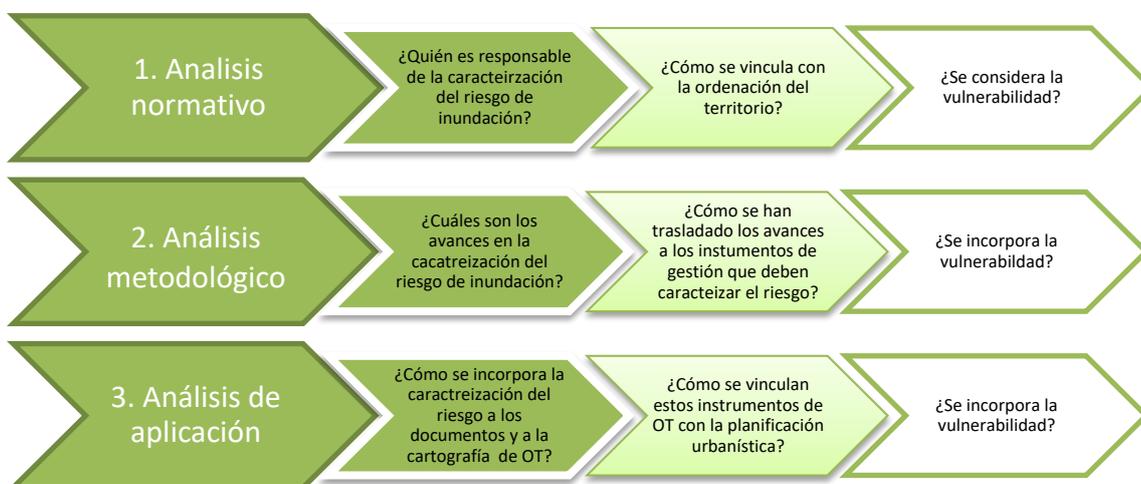
2 Metodología

Se ha seguido una metodología sistemática de análisis para estudiar la caracterización del riesgo de inundación en la ordenación del territorio (Figura 1). En primer lugar, se ha realizado un análisis normativo para identificar la legislación, el procedimiento y la vinculación de la caracterización del riesgo de inundación entre la planificación sectorial y la ordenación del territorio. El objetivo ha sido determinar las competencias, atribuciones y jerarquías para la caracterización del riesgo de inundación entre ellas. En segundo lugar, se ha realizado una

revisión sobre los avances metodológicos en la caracterización de los tres componentes del riesgo de inundación (peligrosidad, exposición y vulnerabilidad) en el campo de la investigación y cómo estos avances se han incorporado (o no) en los instrumentos de gestión del riesgo de inundación para la caracterización del riesgo. En este sentido se han elaborado unas tablas y unos mapas de exposición al riesgo de inundación en las demarcaciones hidrográficas analizadas (Tablas 1 y 2 y Figuras 4, 5, 6 y 7). Estos datos se han obtenido mediante diversas consultas por atributos y por localización a las capas en formato SIG de “Riesgo de inundación fluvial” del SNCZI alojadas en la página web del Ministerio con competencias en medio ambiente.⁷

Por último, se ha realizado un análisis sobre cómo estos avances se han trasladado en la práctica a los documentos de ordenación del territorio. Para ello, se han analizado los documentos de ordenación del territorio autonómicos y aquellos planes sectoriales con incidencia en la ordenación del territorio específicos sobre inundaciones en los casos en los que estos documentos existen.

Figura 1. Proceso metodológico de análisis



Fuente: elaboración propia

En concreto se analiza el tratamiento que estos documentos dan al riesgo de inundación, la caracterización conceptual y metodológica del riesgo de inundación y la existencia de cartografía del riesgo de inundación. Queda fuera del análisis la legislación en materia de

7 Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico Infraestructura de Datos Espaciales (n.d.). *Riesgo de inundación fluvial T=500 años*. <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/riesgo-inundacion-fluvial-t500.aspx>

urbanismo, por exceder los objetivos de este trabajo, sin embargo, se incluye también un análisis de cuatro Planes Generales de Ordenación (de ámbito municipal) (PGO) para analizar el grado de vinculación entre los documentos de ordenación territorial y la planificación urbana en lo referente a la caracterización del riesgo y el uso de cartografía. Todo el análisis se realiza poniendo un especial énfasis en el tratamiento de la vulnerabilidad, componente que ha sido identificada en otros trabajos como la componente del riesgo de inundación que menos atención ha recibido (Perles et al., 2017; Perles, Olcina, & Mérida, 2018).

El análisis se ha centrado en las demarcaciones hidrográficas (DH) de régimen mediterráneo (Ebro, Júcar, Segura y Guadalquivir) que en la fecha de redacción del trabajo forman parte del SNCZI (Cuencas Internas de Cataluña; Cuencas Mediterráneas Andaluzas; Guadalete y Barbate; y Tinto, Odiel y Piedras no han incorporado su cartografía de riesgos al SNCZI). Para el análisis de los documentos de ordenación del territorio, al ser esta una competencia de las comunidades autónomas (CCAA), se han seleccionado aquellas que presentan mayor población en ZI según el SNCZI (Cataluña, en la DH Ebro con 97 529 hab.; Andalucía, en la DH Guadalquivir con 499 927 hab., Comunidad Valenciana, en la DH Júcar con 419 565 hab.; y Región de Murcia, en la DH Segura con 478 879 hab.). Para el análisis municipal se ha seguido el mismo criterio y se han analizado los Planes Generales de Ordenación (PGO) de los municipios con mayor población en ZI de cada una de las CCAA analizadas (Sevilla con 340 377 hab., en Andalucía; Orihuela con 26 085 hab., en Comunidad Valenciana; Murcia con 280 634 hab., en Región de Murcia y Lleida con 26 085 hab., en Cataluña).

El análisis se basa en la revisión de la normativa aplicable y de los documentos de ordenación del territorio, siguiendo la línea metodológica de otros trabajos previos, cuyo origen en España se sitúa en el trabajo realizado por Olcina (2004) y que posteriormente ha tenido un importante desarrollo (González García, 2009; Pérez Morales, 2012; Olcina et al., 2018; Perles, Olcina & Mérida, 2018). Como novedad metodológica respecto a estos trabajos, se propone un análisis sistemático, diferenciando las tres dimensiones del riesgo (peligrosidad, exposición y vulnerabilidad) y utilizando como criterio de selección de los casos de estudio aquellos que, a diferentes escalas, presentan una mayor población en ZI. Además, a diferencia de otros trabajos similares que se han centrado en el análisis de una región o provincia concreta (Pérez Morales, 2012 en la Región de Murcia; Olcina et al., 2018 en la provincia de Alicante) o en el análisis de una escala de planificación concreta (Olcina, 2004; Olcina et al., 2018, en la escala local), este trabajo aborda un análisis a diferentes escalas que pretende conocer si la caracterización y la

cartografía del riesgo de inundación respetan el principio de jerarquía escalar propio de la ordenación del territorio.

3 Análisis normativo: competencias, jerarquías y diálogo entre planificación sectorial y ordenación del territorio

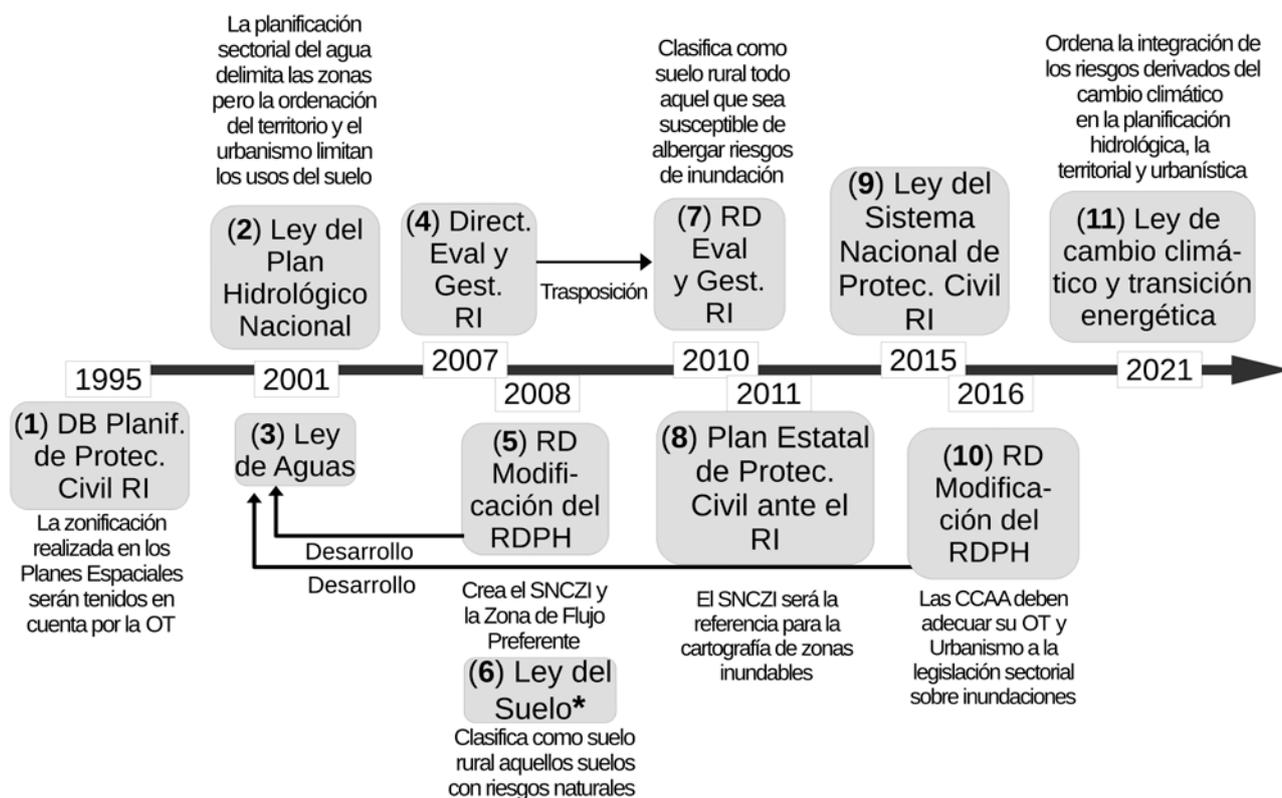
Desde sus diferentes perspectivas, competencias, escalas y objetivos, un diálogo entre la planificación sectorial y la ordenación del territorio que facilite la gestión coordinada de los usos del suelo y de los recursos hídricos debe reducir la exposición y vulnerabilidad de las personas y activos en riesgo de inundaciones (Browder et al., 2021). En la Figura 2 se presenta en una línea del tiempo la legislación básica del estado español que mayor relevancia ha tenido en la gestión y prevención del riesgo de inundación, así como las cuestiones más importantes de las mismas para la ordenación del territorio. A continuación, se desarrollan con mayor detalle estas ideas.

En el caso español la adaptación de la Directiva 60/2007 de inundaciones y más concretamente la modificación del RDPH de 2016, junto a la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones⁸ y el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones⁹ son las referencias básicas para abordar el tratamiento del riesgo de inundación. Ambas legislaciones vinculan con la planificación territorial la gestión del riesgo de inundación, mediante el análisis y la cartografía de riesgos.

8 Resolución de 31 de enero de 1995, de la Secretaría de Estado de interior, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones. BOE núm. 38, de 14/02/1995. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-3865>

9 Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil. Boletín Oficial Del Estado nº 164 de 10 de julio de 2015, 57409–57435. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-7730>

Figura 2. Legislación básica del estado español de mayor importancia en la gestión del riesgo de inundación



(1) Directriz básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.

(2) Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

(3) Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

(4) 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.

(5) Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril

(6) Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de suelo.

*Posterior a la ley del suelo de 2008, en 2015, se promulgó el texto refundido de la Ley del Suelo, el cual mantiene la clasificación de suelo rural para todos aquellos suelos que presenten riesgos naturales.

(7) Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

(8) Resolución de 2 de agosto de 2011, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 29 de julio de 2011, por el que se aprueba el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.

(9) Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil.

(10) Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

(11) Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.

Fuente: elaboración propia a partir del BOE

En lo que se refiere a la legislación sectorial de agua, la Ley 10/2001 de Plan Hidrológico Nacional (LPNH)¹⁰ y el Texto Refundido de la Ley de Aguas (2001) (TRLA) sientan las bases de coordinación entre la legislación sectorial de agua y la ordenación territorial y urbanística. El artículo 28 de la LPHN establece la obligación de las Administraciones competentes para la

10 Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. BOE núm. 161, de 06/07/2001. <https://www.boe.es/eli/es/l/2001/07/05/10/con>

delimitación de ZI teniendo en cuenta los estudios y datos disponibles procedentes de los organismos de cuenca e insta al Ministerio de Medio Ambiente a promover convenios de colaboración con las administraciones autonómicas y locales para eliminar construcciones e instalaciones situadas en Dominio Público Hidráulico (DPH) y ZI, otorgando la responsabilidad de actuaciones en cauces públicos situados en zonas urbanas a las administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo. Por su parte, el artículo 11 del TRLA define los terrenos inundables como aquellos que puedan resultar cubiertos por las aguas durante las crecidas no ordinarias de los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos. Refuerza la idea de que los organismos de cuenca deben dar traslado a las administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo de los datos y estudios disponibles sobre avenidas, al objeto de que se tengan en cuenta en la planificación del suelo y, en particular, en las autorizaciones de usos que se acuerden en las ZI; y otorga al gobierno y a las CCAA establecer las limitaciones en el uso de las ZI que estimen necesarias. Quedaba así definida la prevalencia de la planificación sectorial de agua sobre la ordenación del territorio y el urbanismo en lo referente a la delimitación de zonas inundables y las actuaciones y limitaciones sobre dichas zonas.

Estas primeras consideraciones se han desarrollado con mayor precisión casi una década después. El RD 9/2008, de modificación del RDPH crea la figura de Zona de Flujo Preferente, definida como “aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas” (Modificación Cinco.2); también creó el SNCZI, para ser desarrollado en colaboración con las comunidades autónomas y, en su caso, con las administraciones locales afectadas (Modificación seis). El RD 903/2010, que traspuso la Directiva 60/2007 creó la figura de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) en el ámbito de las demarcaciones hidrográficas y determinó la situación de suelo rural de todo aquel que sea susceptible de albergar riesgos de inundación, exigiendo la prevención de dichos riesgos, tanto de las administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo, en la ordenación que hagan de los usos del suelo, como de los propietarios de los terrenos, en su deber de conservación de los mismos. Estos PGRI parten de una caracterización más precisa del riesgo de inundación a través de la elaboración de cartografía de peligrosidad (que deben tener en cuenta, al menos, los escenarios alta probabilidad de inundación (T=10 años), probabilidad

media de inundación (T=100 años) y baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (T=500 años) y de riesgo a la población, a las actividades económicas y a los aspectos ambientales. La información contenida en estos mapas ha sido la referencia para el desarrollo de los PGRI y también para la determinación de las ZI en el planeamiento territorial y urbanístico. Por su parte, la modificación del RDPH de 2016 ha dispuesto que todas las CCAA deben adecuar sus legislaciones en materia de ordenación del territorio y urbanismo a los nuevos preceptos en materia de inundaciones, con efectos significativos sobre las figuras de planeamiento municipal que tengan previsto futuros desarrollos urbanísticos en zonas inundables o zonas de flujo preferente, las cuales deben ser revisadas a fin de dar cumplimiento a los objetivos principales de la modificación del RDPH, que son no aumentar la vulnerabilidad de la seguridad de las personas y bienes frente a los sucesos de avenidas (Palencia Jiménez, 2017). Para el suelo que se encuentre en situación básica de suelo urbanizable en la zona de flujo preferente, las administraciones competentes deberán fomentar la adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección, todo ello de acuerdo con lo establecido en la Ley 17/2015 del Sistema Nacional de Protección Civil y la normativa de las comunidades autónomas. Además, se ha introducido la identificación de usos y actividades vulnerables a avenidas que no podrían ser autorizados en las zonas de flujo preferente e incluye régimen específico para núcleos urbanos ya consolidados.

En la legislación de Protección Civil, la Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (1995) exige que los análisis de riesgos y la zonificación territorial que queden especificados en Planes Especiales elaborados, aprobados y homologados deben ser tenidos en cuenta por los órganos competentes en el proceso de planificación del territorio y de usos del suelo. Aunque en la práctica, la aplicación de este requisito ha tenido una implementación muy lenta y nada efectiva en su aplicación a los procesos urbanísticos (Olcina, 2020). La aprobación del Plan Estatal de Protección Civil contra el riesgo de inundaciones (2011), ha establecido que la identificación del riesgo debe hacerse conforme a lo indicado por el RD 903/2010 y, por tanto, el SNCZI será la referencia cartográfica para la evaluación y la delimitación de las zonas con riesgo de inundaciones, también para los Planes Territoriales de protección civil y actuará como base de datos sobre ZI, tal como ha establecido la Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones. Así, los planes de protección civil existentes se deben ajustar de forma coordinada para considerar la inclusión en los mismos de los mapas de peligrosidad y riesgo, y al contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación.

En ordenación del territorio y urbanismo, la Ley de Suelo de 2008, en su artículo 12 y la del 2015, en su artículo 21, han establecido que en todo caso se encuentran en situación básica de suelo rural aquellos suelos con riesgos naturales o tecnológicos, incluidos los de inundación o de otros accidentes graves. El RD 903/2010, sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación, introduce en su Anexo I, que los PGRI deberán incluir al menos, como medidas de ordenación territorial y urbanismo:

“Las limitaciones a los usos del suelo planteadas para la zona inundable en sus diferentes escenarios de peligrosidad, los criterios empleados para considerar el territorio como no urbanizable, y los criterios constructivos exigidos a las edificaciones situadas en zona inundable. Las medidas previstas para adaptar el planeamiento urbanístico vigente a los criterios planteados en el plan de gestión del riesgo de inundación, incluida la posibilidad de retirar construcciones o instalaciones existentes que supongan un grave riesgo, para lo cual su expropiación tendrá la consideración de utilidad pública”.

Por su parte, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (2021)¹¹ estableció en su artículo 19 que la planificación y gestión sectorial de agua deberá incluir los riesgos derivados del cambio climático en relación al cambio en la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos (avenidas y sequías) con el objetivo de reducir la exposición y la vulnerabilidad (Artículo 18.3. Apartado c). De la misma forma, y aunque sin realizar precisiones terminológicas o metodológicas, el artículo 21 de la misma Ley establece que la planificación territorial y urbanística deberá considerar, en su elaboración, los riesgos derivados del cambio climático (Artículo 21.1. Apartado a).

El SNCZI supone la referencia básica para la caracterización del riesgo de inundación en España y las limitaciones y disposiciones establecidas en los PGRI deben primar sobre los instrumentos de ordenación del territorio y urbanismo, sobre los Planes de Protección Civil frente al riesgo de inundación y sobre cualquier otro con incidencia en las ZI.

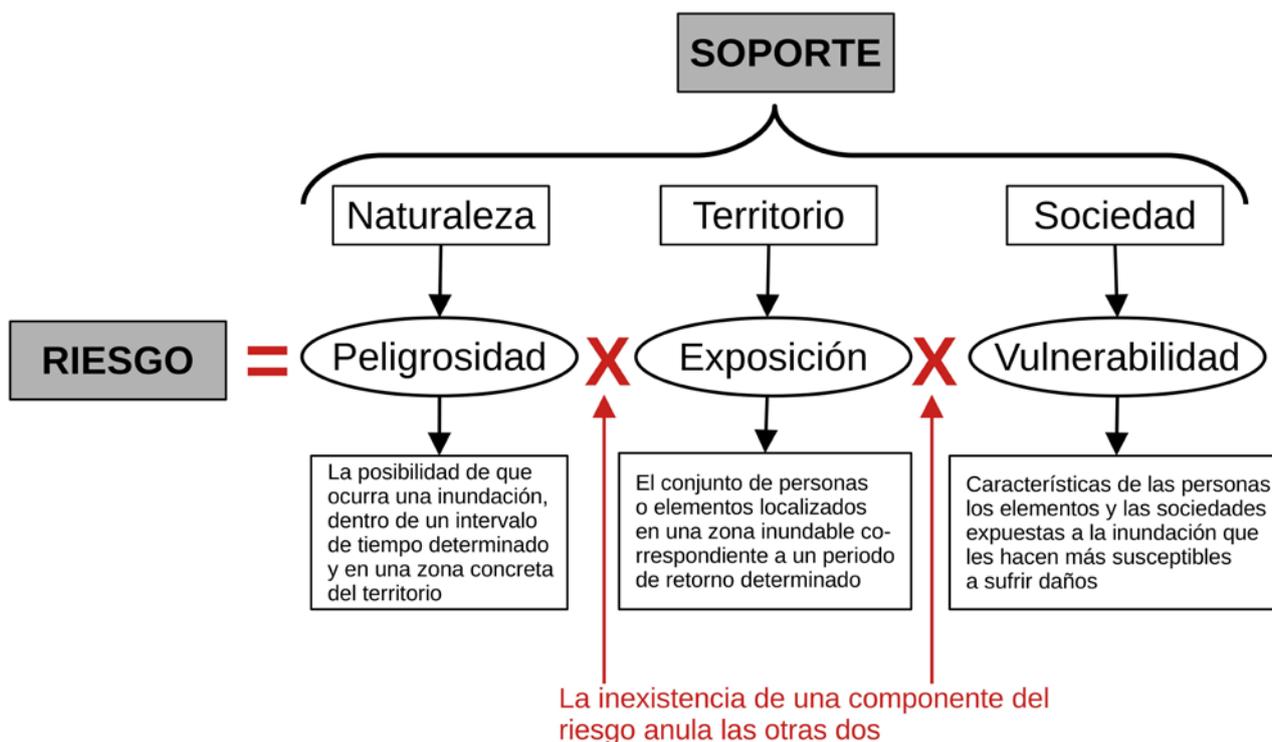
11 Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
<https://www.boe.es/boe/dias/2021/05/21/pdfs/BOE-A-2021-8447.pdf>

4 Análisis metodológico. Entendiendo la naturaleza del riesgo. Avances y retos en la caracterización del riesgo de inundación

El riesgo de inundación se define como la posibilidad de que se produzcan daños a personas, bienes y servicios o a los ecosistemas como consecuencia de una inundación y, como se presenta en la Figura 3, se conceptualiza como el resultado de la combinación de los tres componentes que conforman la ecuación del riesgo: peligrosidad, exposición y vulnerabilidad (EEA, 2016, 2017; IPCC, 2012; 2014; UNDRR, 2017).

Como afirma Matín-Vide (2020, p. 80) si no se define, determina o valora correctamente un riesgo, es claro que estamos sujetos a potenciales daños indeterminados o imprevistos. En el análisis del riesgo de inundación se ha pasado de la descripción del fenómeno y de sus consecuencias desde el punto de vista físico (peligrosidad), al estudio de los factores que ocasionan un impacto mayor o menor de su ocurrencia, esto es, de los aspectos socio-territoriales (vulnerabilidad y exposición) (Olcina, 2020). A continuación, se presentan de forma sintética los avances realizados para la caracterización de cada una de las tres componentes del riesgo y cómo el SNCZI, referencia básica para la caracterización del riesgo de inundación en España, aborda cada una de ellas.

Figura 3. Principales componentes del riesgo de inundación



Fuente: adaptado a partir de Gil & Olcina (2021, p. 811) & Manrique et al. (2017)

La caracterización de la peligrosidad asociada a inundaciones es seguramente la componente del riesgo más estudiada. Se entiende por peligrosidad la probabilidad de que ocurra una inundación, dentro de un intervalo de tiempo determinado y en una zona concreta del territorio (Manrique et al., 2017). El desarrollo de las TIC ha permitido avanzar desde la cartografía basada en mapas estáticos hacia la modelización basada en la monitorización y la simulación de escenarios, que permiten incorporar nuevas variables y obtener respuestas más rápidas (Agnihotri et al., 2019; Ajjur & Mogheir, 2020; Caprario & Finotti, 2019; Darabi et al., 2019; Hamid et al., 2020; Ouma & Tateishi, 2014). En lo referente a la caracterización de la peligrosidad, el impulso que supuso la trasposición de la Directiva 60/2007 ha tenido como resultado la incorporación de otras variables para la determinación de las ZI, más allá de la extensión de la lámina de agua: el calado de la inundación, la velocidad de flujo, la permanencia de la lámina de agua o la carga de transporte sólido, lo que ofrece una información más precisa sobre la naturaleza del fenómeno (Pérez Morales, 2012). Los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación del segundo ciclo (2021–2027) han fortalecido la metodología para la caracterización de la peligrosidad incluyendo a las características descritas anteriormente, la capacidad erosiva, la presencia de obstáculos en el cauce y han añadido además un factor de corrección en función de la capacidad de regulación de la cuenca vertiente a la ARPSI (Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación). Los mapas de peligrosidad, que se pueden consultar a través del visor SNCZI, contemplan cuatro escenarios en función de la probabilidad estadística de ocurrencia de la inundación: ZI con alta probabilidad (T=10 años), ZI de inundación frecuente (T=50 años), ZI de probabilidad media u ocasional (T=100 años) y ZI de probabilidad baja o excepcional (T=500 años).

Por exposición al riesgo de inundación se entiende el conjunto de personas o elementos susceptibles de sufrir una posible inundación, en una zona y periodo de tiempo determinado (De Moel, Alphen & Aerts, 2009; Koks et al. 2015; Manrique et al., 2017). Es un componente esencial del riesgo, pues sin exposición de bienes o personas no habría impactos directos de los peligros naturales. Sin embargo, la exposición es necesaria pero no definitiva para determinar el riesgo, ya que es posible estar expuesto y no ser vulnerable (EEA, 2017). En el campo de la investigación existen todavía diferentes propuestas metodológicas que complican la existencia de un marco común. La más notable de ellas es la diferencia existente entre aquellos trabajos que consideran la exposición como una parte más de la vulnerabilidad (Tate et al., 2021); y otros que, como en este trabajo, la consideran como algo independiente de la vulnerabilidad (Aerts et al., 2018; Alfieri et al., 2017). El análisis de la exposición a las

inundaciones implica generalmente delinear el alcance del peligro de inundación para los distintos periodos de retorno con la población y bienes del entorno construido (Tate et al., 2021). En relación con esta componente del riesgo también se ha avanzado, fundamentalmente en la identificación de bienes y personas localizadas en áreas susceptibles de inundación y en menor medida también en la caracterización de la exposición ecológica, mediante la inclusión de las zonas naturales protegidas en ZI u otros puntos de interés ambiental. La Directiva, no incluye *per se*, metodología y directrices para la cartografía de exposición. Son los mal llamados mapas de riesgo, los que en realidad se limitan a evaluar la exposición y realizar una valoración de las pérdidas de los elementos expuestos. Como afirman Perles, Sortino & Cantarero (2017) los parámetros propuestos para elaborar los mapas de riesgo se centran en la exposición y en la equiparación de la vulnerabilidad con el concepto de pérdida potencial. Estos mapas de riesgo abordan la exposición de la población (Nº indicativo de habitantes que pueden verse afectados asociados a los diferentes períodos de retorno (10, 100 y 500 años); exposición de las actividades económicas (tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada, incluyendo los tipos de actividad económica deducidas de los usos de suelo); exposición de puntos de especial importancia; y áreas de importancia ambiental (masa de aguas de la Directiva Marco del Agua, Zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano, masas de agua de uso recreativo, zonas para la protección de hábitats o especies). Sobre este aspecto, el uso de la información catastral y su integración en el SNCZI supone un potencial importante para mejorar la caracterización de la exposición al riesgo de inundación (Pérez Morales et al., 2016). El proceso descontrolado de urbanización y la escasa atención que se ha dado al riesgo de inundación en la planificación territorial ha tenido como resultado que un elevado porcentaje de población y de actividades económicas se localicen actualmente en ZI (Tablas 1 y 2).

La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos sobre superficie, habitantes y densidad de población en los municipios con ZI de las demarcaciones hidrográficas de régimen mediterráneo (Ebro, Júcar, Segura y Guadalquivir) que en la fecha de redacción del trabajo forman parte del SNCZI. Como muestran los resultados, pese a que la superficie de ZI representa solo el 4.2% de la superficie total de los municipios con ZI, la población que habita en esas zonas asciende al 15.4% del total de la población de los municipios que presentan superficie de ZI. Además, la densidad de población en dichas ZI casi cuadruplica los valores del municipio en su totalidad y de las zonas no inundables de los municipios considerados.

Tabla 1. Datos de superficie, población y densidad de población en los municipios que presentan ZI según el SNCZI para un período de retorno T=500

		Ebro (2018)	Júcar (2018)	Segura (2011)	Guadalquivir (2011)	Todas
Superficie (km ²)	Municipios con ZI	40 083	9419	14 476	26 639	90 617
	Zona inundable	1745 (4.3%)	778 (8.3%)	582 (4.0 %)	662 (2.5%)	3767 (4.2%)
	Zona no inundable	38 338 (95.7%)	8641 (91.7%)	13 895 (96.0 %)	25 977 (97.5%)	86 532 (95.8%)
Habitantes (miles)	Municipios con ZI	2700	3893	2034	3318	11 945
	Zona inundable	275 (10.2%)	468 (12.3%)	556 (27.3%)	500 (15.1%)	1800 (15.7%)
	Zona no inundable	2425 (89.8%)	3424 (87.7%)	1478 (72.7%)	2818 (84.9%)	10 145 (84.3%)
Densidad población (hab./km ²)	Municipios con ZI	67	413	141	125	132
	Zona inundable	158	602	956	756	478
	Zona no inundable	63	396	106	109	117

Nota: Los valores de superficie (en km²), el número de habitantes (en miles) y la densidad de población (en hab./km²) están redondeados. Los datos de "Zona no inundable" hacen referencia a la superficie no inundable de los municipios que presentan ZI. Es decir, no aparecen computados los municipios en los que no hay superficies de ZI.

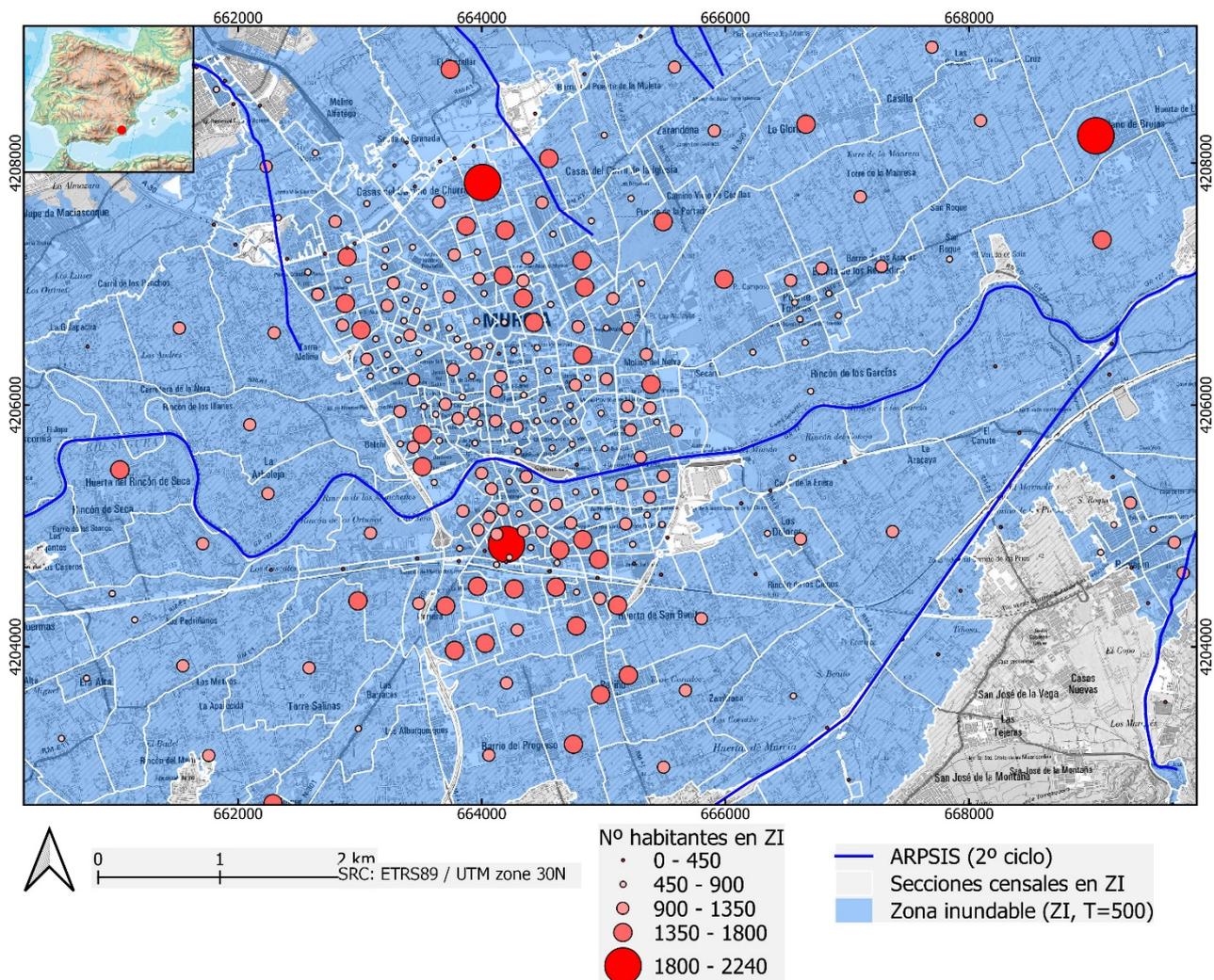
Fuente: elaboración propia a partir del SNCZI (2021) e IGN (2021)

A nivel de demarcación, destaca en cuanto a superficie de ZI, la del Ebro con casi 1800 km². Sin embargo, en población estimada destaca la Demarcación Hidrográfica del Segura ya que en esta las ZI están ocupadas por más de 550 000 habitantes. Pero todavía se puede suponer que la población es en realidad mayor ya que los datos utilizados para la estimación procedieron del Censo de Población de 2011 (10 años después de la redacción de este trabajo). La exposición al riesgo de inundación de la población de las demarcaciones hidrográficas estudiadas es muy elevada. Las llanuras de inundación de los cauces han sido ocupadas para su uso residencial, prueba de ello es la elevada densidad de población de las ZI, especialmente en la Demarcación Hidrográfica del Segura (956 hab./km²) y Guadalquivir (756 hab./km²). Nótese que la densidad de población de la Región de Murcia de 2020 (comunidad autónoma que casi en su

totalidad forma parte de la Demarcación Hidrográfica del Segura) es de 133 hab./km², la de la provincia de Sevilla (2020), donde se enmarca la capital de la comunidad autónoma más poblada de España, es de 139 hab./km² y la de la Comunidad de Madrid (dónde se encuentra la ciudad más poblada del país) es de 845 hab./km². Es decir, menor que la densidad de población de las ZI de la Demarcación Hidrográfica del Segura.

A modo de ejemplo la Figura 3 muestra un mapa de exposición de la población al riesgo de inundación de la ciudad de Murcia en el que la unidad territorial para la que se ofrece el dato de población expuesta es la sección censal. El mapa también muestra la extensión de la zona inundable. La ciudad de Murcia y su huerta colindante (densamente poblada) se sitúan en zona inundable. Casi todas las secciones censales de la ciudad y de sus inmediaciones presentan población expuesta al riesgo de inundación en mayor o menor cuantía. Solo en el casco urbano de Murcia habitaban en zona inundable en el año 2011 más de 155 000 habitantes. Estos mapas son presentados por el SNCZI como mapas de riesgo de la población, sin embargo, tal y como se plantea en este trabajo, son en realidad mapas de exposición de la población al riesgo de inundación.

Figura 4. Mapa de exposición de la población al riesgo de inundación en la ciudad de Murcia y sus inmediaciones



Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía del segundo ciclo del SNCZI (2021)

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para el análisis de daño estimado según los diferentes tipos de actividad económica. Como se puede observar, los suelos urbanos y las infraestructuras son los que presentan unos daños estimados mayores (10 948 y 5265 millones de euros respectivamente). Esto demuestra la alta exposición económica que presentan los municipios en suelo urbano ya consolidado.

El SNCZI ha cartografiado la distribución espacial de los daños estimados según los tipos de actividad de la Tabla 2. El nivel de desagregación espacial depende de la demarcación hidrográfica analizada. La Figura 5 muestra un mapa de la superficie y de la estimación económica de pérdidas expresadas en euros en el caso de que se produjese una avenida de un periodo de retorno de 500 años en algunos municipios próximos a la parte meridional de la

ciudad de Valencia (Demarcación Hidrográfica del Júcar). En este mapa solo se han señalado tres actividades económicas de las 20 indicadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Daños económicos estimados (mill. de euros) según el tipo actividad económica en las demarcaciones hidrográficas del Ebro, del Júcar y del Segura

Tipo de actividad económica		Daño estimado (mill. de euros)	
Suelo urbano	Urbano Concentrado	5178	10 948
	Urbano Disperso	1668	
	Asociado a Urbano	4102	
Infraestructura Social		806	806
Terciario		1299	1299
Industrial	Industrial Concentrado	2178	3797
	Industrial Disperso	1619	
Agrícola y usos rurales	Agrícola Secano	44	3514
	Agrícola Regadío	3433	
	Otros usos Rurales	37	
Forestal		39	39
Infraestructuras	Carreteras	1558	5265
	Ferrocarriles	1246	
	Puertos y Aeropuertos	36	
	Energía	1355	
	Comunicaciones	4	
	Hidráulico-sanitarias	928	
	Residuos	138	
Masas de Agua		3	3
Otras áreas Sin riesgo		0	0

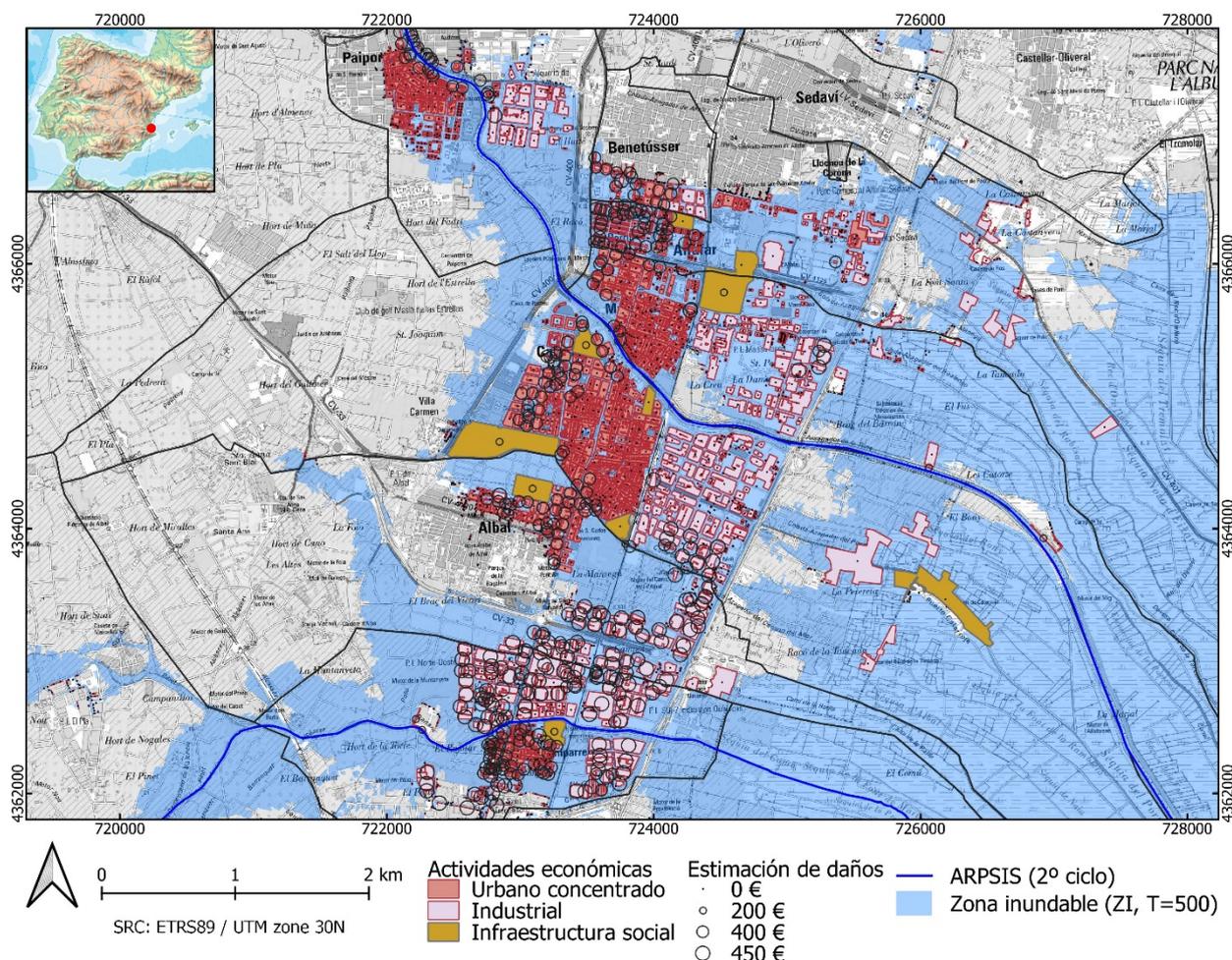
Nota: Los valores de daños económicos (mil. de €) están redondeados.

Fuente: elaboración propia a partir del SNCZI (2021)

En el mapa se puede apreciar como la desagregación espacial de las pérdidas económicas estimadas es muy elevada, llegándose en la mayoría de los casos a nivel de manzana. Aunque no sea este trabajo el adecuado para profundizar en la cuestión, no deja de ser llamativo que la estimación de pérdidas económicas para un periodo de retorno de 500 años de edificios (urbano concentrado) anexos a la rambla del Puyo sea de cero euros y que el valor más alto de estimación de pérdidas económicas para una manzana en toda la superficie abarcada por el mapa sea de 450 euros. Lo mismo se puede señalar para la estimación de pérdidas en suelo industrial de Massanassa y Catajorra. En otras demarcaciones hidrográficas, como la del Segura, la desagregación espacial de los datos de pérdidas económicas estimadas es mucho menor. Por ejemplo, la ciudad de Murcia junto con varias pedanías aguas abajo de la misma e incluso el

municipio de Beniel aparecen como un solo polígono con una estimación de pérdidas económicas en concepto de urbano concentrado de más de 923 millones de euros.

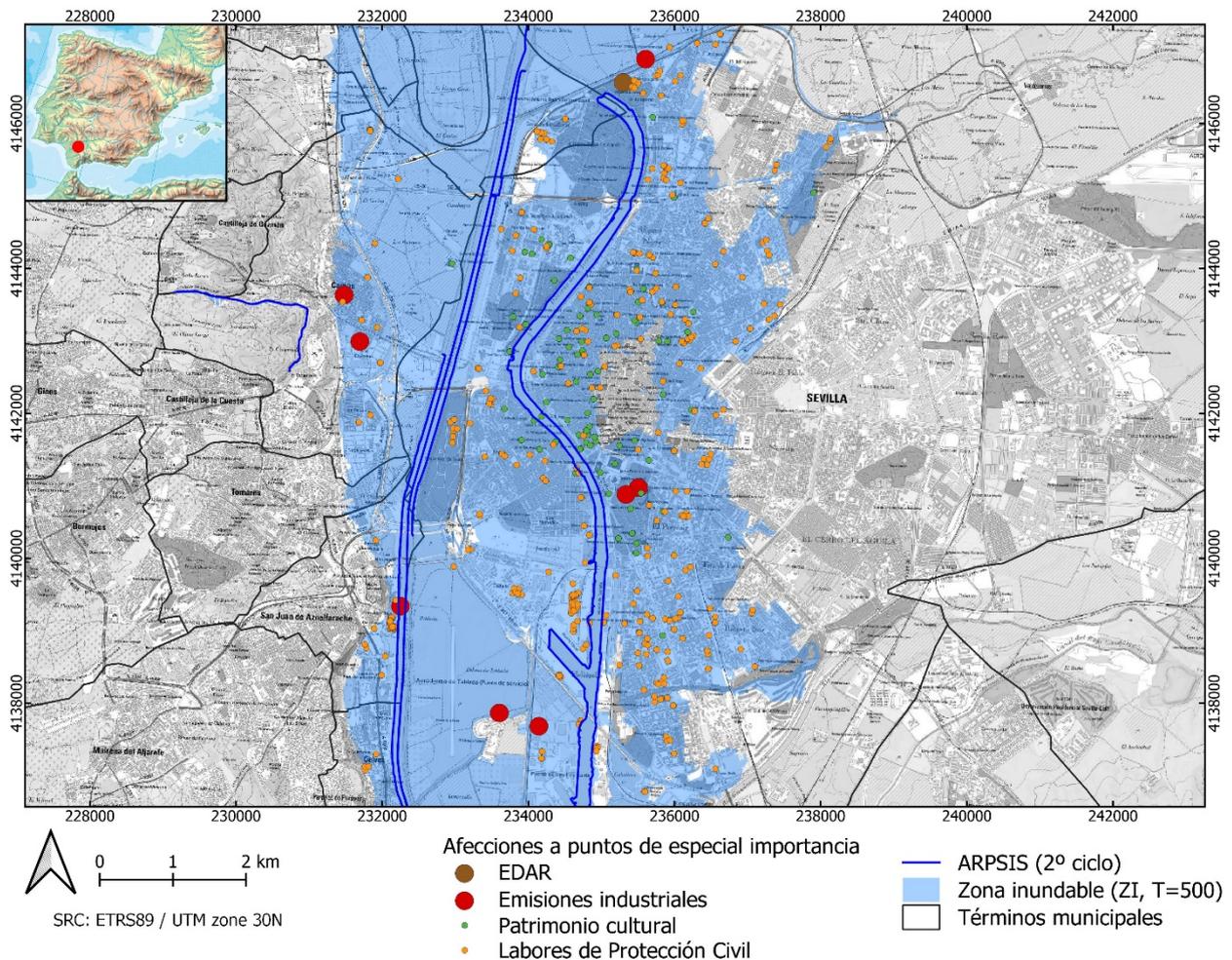
Figura 5. Mapa de exposición de las actividades económicas al riesgo de inundación en varios municipios al sur de la ciudad de Valencia



Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía del segundo ciclo del SNCZI (2021)

La abundante información geográfica disponible desde las distintas administraciones públicas permite una adecuada caracterización de la exposición al riesgo de inundación. En la Figura 6 se presenta otro ejemplo de mapa de exposición al riesgo de inundación obtenido de los datos del SNCZI de las instalaciones a las que se refiere el anexo I de la Directiva 96/61/CE del Consejo de Europa, concretamente este mapa está referido a la ciudad de Sevilla y alrededores.

Figura 6. Mapa de exposición de los puntos de espacial importancia (anexo I de la Directiva 96/61/CE) al riesgo de inundación en la ciudad de Sevilla y alrededores

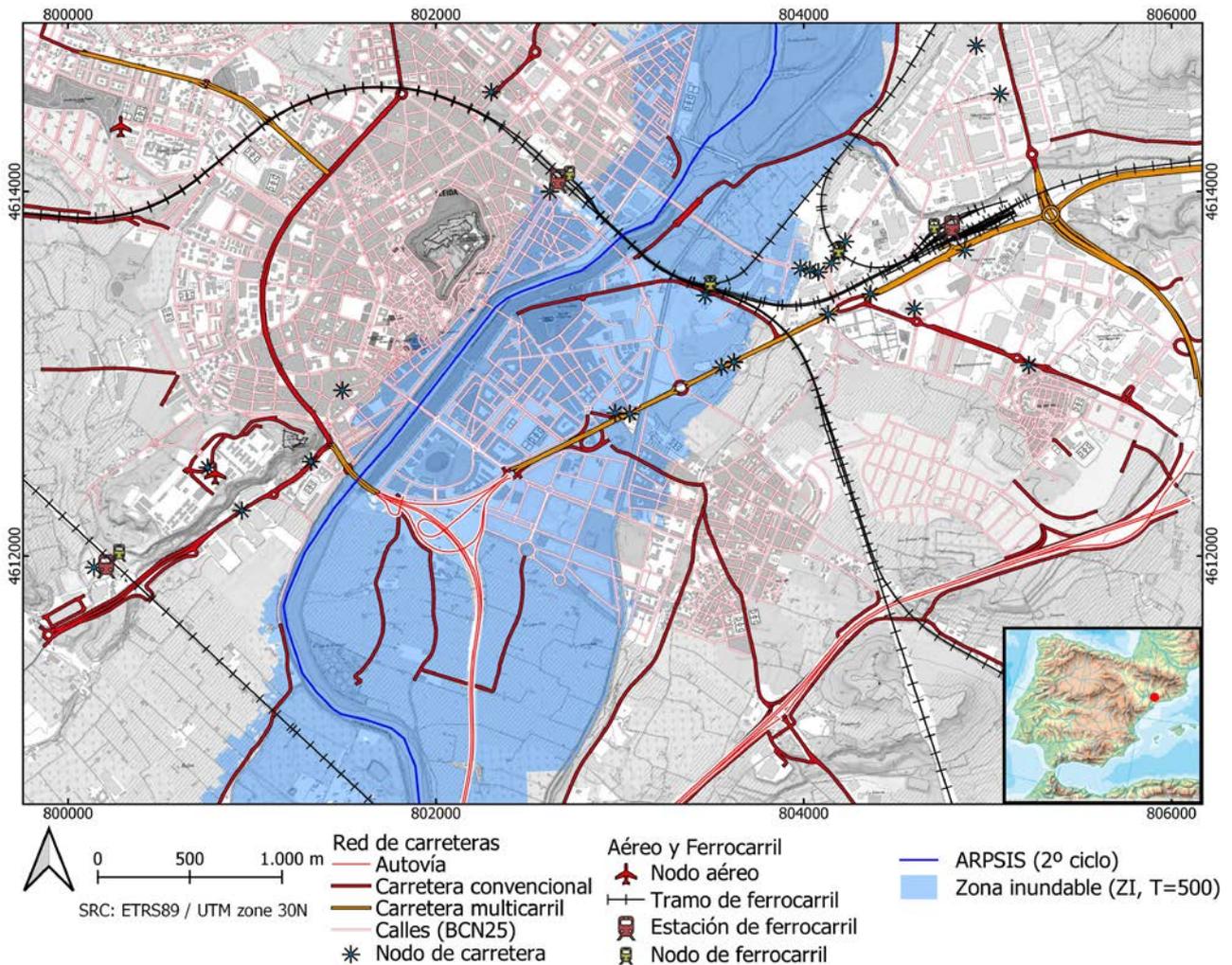


Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía del segundo ciclo del SNCZI (2021)

En el mapa de la Figura 6 se observa como la cartografía se limita a señalar la presencia de determinadas actividades incluidas en el anexo I de la Directiva 96/61/CE sin entrar a valorar las características o condiciones que pueden hacer a cada una de ellas más o menos susceptibles. Como mucho, cada elemento posee un atributo que indica el grado de afección sufrido por el mismo en el caso de que se produjese la inundación. Siendo los grados posibles "LEVE", "GRAVE" y "MUY GRAVE".

Por último, se incluye la Figura 7 donde se ha superpuesto la cartografía de las Redes de Transporte y las calles urbanas de la Base Cartográfica Numérica a escala 1:25 000, ambas del IGN, a la lámina de inundación correspondiente a un periodo de retorno de 500 años en la ciudad de Lleida.

Figura 7. Mapa de exposición de los puntos de las redes de transporte al riesgo de inundación en la ciudad de Lleida y alrededores



Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía de Redes de Transporte y las calles urbanas de la Base Cartográfica Numérica a escala 1: 25 000 del Instituto Geográfico Nacional (2021)

De la Figura 7 se puede deducir el grado de exposición al riesgo de inundación de los distintos tipos de infraestructuras de comunicación (aérea, por cable, por ferrocarril, marítima, fluvial y por carretera). Sin embargo, poco o nada se ha estudiado la vulnerabilidad de estas infraestructuras ni la vulnerabilidad inducida por su mal funcionamiento a la población a la que debería de dar servicio en caso de emergencia.

Como se ha demostrado, la vulnerabilidad es la componente del riesgo que sigue planteando más retos para su caracterización a pesar de representar un paso crucial para evaluar adecuadamente el riesgo de inundación (UNDRR, 2017). El concepto de vulnerabilidad ha sido utilizado por distintas disciplinas que han conceptualizado el término de diferente manera y que han condicionado las múltiples formas de análisis y medición. De este modo, la operativización

de la vulnerabilidad resulta mucho más difícil que la del resto de componentes; por un lado las diferentes interpretaciones que existen todavía sobre el concepto de vulnerabilidad, muy dependientes del contexto, se traducen en una dispersión metodológica que resulta en cartografías que utilizan diferentes variables, índices e indicadores y dificultan el establecimiento de estándares para su medición (Birkmann et al., 2021); por otro, existe una incoherencia espacial entre los límites administrativos (artificiales) para los que se analiza la vulnerabilidad y los límites de peligrosidad determinados por la extensión de la lámina de agua que pueden falsear o incluso invalidar la cartografía elaborada (Perles et al., 2017). Además, las variables necesarias para su caracterización son mucho más dinámicas y por tanto más difíciles de medir.

En los campos de la investigación sobre adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres se han encontrado divergencias basadas en enfoques que no habían tratado de establecer conexiones entre ambos campos de conocimiento (Giupponi & Biscaro, 2015). El informe del IPCC (2012), que involucró a autores de ambas comunidades fue clave para proponer soluciones para converger en una definición común de vulnerabilidad, reconociendo que abarca una variedad de conceptos y elementos, incluida la sensibilidad o susceptibilidad al daño y falta de capacidad para hacer frente y adaptarse. Se establece por tanto la vulnerabilidad como uno de los elementos de la noción de riesgo (IPCC, 2012, 2014; UNDRR, 2017). Desde este enfoque, y en lo que respecta a las inundaciones, el término vulnerabilidad se refiere a las condiciones y características de las personas y los elementos expuestos a la inundación que les hacen más susceptibles a sufrir daños y está determinada por factores y procesos físicos, sociales, económicos y administrativos (Manrique et al., 2017).

Existe un consenso científico generalizado sobre el carácter multidimensional de la vulnerabilidad (Birkmann et al., 2021). La cartografía de vulnerabilidad ha experimentado importantes avances desde las propuestas basadas en la mera valoración de los daños de los elementos expuestos cuyo máximo exponente en Europa es la citada Directiva 2007/60 hasta los mapas de modelización de vulnerabilidad, que incluyen aspectos sociales (edad, género, raza, educación, percepción del riesgo, dependencia...), físicos (características de edificios, infraestructuras de comunicación...), económicos (nivel de ingresos, empleo, seguros...), institucionales (sistemas de alerta temprana, planificación territorial, planes de emergencia, capacidad de adaptación...) y ecológicos (especies y zonas protegidas...). En España se han ensayado diferentes propuestas metodológicas de evaluación de vulnerabilidad que abarcan sus diferentes dimensiones. Cabe destacar los trabajos de Manrique et al. (2019), en el que se propone una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad en edificios; Pérez Morales,

Gil Guirado y Quesada (2021), que adaptan por primera vez en España y en referencia al riesgo de inundación el *Social Vulnerability Index* (SOVI) desarrollado por Cutter et al. (2000) en el que se utilizan diferentes variables sociodemográficas a detalle de sección censal en el litoral de la Región de Murcia y Comunidad Valenciana; Perles, Sortino y Cantarero (2017), que proponen un catálogo cartográfico de vulnerabilidad a escala intra-municipal mediante el empleo de fuentes de datos accesibles y en abierto para la Comunidad Autónoma de Andalucía. Sin embargo, estos avances todavía no se han incorporado a las cartografías oficiales de riesgo de inundación.

La legislación básica del Estado español (RD 638/2016, que modifica el RDPH) hace continuas referencias a que las administraciones competentes fomenten la adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección (artículo 1, Tres, Cuatro y Ocho). El problema es que en este texto no se indica claramente cuáles son las administraciones con competencias en cada uno de los aspectos a los que puede hacer referencia la vulnerabilidad. Los requerimientos de la normativa en materia de vulnerabilidad son muy laxos y poco exigentes. En definitiva, en comparación con la precisión con la que se atiende a los parámetros de peligrosidad, la Directiva 60/2007 no establece un procedimiento en relación con la vulnerabilidad, por lo que en la práctica y en el mejor de los casos, cada administración utiliza la metodología que mejor considera o se adecua a su situación (Perles et al., 2017, 2018).

5 Análisis de aplicación. Caracterización del riesgo de inundación en la ordenación del territorio

En primer lugar, se ha analizado la legislación básica de referencia en ordenación del territorio para las CCAA seleccionadas. El objetivo de este primer análisis es conocer cuáles son los instrumentos de ordenación del territorio de cada una de ellas y cómo abordan (si lo hacen) el riesgo de inundación. Una vez analizada la legislación básica, se ha realizado un análisis sobre el tratamiento y caracterización del riesgo en los principales instrumentos de ordenación del territorio y de los instrumentos sectoriales con incidencia en la ordenación del territorio que guardan relación con la caracterización y gestión del riesgo de inundación.

5.1 Comunidad Autónoma de Andalucía¹²

La Ley 1/1994¹³ de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía establece en su artículo 5 que la ordenación territorial se basa en los siguientes instrumentos: Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), el Plan de Protección del Corredor Litoral y los planes de OT de ámbito subregional, que en todo caso se ajustarán y desarrollarán en el ámbito de sus competencias las directrices establecidas en el POTA. La Ley 1/1994 determina que entre los contenidos del POTA debe figurar la indicación de las zonas con riesgos catastróficos y la definición de los criterios territoriales de actuación para su prevención (Artículo 7.1).

En Andalucía se ha analizado el POTA (2006), que es el marco de referencia territorial para los demás planes regulados por Ley de Ordenación del Territorio de Andalucía (1994) y para las actuaciones con incidencia en la ordenación del territorio y el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces (PPAI) (2002) catalogado como plan con incidencia territorial según lo determinado por el artículo 5.2 y Anexo de la Ley 1/1994.

12 El 3 de diciembre de 2021, la Junta de Andalucía aprobó la Ley 7/2021, de 1 de diciembre, de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía, que actualiza las disposiciones en materia de ordenación del territorio y urbanismo en la comunidad autónoma. Esta Ley aprobada tras la aceptación de este artículo necesita todavía un desarrollo reglamentario para su aplicación por lo que no ha sido incluida en el análisis al no interferir en el momento actual en los documentos analizados.

13 Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía. «BOJA» núm. 8, de 22/01/1994, BOE núm. 34, de 09/02/1994. <https://www.boe.es/eli/es-an/1/1994/01/11/1/con>

Tabla 3. Documentos de OT analizados para el tratamiento y la caracterización del riesgo de inundación en Andalucía

Documento de OT	Caracterización del riesgo de inundación	Cartografía de riesgo de inundación
POTA (2006)	No se incluye una definición del riesgo de inundación. No incluye tampoco alusiones a los conceptos de riesgo, peligrosidad o vulnerabilidad. Identifica las inundaciones como uno de los principales riesgos de Andalucía y establece una serie de criterios territoriales ante el riesgo de inundaciones en el marco de desarrollo del Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces, y de la legislación sectorial.	El plan preveía, en coordinación con Protección Civil, un programa de cartografía temática a la escala adecuada y de estudios de referencia, para orientar el tratamiento y la prevención del riesgo de inundación. Nunca se llegó a ejecutar. El POTA no incorpora cartografía temática sobre el riesgo de inundación.
PPAI (2002)	Identifica los puntos de riesgo en todas las poblaciones andaluzas como las zonas de terreno que se ven cubiertas por las aguas durante las avenidas o periodos de lluvias intensas. No incluye definiciones sobre los conceptos de riesgo, peligrosidad, exposición o vulnerabilidad.	Se incluye cartografía propia: 1. Mapa de caracterización del riesgo por término municipal diferenciando 4 niveles de riesgo (A, B, C y D). 2. Mapa de caracterización del riesgo por núcleo de población. La cartografía aparece en PDF (Anejo IV), sin escala. Se acompaña de una lista donde se señalan los puntos de riesgo (núcleos urbanos, municipios y nivel de riesgo: A, B, C o D).
PGOU (Sevilla) (2006)	Dedica un apartado en las normas urbanísticas a la ordenación de terrenos inundables (Art. 9.3.4, pág. 141). Realiza una limitación de usos del suelo según su peligrosidad (bien señalada en los planos de información) en función de la frecuencia, la velocidad y el calado de la inundación.	Los planos de información incluyen un mapa de procesos y riesgos donde se cartografían los terrenos inundables según su peligrosidad (distingue tres niveles). En los planos de ordenación, en el de Clasificación del suelo no urbanizable. Categorías. Protección, a escala 1:20 000, se tiene la categoría de suelo no urbanizable "Vegas inundables del Guadalquivir"

Fuente: elaboración propia

El POTA incorpora entre sus estrategias territoriales el Sistema Regional de Protección del Territorio (capítulo 3). Este incluye un sistema de protección de riesgos (sección 1), donde se establece la necesidad de incorporar los riesgos en la ordenación de usos a todos los niveles mediante la identificación de las zonas de riesgo a través de cartografía específica y a escala

adecuada. Además, el POTA identifica el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces (2002), como referencia para la caracterización del riesgo de inundación en Andalucía, a la hora de establecer las limitaciones en los usos del suelo y la ordenación territorial. Para ello, el PPAI define tres categorías en función del período de retorno de la inundación ($T=50$, 100 y 500). Con posterioridad se han aprobado los Planes de Gestión de Riesgo de Inundación (PRGI) de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias del Segura, Guadiana y Guadalquivir que afectan a territorios dentro de Andalucía por lo que según lo dispuesto en el RD 903/2010, estos pasarían a sustituir al PPAI como herramienta de caracterización del riesgo de inundación en Andalucía y por tanto, a ser la referencia para la ordenación del territorio. Los PGRI de las demarcaciones intracomunitarias de (Cuencas Mediterráneas Andaluzas, Tinto-Odiel-Piedras y Guadalete-Barbate) han sido anulados por sentencias del Tribunal Supremo de 8 y 11 de abril de 2019 y de 5 y 11 de julio de 2019. Por tanto, estos territorios carecen de una referencia básica oficial para la caracterización del riesgo de inundación de acuerdo con lo establecido en el RD 903/2010, que pueda ser integrada en la ordenación del territorio. El PPAI también es la referencia básica para la caracterización del riesgo de inundación en el Plan de Emergencia ante el riesgo de inundación en Andalucía. A pesar de que, como establece el Capítulo V, Artículo 15.2 del R.D 903/2010, los planes de protección civil existentes deben incluir los mapas de peligrosidad y riesgo, y adaptarse al contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones hidrográficas.

En la escala municipal se ha analizado el PGOU de Sevilla (2006). La documentación de este plan presenta la peculiaridad de que en la fecha de consulta (septiembre de 2021) no están disponibles para su descarga las memorias del mismo (justificativa, de información, de ordenación y de participación) por lo que en algunos casos es imposible conocer el tratamiento que se hace de los elementos constitutivos del riesgo de inundación. Este PGOU considera ZI los terrenos que alcanzarían las aguas para un periodo de retorno de 500 años. Sin embargo, en sus normas urbanísticas (Artículo 9.3.4. Ordenación de terrenos inundables) diferencia tres tipos de limitaciones a la ocupación del espacio en función del periodo de retorno. En terrenos inundables $T=50$ no se permite edificación o instalación alguna, en ningún caso permanente y solo por razones de interés público, ocasionalmente, instalaciones temporales. En terrenos inundables con $50 < T < 100$ años, dependiendo del calado de la lámina de agua y de su velocidad, establece limitaciones más o menos severas a la ocupación del espacio. Cuando los terrenos están en lugares con $100 < T < 500$ años, la limitación se reduce a la instalación de

industrias contaminantes o con riesgo inherente de accidentes graves. Respecto a la clasificación del suelo, las normas urbanísticas señalan como Suelo No Urbanizable de Preservación del Carácter Natural o Rural los terrenos que presenten cualquier tipo de riesgo natural, entre otros.

Con respecto a la cartografía, el PGOU de Sevilla en sus planos de información incluye el plano Procesos y riesgos (il.6) a escala 1:30 000 donde aparecen los terrenos de inundación fluvial clasificados en tres niveles según su peligrosidad (suponemos que atendiendo a la frecuencia, la velocidad y el calado de la inundación, ya que estas son las tres variables que se manejan en las normas urbanísticas).

5.2 Comunidad Valenciana

La Ley 5/2014¹⁴ de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana es el marco legal de referencia en la Comunidad Valenciana. En su artículo 14 diferencia entre varios tipos de instrumentos de ordenación: de planeamiento urbanístico y territorial de ámbito supramunicipal. Esta ley incluye entre las funciones de la infraestructura verde evitar los procesos de implantación urbana en los suelos sometidos a riesgos naturales e inducidos y forman por tanto parte de esta infraestructura verde las zonas críticas por la posible incidencia de riesgos naturales que estén delimitados y caracterizados por la normativa de desarrollo de la presente ley, por la ETCV o por los instrumentos que la desarrollen. Además, establece en su artículo 9 que la planificación territorial y urbanística, en el marco de una gestión sostenible, racional e integral de los recursos hídricos evitará los nuevos desarrollos en las zonas de riesgo de inundación significativo, salvo que, a falta de alternativas de localización, puedan implementarse medidas correctoras suficientes y se evite el incremento del riesgo de inundación a terceros. Se declara suelo no urbanizable el suelo rural protegido por riesgos (ZRP-RI) para aquellos terrenos en los que esté acreditada la presencia de un importante riesgo de inundaciones (Art. 26).

14 Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana. BOE núm. 231, de 23 de septiembre de 2014. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2014/BOE-A-2014-9625-consolidado.pdf>

Tabla 4. Documentos de OT analizados para el tratamiento y la caracterización del riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana

Documento de OT	Caracterización del riesgo de inundación	Cartografía de riesgo de inundación
ETCV (2011)	Incluye un capítulo dedicado a los riesgos naturales. Define el riesgo como producto de la combinación de peligrosidad y vulnerabilidad.	No incluye cartografía propia del riesgo de inundación, pero alude a PATRICOVA como herramienta para la generación de cartografía del riesgo.
PATRICOVA (2015)	Incluye las determinaciones de la Directiva 60/2007 y del SNCZI para la caracterización del riesgo. Incorpora el concepto de "Peligrosidad" (definida como la probabilidad de ocurrencia de una inundación, dentro de un período de tiempo determinado y en un área dada). Incorpora los métodos geomorfológicos para la determinación de las ZI y mantiene el uso adicional de la magnitud de la inundación como una variable importante para caracterizar la peligrosidad, que queda definida en función de diferentes combinaciones de periodo de retorno y magnitud según el calado de la inundación. Considera la vulnerabilidad como una de las variables fundamentales para la determinación del riesgo y la define como la variable que cuantifica el valor de los daños producidos por una inundación.	Planos de peligrosidad de inundación: 6 niveles de riesgo en función de la frecuencia y el calado y 1 nivel de peligrosidad geomorfológica. Planos de riesgo: 5 niveles de riesgo de inundación (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo). No incluye cartografía de vulnerabilidad, pero la considera para determinar el riesgo. Cuenta con un visor cartográfico propio, adaptable a escala 1:2000.
PGOU (Orihuela) (1986)	No se caracteriza el riesgo de inundación ni se hacen alusiones a este riesgo en los distintos documentos del plan.	No se incluye cartografía de riesgos (tampoco de riesgo de inundación).

Fuente: elaboración propia

El documento de referencia en la ordenación territorial es la ETCV (2011). La ETCV tiene entre sus objetivos la minimización de riesgos naturales e inducidos. Sobre el riesgo de inundación identifica la C. Valenciana como el espacio geográfico español con mayor riesgo de inundaciones en virtud de la amplia frecuencia de aparición de episodios de lluvias torrenciales y de la ocupación histórica de territorios vulnerables, destaca el potencial de la cartografía de peligro y vulnerabilidad como documento de acreditación legal del riesgo; y plantea que dicha cartografía debe formar parte de los contenidos de los planes de ordenación urbana y territorial. Para la caracterización del riesgo de inundación, la ETCV hace referencia al Plan de Acción

Territorial de prevención contra el riesgo de inundación (PATRICOVA) (2003, actualizado en 2015).

A pesar de que PATRICOVA incluye cartografía de peligrosidad y riesgo, en la normativa donde se establecen las limitaciones a los usos del suelo que deberán ser recogidos por los PGOU, se remite al nivel de peligrosidad y no de riesgo. Como ya se ha mencionado, es también destacable el papel del Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral (PATIVEL), plan sectorial de ámbito regional con incidencia en la ordenación del territorio. El PATIVEL incorpora el tratamiento de los riesgos naturales como parte importante de la Red de Infraestructura Verde en el litoral que, entre otras cosas, tiene como objetivo mitigar los efectos del cambio climático y minimizar los efectos de los riesgos naturales, singularmente de las inundaciones. El objetivo es que la gestión de los suelos con valores naturales, paisajísticos y culturales contribuya a la mitigación de los riesgos. Para la caracterización del riesgo de inundación utiliza la cartografía generada por PATRICOVA e incluye, dentro de la categoría de mayor protección ambiental entre las que zonifica su ámbito territorial, a aquellos suelos con riesgo de inundación de acuerdo con este.

Por su parte, el PGOU de Orihuela (1986) no incluye alusión alguna al riesgo de inundación (ni al resto de riesgos naturales) y por tanto tampoco incluye cartografía del riesgo de inundación. Hay que señalar que existe actualmente un PGOU en desarrollo desde el año 2012 para el municipio de Orihuela que sí considera el riesgo de inundación, para cuya caracterización utiliza la información de PATRICOVA para la delimitación del riesgo y presenta un plano de riesgos hidrológicos, a escala 1:50 000, en el que facilita información sobre el riesgo de inundación (en función de la peligrosidad establecida en PATRICOVA) junto con el riesgo de contaminación de acuíferos.

5.3 Comunidad Autónoma de Cataluña

En Cataluña, la Ley 23/1983, de Política Territorial,¹⁵ establece en su artículo 11 que los instrumentos de ordenación territorial son: El Plan Territorial General, los planes territoriales parciales, los planes sectoriales y los planes de ordenación urbanística. Esta ley no incluye ninguna alusión a los riesgos naturales ni en el texto original ni en sus sucesivas modificaciones (última modificación: 29 de febrero de 2012).

15 Ley 23/1983, de 21 de noviembre, de política Territorial. DOGC núm. 385, de 30/11/1983, BOE núm. 18, de 21/01/1984. <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/1983/11/21/23/con>

El Plan Territorial General de Cataluña (1995) es la figura de rango superior del sistema de planificación territorial y marco de coherencia y de orientación para el resto de las figuras del sistema de planificación (planes territoriales parciales y sectoriales y la ordenación urbanística). Además, se ha analizado el Plan especial de emergencias para inundaciones del año 2015 (INUNCAT), elaborado por Protección Civil.

El Plan Territorial General de Cataluña no incluye alusiones a los riesgos naturales, ni en la información que ofrece sobre el diagnóstico del territorio ni entre los objetivos y líneas estratégicas que deben guiar la ordenación territorio en la CCAA. Por su parte, el Plan especial de emergencias por riesgo de inundación de Cataluña (INUNCAT, 2015) realiza una caracterización del riesgo de inundación como resultado de la combinación de peligrosidad y vulnerabilidad. El plan no hace referencia al SNCZI, sino que utiliza los criterios establecidos por la Directriz Básica de Protección Civil para caracterizar el riesgo. Para caracterizar las ZI tiene en cuenta la frecuencia de las inundaciones (T=50, 100 y 500 años), la gravedad de afectación (daños graves, impacto, daños significativos y daños pequeños) y el tipo de elementos vulnerables afectados (daños económicos, habitantes y kilómetros de vías de transporte inundables).

El POUM de Lleida incluye el riesgo de inundación como un filtro transversal que condiciona los usos, las actividades o su intensidad, y que se superponen a los componentes de calificación del suelo. Los suelos afectados por riesgo de inundación se califican como suelos de protección territorial (aquellos que sin alcanzar el grado de valores naturales y ambientales que tienen los suelos de protección especial, conviene preservar por la existencia de riesgos naturales, entre otros motivos). Estos suelos quedan declarados como no urbanizables de forma indefinida, en tanto que haya otras alternativas de suelo de menor valor o más adecuadas. El artículo 41 de la normativa urbanística del POUM desarrolla las acciones, medidas y limitaciones del uso del suelo en ZI e incluye una serie de medidas de protección para los suelos urbanos que se encuentren en ZI según T=500 o en Zona de Flujo Preferente. Algunas de estas medidas están muy relacionadas, sin nombrarla, con la reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones (contratación de seguros, maximizar la superficie cerrada de la planta baja, instalación de válvulas de autodrenajes, etc.). Este plan incluye un estudio de inundabilidad en el Estudio Ambiental Estratégico.

Tabla 5. Documentos de OT analizados para el tratamiento y la caracterización del riesgo de inundación en Cataluña

Documento de OT	Caracterización del riesgo de inundación	Cartografía de riesgo de inundación
Plan Territorial General (1995)	El plan no incluye entre sus objetivos y líneas estrategias (territorio, calidad de vida y economía) los riesgos naturales.	El plan no incluye entre su catálogo cartográfico ningún mapa ni alusión a los riesgos naturales en general ni al riesgo de inundación en particular.
INUNCAT (2015)	<p>Caracteriza el riesgo en función de peligro y vulnerabilidad (definida como el grado estimado de daño o pérdida de un elemento o grupo de elementos expuestos en la ocurrencia de un fenómeno de una determinada magnitud e intensidad).</p> <p>La caracterización de la vulnerabilidad se realiza en función de: la valoración de pérdidas; la estimación de la población ubicada en ZI; y la estimación de los km de vías de comunicación susceptibles a ser inundados</p>	El plan incluye cartografía que caracteriza cada municipio en función de la peligrosidad, de la vulnerabilidad (daños monetarios, número de personas ubicadas en área inundable y km de vías inundables por municipio con calados superiores a 0.3 metros) y del riesgo de inundación (municipios con riesgo muy alto, alto, medio, moderado y bajo).
POUM (Lleida) (2018)	<p>El POUM incluye un estudio de inundabilidad en el Estudio Ambiental Estratégico.</p> <p>El artículo 41 de la normativa del POUM se dedica a la gestión del riesgo de inundación. En él se establecen las limitaciones de usos del suelo para ZI, que deberán ser identificadas en los planos de ordenación y que incluyen las zonas de flujo preferente y las zonas inundables con T=500.</p> <p>Por tanto, el riesgo se considera en función de la peligrosidad.</p>	<p>El POUM incluye entre sus planos de ordenación, un plano de riesgos en el que incluye las zonas de flujo preferente y las ZI (T=500 años).</p> <p>Este es el plano al que hace referencia el artículo 41 de la normativa para determinar las acciones, medidas y limitaciones en función de la calificación del suelo en dichas zonas.</p> <p>Escala: 1:5000 (impreso 420x445 mm).</p> <p>Escala: 1:25 000 (impreso 841x891 mm).</p> <p>El Estudio Ambiental Estratégico incluye un mapa de inundabilidad donde se representa la peligrosidad en función de T=5, 50, 100 y 500 años y los puntos negros identificados por INUNCAT (2015).</p>

Fuente: elaboración propia

5.4 Región de Murcia

En la Región de Murcia la Ley 13/2015¹⁶ de ordenación territorial y urbanística de la Región de Murcia es la referencia legislativa para la ordenación territorial. En su artículo 20 establece que la ordenación territorial se aplicará a través de los siguientes instrumentos: las Directrices de Ordenación Territorial, los Planes de Ordenación Territorial y los Programas de Actuación Territorial. Además, establece como instrumentos excepcionales de ordenación del territorio las

¹⁶ Ley 13/2015, de 30 de marzo, de ordenación territorial y urbanística de la Región de Murcia. BOE núm. 104, de 1 de mayo de 2015, páginas 38087 a 38213 (127 págs.). <https://www.boe.es/eli/es-mc/l/2015/03/30/13>

Actuaciones de Interés Regional. En relación con la consideración del riesgo, la Ley 13/2015 establece que los Planes de Ordenación Territorial contendrán la delimitación y justificación de las zonas de riesgo de inundación, así como el régimen de usos asociados a dichos riesgos (Art. 26). Establece además que será suelo no urbanizable de protección específica aquel que debe preservarse del proceso urbanizador, por estar sujeto a algún régimen específico de protección incompatible con su transformación urbanística, de conformidad con los instrumentos de ordenación territorial, de ordenación de recursos naturales y la legislación sectorial específica para la prevención de riesgos naturales o acreditados (Art. 83).

En la Región de Murcia existen dos áreas de fuerte concentración de la población en ZI. La primera de ellas es la Vega media del Segura (la cual incluye al municipio de Murcia), que según el SNCZI albergaba en 2011 a unas 321 336 personas en ZI. La segunda es el área del litoral con unos 114 083 habitantes en ZI en 2011. Solo esta última tiene vigente unas directrices y plan de ordenación del territorio, el resto de planes y directrices de ordenación del territorio vigentes en la Región de Murcia abarcan territorios con muy poca población en ZI (Noroeste, Altiplano y Río Mula, Vega Alta y Oriental). No es que la exposición de la población al riesgo de inundación sea inexistente, pero es ínfima en comparación a la de la Vega media del Segura y a la del litoral de la Región de Murcia. Por ello, para la Región de Murcia se han analizado las Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia (2004), en adelante DyPOTL, las cuales según la Ley del Suelo de la Región de Murcia vigente cuando se aprobó (Ley 1/2001, de 24 de abril, del Suelo de la Región de Murcia) constituían uno de los instrumentos ordinarios de ordenación del territorio. Según el decreto por el que se aprobaron (Decreto n.º 57/2004, de 18 de junio, por el que se aprobaron las Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia) el objeto de las mismas era la consecución de un nuevo modelo territorial basado en el desarrollo social, la eficiencia económica y la puesta en valor de los recursos naturales. Se supone que este plan debería haber garantizado la adecuada conservación de su ámbito territorial para las generaciones futuras en el marco de un modelo de desarrollo sostenible. También se analiza el Decreto número 258/2007, de 13 de julio, por el que se establece el contenido y procedimiento de los estudios de inundabilidad en el ámbito del Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia, el cual tiene como principal objetivo la modificación de la delimitación del Suelo de Protección de Cauces de las DyPOTL.

Tabla 6. Documentos de OT analizados para el tratamiento y la caracterización del riesgo de inundación en la Región de Murcia

Documento de OT	Caracterización del riesgo de inundación	Cartografía de riesgo de inundación
DyPOTL (2004)	No se incluye una definición del riesgo de inundación. No incluye tampoco alusiones a los conceptos de peligrosidad o vulnerabilidad. Crea un tipo de suelo protegido del proceso urbanizador llamado "Suelo de Protección de Cauces" que consiste en una franja de 100 m a ambos lados de los cauces excluyendo los suelos urbanos y urbanizables sectorizados que tengan dicha clasificación a la entrada en vigor del instrumento	No incorpora cartografía de riesgo de inundación, pero sí incorpora cartografía de escala suficiente que delimita el "Suelo de Protección de Cauces" (franja de 100 m a ambos lados de los cauces).
Decreto 258/2007 de contenido y procedimiento de los estudios de inundabilidad de las DyPOTL (2007)	Es una guía técnica muy detallada y bien documentada para caracterizar la peligrosidad. Define el riesgo de inundación como la combinación de frecuencia y magnitud de las inundaciones que se pueden producir en un lugar determinado. Por ello confunde el riesgo de inundación con el peligro de inundación.	No incluye cartografía propia, ya que el objetivo del documento es que los interesados en modificar la delimitación del "Suelo de Protección de Cauces" (de oficio o a instancia de parte) lleven a cabo un estudio de inundabilidad y generen su propia cartografía la cual modificaría las DyPOTL y sería incorporada a las mismas.
PGMO Murcia (2001, a reserva de subsanación de deficiencias con Texto Refundido de diciembre de 2012)	No se caracteriza el riesgo de inundación. Solo aparece un artículo "9.2.1. Protección de cauces" donde remite al III Reglamento de Policía de Aguas (término preconstitucional que hace referencia a lo que en la actualidad se conoce como Reglamento de Dominio Público Hidráulico)	El instrumento no incluye cartografía específica de riesgos (ni de riesgo de inundación). Incluye planos (en realidad son mapas) de: estructura general y orgánica del territorio, a escalas 1:50 000, 1:25 000 y 1:10 000, por un lado y de ordenación pormenorizada a escala 1:2000, por otro

Fuente: elaboración propia

Las DyPOTL no otorgan una importancia preponderante los riesgos de inundación. En la memoria del documento sólo se dedican dos párrafos escuetos a justificar la creación de una figura llamada "Suelo de Protección de Cauces" delimitada en la cartografía que acompaña al documento como una banda de 100 m a ambos lados de los cauces (página 41 de la memoria). Con respecto a los riesgos de inundación solo hace una referencia a que los cursos de agua del ámbito de las DyPOTL están formados en su totalidad por ramblas, las cuales están sometidas con cierta periodicidad a riesgos de inundación (lo que indica que se está hablando de algo que tiene que ver con desastres o catástrofes, pero no con los riesgos, ya que la situación de

riesgo es permanente, no periódica, en todo caso periódicas serían los desastres o las catástrofes ocasionadas por las inundaciones). La normativa de las DyPOTL (Decreto número 258/2007, de 13 de julio, por el que se establece el contenido y procedimiento de los estudios de inundabilidad en el ámbito del DyPOTL) también hace referencia a esta protección específica por riesgo de inundación y recoge en su artículo 24 la posibilidad de llevar a cabo un estudio de inundabilidad para, previa aprobación por el organismo competente en ordenación del territorio, modificar la extensión provisional del Suelo de Protección de Cauces. Con respecto a este decreto, es un texto legal que como anexos incluye una documentación técnica extensa y detallada que justifica el título del mismo. Este decreto es específico del riesgo por inundación por lo que cabría esperar un elevado rigor conceptual. En la exposición de motivos es contundente, indica que el riesgo por inundación es una prioridad para la administración regional y que su intención es minimizar los daños que las inundaciones vienen provocando en la Región de Murcia. No se entiende, de ser esto así, que solo atiende de forma muy extensa y detallada, eso sí, a la peligrosidad de las inundaciones y en ningún caso a la exposición y vulnerabilidad a las mismas. En este decreto se entiende por riesgo de inundación de un territorio “la combinación de frecuencia y magnitud de las inundaciones que se pueden producir en el mismo”, por lo que más que el riesgo de inundación está definiendo la peligrosidad de las inundaciones. Al tratar la zonificación de usos propone tres niveles de riesgo, pero en realidad se trata de tres niveles de peligrosidad ya que en todo momento utiliza como umbrales la frecuencia y el calado de la inundación. En todo el decreto no se ha encontrado ninguna referencia explícita a la exposición ni a la vulnerabilidad del territorio o de la sociedad que habita en el mismo. Desde la fecha de su promulgación (julio de 2007) se han aprobado dos estudios de inundabilidad, los cuales han reducido la extensión del “Suelo de Protección de Cauces” (ramblas del Beal y las Matildes, por un lado, y Rambla de los Lorentes, por otro).

Por último, el Plan General Municipal de Ordenación (PGMO, según Ley del Suelo de la Región de Murcia) ni en sus normas urbanísticas, ni en su cartografía hace referencia a una adecuación de usos del suelo específica del riesgo de inundación.

6 Discusión

Sin perder de vista la incertidumbre y el dinamismo de los procesos de riesgo, la caracterización del riesgo de inundación debe ser un proceso continuo y secuenciado. La caracterización adecuada de la peligrosidad es fundamental para poder determinar qué elementos y personas

están expuestos. Una vez que se hayan identificado con precisión los elementos expuestos se podrá caracterizar la vulnerabilidad de estos y, por tanto, obtener una adecuada caracterización del riesgo que permita guiar las estrategias de prevención, mitigación y adaptación.

En España la distribución de competencias y la ausencia de una ley estatal sobre riesgos genera que la gestión del riesgo de inundación se aborde desde diferentes administraciones que elaboran planificaciones territoriales y sectoriales a diferentes escalas y con diferentes objetivos. Esta situación resulta en una diversidad de legislaciones diferentes y un amplio número de documentos normativos e instrumentos de ordenación territorial que en ocasiones se duplican o se superponen y dificultan el establecimiento de una metodología común para el tratamiento y la caracterización del riesgo de inundación. Con la trasposición de la Directiva 60/2007 al ordenamiento jurídico español, se establece por primera vez una metodología común para la caracterización del riesgo de inundación, mediante elaboración de cartografía de peligrosidad y riesgo, que se incorpora en el SNCZI y al que el resto de las legislaciones sectoriales deben adaptarse, entre ellas la ordenación del territorio y los planes territoriales de protección civil.

El SNCZI es la referencia básica para la caracterización del riesgo de inundación que debe ser tomada en cuenta por los documentos e instrumentos de ordenación territorial a la hora de delimitar las ZI. Esta herramienta caracteriza la peligrosidad (a través de los mapas de peligrosidad) y el riesgo (a través de los mapas de riesgo). Estos mapas de riesgo son en realidad, mapas de exposición (población, actividades económicas, puntos de especial interés y áreas de importancia ambiental), tal y como se muestra en el apartado 4 (Tablas 1 y 2, Figuras 4 y 5). La cartografía oficial no incluye la componente de vulnerabilidad. En el mejor de los casos se limita a evaluar la vulnerabilidad económica de los usos de suelo, mediante una valoración de los daños económicos potenciales de las distintas actividades económicas. No se ajusta por tanto a la caracterización del riesgo que plantean los principales organismos internacionales involucrados en la gestión del riesgo (UNDRR, IPCC, EEA), que exigen que la caracterización de los riesgos incluya sus tres dimensiones (peligrosidad, exposición y vulnerabilidad).

Los resultados muestran como el tratamiento del riesgo recibe atención diferente en las distintas legislaciones autonómicas. Una primera observación que se extrae es la progresiva incorporación de los riesgos naturales en la legislación de ordenación del territorio a lo largo del tiempo. La legislación de Cataluña (Ley 23/1989), la más antigua de todas las analizadas (al margen de las sucesivas modificaciones que a cada una de ellas se les van haciendo), no considera los riesgos naturales, ni entre sus objetivos y criterios ni entre los instrumentos de

ordenación territorial que propone. La Ley 1/1994 de ordenación del territorio de Andalucía ya otorga un papel importante a la identificación del riesgo y al establecimiento de criterios territoriales en los instrumentos de ordenación del territorio como herramienta para la prevención. Las leyes de la Comunidad Valenciana (Ley 5/2014 de OT, Urbanismo y Paisaje) y de la Región de Murcia (Ley 13/2015 de OT y urbanística), aprobadas con posterioridad ya incluyen las determinaciones del RD 903/2010 y determinan la declaración de las zonas de riesgo de inundación como suelo no urbanizable y el régimen de usos del suelo asociado a dichas zonas. Ninguna de las legislaciones analizadas determina o hace referencia a cómo debe conceptualizarse el riesgo ni cómo debe abordarse la caracterización del mismo en los instrumentos a través de los cuales se desarrollan. Tampoco hay alusiones a la vulnerabilidad, ni a nivel conceptual ni a nivel operativo en ninguna de las leyes analizadas. En relación con los documentos de ordenación analizados también se observa un creciente tratamiento del riesgo en los documentos más recientes. Destaca el caso de la Comunidad Valenciana, donde la ETCV dedica un capítulo a los riesgos que caracteriza en función de la peligrosidad y la vulnerabilidad e incluye a través del PATRICOVA una cartografía de peligrosidad y riesgo a escalas adaptables a través de un visor cartográfico web. Lo mismo ocurre con los Planes Generales de Ordenación analizados, en los que se observa claramente cómo los planes de Orihuela (1986), Murcia (2001) no incluyen el riesgo de inundación, mientras que en los planes más recientes Sevilla (2006) y Lleida (2018) se incluye cartografía en los planos de información y ordenación. El plan de Lleida, además, incluye un estudio de inundabilidad y cartografía de ZI (peligrosidad). En relación al principio de jerarquía escalar, propio de la ordenación territorial, la insuficiente caracterización del riesgo en todas las escalas analizadas demuestra como este principio se incumple prácticamente de manera sistemática. Como también señalan Vargas, Olcina & Paneque (2022), no existe una integración efectiva de la cartografía de riesgo que partiendo de las cartografía elaborada a escalas superiores, en este caso, mediante el SNCZI, se detalle y concrete a las escalas inferiores de planificación. En este sentido, la integración de la vulnerabilidad es un elemento clave, pues la disponibilidad de información a escala de detalle sobre las diferentes dimensiones y variables de la vulnerabilidad (sociales, ambientales, económicas, físicas e institucionales) es cada vez mayor y más accesible, lo que permite la elaboración de cartografías muy detalladas a medida que se aumenta la escala. Un mejor y más preciso conocimiento de las características que determinan que un territorio sea más o menos vulnerable al riesgo de inundación, permite plantear estrategias de reducción del riesgo mucho más coherentes con las diferentes realidades territoriales.

Los resultados de las Tablas 1 y 2 y las Figuras 4 a 7 muestran ya un elevado grado de exposición tanto de personas como de actividades económicas en los municipios con ZI de las demarcaciones hidrográficas analizadas. Cuando el nivel de exposición es elevado, como en los cuatro municipios estudiados en este trabajo, y ante la poca capacidad de acción para reducir la peligrosidad natural de las inundaciones, las estrategias de reducción del riesgo deben priorizar las acciones encaminadas a reducir dicha exposición y/o la vulnerabilidad de los elementos y personas expuestas. Las medidas de reducción de exposición son fundamentalmente de reubicación de personas y bienes hacia zonas no inundables. Estas medidas, aunque más efectivas, son también las más controvertidas por las afecciones económicas y sociales que pueden generar. Por tanto, la reducción de la vulnerabilidad de los elementos y las personas expuestas se presenta como una alternativa menos costosa, en términos sociales y económicos. Indirectamente, es lo que propone el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación cuando indica en el artículo 1 que su objeto es “reducir las consecuencias negativas sobre la salud y la seguridad de las personas y de los bienes, así como sobre el medio ambiente, el patrimonio cultural, la actividad económica y las infraestructuras, asociadas a las inundaciones del territorio al que afecten”. En la misma línea argumental se encuentra la Modificación del Reglamento de Dominio Público Hidráulico cuando al incluir el “Artículo 14 bis. Limitaciones a los usos del suelo en la zona inundable” indica que para las edificaciones ya existentes “las administraciones competentes fomentarán la adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección, todo ello de acuerdo con lo establecido en la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil y la normativa de las comunidades autónomas”. Otra cuestión será el grado de cumplimiento de las administraciones competentes estén dando a este nuevo artículo del reglamento.

A pesar de esto, la mayoría de los mapas de riesgo utilizados en la planificación territorial son, de hecho, mapas de peligrosidad de inundación. A pesar de que el Real Decreto 903/2010 propone una serie de variables para incorporar la vulnerabilidad a los análisis de riesgo (número indicativo de habitantes, tipo de actividad económica, instalaciones industriales del anejo I de la Ley 16/2002, zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano, masas de agua recreativas y zonas para la protección de hábitats o especies), el Real Decreto no establece cómo valorar las diferentes variables a la hora de determinar las zonas con mayor vulnerabilidad, por lo que en el mejor de los casos cada administración utiliza la metodología que mejor considera. Los trabajos que han ensayado metodologías de vulnerabilidad en España (Manrique et al., 2017; Pérez Morales et al., 2021; Perles et al., 2017) demuestran la gran

cantidad de información accesible y de diferente naturaleza que podría ser de utilidad para integrar la caracterización de la vulnerabilidad y su incorporación en los documentos de ordenación territorial. Si bien es cierto que estos trabajos en el ámbito de sus respectivos objetivos y contextos abordan una amplia gama de variables e indicadores que, por número difícilmente podrían ser incluidos en las cartografías oficiales, sí podrían servir como punto de partida para la propuesta de un debate importante sobre la idoneidad y la dificultad de utilizar unos u otros y establecer un consenso de mínimos para su incorporación en el SNCZI sin perjuicio de que a otro nivel de detalle, estos se pudieran desarrollar en mayor profundidad.

7 Conclusiones

Mejorar el conocimiento y la caracterización de los diferentes componentes del riesgo es fundamental para emprender cualquier estrategia de prevención, mitigación y/o adaptación. En el caso concreto de las inundaciones, la ordenación del territorio es una herramienta básica para promover un uso del suelo coherente con la realidad geográfica objeto de ordenación que contribuya a reducir los riesgos. Sin embargo, el éxito de esta disciplina como medida no estructural del riesgo dependerá en gran medida de la efectiva consideración y caracterización del riesgo de inundación en los documentos de ordenación del territorio que se traduzca en cartografías oficiales a las diferentes escalas y que incluyan la vulnerabilidad como parte esencial del riesgo. Esta necesidad se hace más evidente a la luz de los resultados de las Tablas 1 y 2 y las Figuras 4, 5, 6 y 7 en las que se observa como el nivel de exposición ya es muy elevado y por tanto, las estrategias de caracterización y reducción de vulnerabilidad deben cobrar un protagonismo mucho mayor.

La Directiva 60/2007 de inundaciones supuso un impulso muy importante para mejorar la caracterización y cartografía del riesgo de inundación. La trasposición al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 903/2010 se plasmó en la creación SNCZI, base sobre la que se desarrollan las medidas de reducción del riesgo previstas en los correspondientes PGRI. Sin embargo, se observan dos incoherencias en las formulaciones que plantea esta directiva y su trasposición que se replican en la cartografía del SNCZI: por un lado, se propone un esquema conceptual en base a la peligrosidad y el riesgo, a diferencia de como lo hacen los principales organismos internacionales, que conceptualizan el riesgo en función de la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad (UNDRR, IPCC, EEA) y sobre el que existe un amplio consenso científico.

También se pone en evidencia como a pesar de los avances introducidos en la caracterización del riesgo de inundación y la paulatina incorporación del riesgo en los diferentes documentos de ordenación del territorio (sobre todo en el plano teórico y conceptual) estos todavía presentan una débil incorporación del riesgo en casi todas las escalas analizadas. Debilidad que se hace todavía más evidente en la consideración de la vulnerabilidad. Aunque se empieza a reconocer la vulnerabilidad a nivel conceptual en los instrumentos de ordenación territorial, especialmente en los sectoriales, en la práctica los planes no consideran esta dimensión a la hora de caracterizar el riesgo de inundación

Respecto a la incorporación efectiva de la vulnerabilidad en las cartografías oficiales y en los documentos de ordenación territorial, existen todavía grandes retos conceptuales y metodológicos. La propia naturaleza multidimensional de la vulnerabilidad complica el establecimiento de metodologías genéricas que puedan incluirse en el SNCZI que luego puedan trasladarse a los documentos de ordenación territorial. Los trabajos realizados, que abarcan algunas de las dimensiones de la vulnerabilidad deben servir de referencia para la generación de un debate que permita establecer un acuerdo de mínimos, basado en la disponibilidad de los datos y abarcable a diferentes escalas, para la efectiva incorporación de esta componente del riesgo, tan fundamental, para una adecuada caracterización del mismo.

La débil consideración, caracterización e incorporación del riesgo en los documentos de ordenación del territorio pone en evidencia la existencia de la dimensión de la vulnerabilidad institucional en el sentido en que la definen Papathoma-Köhle et al. (2021). Esta dimensión de la vulnerabilidad se entiende como la falta de capacidad de las instituciones para prevenir, mitigar y hacer frente a un evento natural peligroso y se relaciona en este caso, con el escaso aprovechamiento de la ordenación territorial como medida no estructural para la reducción del riesgo de desastre. Todo ello invita a seguir insistiendo en la necesidad de incorporar una adecuada caracterización del riesgo en la ordenación del territorio, y a continuar profundizando de forma específica en el debate sobre la incorporación efectiva de la evaluación de la vulnerabilidad en dicha caracterización. Debate que cuenta con un amplio consenso científico, y en el que es necesario incluir a las administraciones responsables y al resto de los agentes sociales involucrados.

Agradecimientos: Esta actividad ha sido cofinanciada por Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y por la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad, de la Junta de Andalucía, en marco del programa operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Objetivo

específico 1.2.3. “Fomento y generación de conocimiento frontera y de conocimiento orientado a los retos de la sociedad, desarrollo de tecnologías emergentes”) en marco del proyecto de investigación de referencia (UPO-1262782). Porcentaje de cofinanciación FEDER 80%. También ha sido cofinanciada por el proyecto Evaluación y mejora de Estimaciones de Precipitación desde Teledetección ante Eventos Extremos en Ramblas Mediterráneas: Aplicación en la Rambla del Albuñón. Ref.: 20820/PI/18. Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.

Declaración responsable: Las/os autoras/es declaran que no existe ningún conflicto de interés con relación a la publicación de este artículo. Las tareas se han distribuido de la siguiente manera: el artículo ha sido coordinado por J. Vargas. Los dos autores han participado en el planteamiento del artículo. El análisis normativo ha sido guiado por J. Vargas y revisado y completado por F. Cánovas. El análisis metodológico ha sido abordado por J. Vargas y completado por F. Cánovas, quien ha realizado también la cartografía y los análisis de exposición que se presentan en las tablas. El análisis de aplicación se ha distribuido de la siguiente manera: J. Vargas ha analizado el caso de Andalucía y F. Cánovas ha analizado el caso de la Región de Murcia. Ambos autores han trabajado en los casos de Comunidad Valenciana y Cataluña. Ambos autores han contribuido de igual forma en la discusión y las conclusiones.

Bibliografía

- Aerts, J.C.J.H., Botzen, W.J., Clarke, K.C., Cutter, S.L., Hall, J.W., Merz, B., Michel-Kerjan, E., Mysiak, J., Surminski, S., & Kunreuther, H. (2018). Integrating human behaviour dynamics into flood disaster risk assessment. *Nature Climate Change*, 8(3), 193-199. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0085-1>
- Agnihotri, A., Ohri, A., Gaur, S., & Das, N. (2019). Flood inundation mapping and monitoring using SAR data and its impact on Ramganga River in Ganga basin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(12), 760. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-019-7903-4>
- Ajjur, S., & Mogheir, Y. (2020). Flood hazard mapping using a multi-criteria decision analysis and GIS (case study Gaza Governorate, Palestine). *Arabian Journal of Geosciences*, 13(2), 44. <http://doi.org/10.1007/s12517-019-5024-6>
- Alfieri, L., Berny, B., Dottori, F., Naumann, G., de Roo, A., Salamon, P., Wyser, K., & Feyen, L. (2017). Global projections of river flood risk in a warmer world. *Earths future*, 5(2), 171-182. <http://doi.org/10.1002/2016EF000485>
- Banco Mundial (2021). Datos. <https://datos.bancomundial.org/>
- Birkmann, J., Jamshed, A., McMillan, J.M., Feldmeyer, D., Totin, E., Solecki, W., Ibrahim, Z.Z., Roberts, D., Rachel Bezner, R., Poertner, H.-O., Pelling, M., Djalante, R., Garschagen, M., Filho, W.L., Sapir, D.G., & Andrés Alegría, A. (2021). Understanding human vulnerability to climate change: A global perspective on index validation for adaptation planning. *Science of The Total Environment*, (803), 150065. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150065>
- Browder, G., Nunez, A., Jongman, B., Engle, N., Van Beek, E., Castera, M., & Hodgson S. (2021). *An EPIC Response: Innovative Governance for Flood and Drought Risk Management*. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35754>
- Caprario, J., & Finotti, A. (2019). Socio-technological tool for mapping susceptibility to urban flooding. *Journal of Hydrology*, (574), 152-1163. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.005>
- Chang, H. Pallathad, A., Sauer, J., kaajason, K., Grimm, N.B., Zimmerman, R., Cheng, C., Iwaniec, D.M., Kim, Y., Lloyd, R., McPhearson, T., Rosenzweig, Z., Troxler, T., Welty, C., Brenner, R., & Herreros-Cantis, P. (2019). Assessment of urban flood vulnerability using the social-ecological-technological systems framework in six US cities. *Sustainable Cities and Society*, (68), 102786. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102786>

- Consorcio de Compensación de Seguros (2020). *Estadística de riesgos extraordinarios. Serie 1971-2020*. Ministerio de asuntos económicos y transformación digital. Gobierno de España. https://www.conorseguros.es/web/documents/10184/44193/Estadistica_Riesgos_Extraordinarios_1971_2014/14ca6778-2081-4060-a86d-728d9a17c522
- Cutter, S. (2017). The Changing Context of Hazard Extremes: Events, Impacts, and Consequences. *Journal of Extreme Events*, 3(2), 1671005. <http://doi.org/10.1142/S2345737616710056>
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T., & Scott, M.S. (2000). Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4), 713-737. <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00219>
- Darabi, H., Choubin, B., Rahamati, O., Torabi, A., Pradhan, B., & Kløve, B. (2019). Urban flood risk mapping using the GARP and QUEST models: A comparative study of machine learning techniques. *Journal of Hydrology*, (569), 142-154. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.12.002>
- De Moel, H., Alphen, J., & Aerts, J. C. (2009). Flood maps in Europe – methods, availability, and use. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(2), 289-301. <http://doi.org/10.5194/nhess-9-289-2009>
- Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2020). *Anuario estadístico del Ministerio del Interior 2019*. Ministerio del Interior, Gobierno de España. <http://www.interior.gob.es/documents/642317/1204854/Anuario+Estad%C3%ADstico+del+Ministerio+del+Interior+2019/81537fe0-6aef-437a-8aac-81f1bf83af1a>
- Eini, M., Seyed, H., Rashidian, S., & Hedeyat, H. (2020). Hazard and vulnerability in urban flood risk mapping: Machine learning techniques and considering the role of urban districts. *Journal of Disaster Risk Reduction*, (50), 101687. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101687>
- European Environmental Agency (2016). *Urban adaptation to climate change in Europe 2016. Transforming cities in a changing climate* (EEA Report 12/2016). European Environment Agency. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-2016>
- European Environmental Agency (2017). *Climate change impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report* (EEA Report 1/2017). European Environment Agency.

Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>

Gallegos, A., & Perles, M.J. (2020). Metodología para el análisis integrado de peligros asociados a la inundación: propuesta adaptada a la ordenación territorial en regiones mediterráneas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (86). <https://doi.org/10.21138/bage.2950>

Gil, A., & Olcina, J. (2021). *Tratado de climatología* (2ª ed.). Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Giupponi, C. & Biscaro, C. (2015). Vulnerabilities. Bibliometric analysis and literature review of evolving concepts. *Environmental Research Letters*, 10(12), 123002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/123002>

González García, J.L. (2009). Situación actual de los riesgos naturales en la planificación del territorio. In J. L. González (Ed.), *Mapas de riesgos naturales en la ordenación urbanística* (pp. 13-25). Ilustre Colegio Oficial de Geólogo. Fueyo Editores, S.L. <http://www.icog.es/files/mapariesgos.pdf>

Hall, J.W., Sayers, P.B., Walkden, M., & Panzeri, M (2006). Impacts of climate change on coastal flood risk in England and Wales: 2030–2100. *Philosophical Transactions of The Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 384(1814), 1027-1049. <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1736>

Hamid, H.T.A., Welong, W., & Qiaomin, L. (2020). Environmental sensitivity of flash flood hazard using geospatial techniques. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6(1), 31-46. <http://doi.org/10.22034/gjesm.2020.01.03>

Hazakira, N., Barman, D., Das, A., Sarma, A.K., & Borah, S. (2018). Assessing and mapping flood hazard, vulnerability and risk in the Upper Brahmaputra River valley using stakeholder's knowledge and multicriteria evaluation (mce). *Journal of Flood Risk Management*, 11(2), 700-716. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12237>

Illán, E.J., & Pérez Morales, A. (2016). Burbujas inmobiliarias y su relación con el aumento del riesgo de inundación en la costa mediterránea española (1975-2014). In R. García, F. Alonso, F. Belmonte & D. Moreno (Eds.), *Retos y tendencias de la Geografía Ibérica* (pp. 237-246). Actas del XV Coloquio Ibérico de Geografía 2016. Asociación Española de Geografía, Universidad de Murcia y Gobierno de la Región de Murcia.

Instituto Geográfico Nacional (2021). *Redes e infraestructuras del transporte*. <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Edited by C.B. Field, T.F.V. Barros, D. Stocker, D.J. Qin, K.L. Dokken, M.D. Ebi, K.J. Mastrandrea, G.-K. Mach, S.K. Plattner, M. Alle et al. Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). *Climate Change (2014). Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edited by C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White. Cambridge University Press.

Kocks, E. E., Jongman, B., Trond, H., & Botzen, J. W. (2015). Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. *Environmental Science & Policy*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.10.013>

Manrique, A., Nájera, A., Escartín, C., Moreno, C., Martínez, E., Espejo, F., Sánchez, F.J., Aparicio, M., Cordero, S., & Sonsoles González, S. (2017). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones* Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y Consorcio de compensación de seguros. Tirant Humanidades. https://ebroresilience.com/wp-content/uploads/2018/12/guia_inundaciones_completa_22jun.pdf

Martín-Vide, J. (2021). Cambio climático en España. Realidades. In J. Romero & J. Olcina (Eds.), *Cambio climático en el mediterráneo. Procesos, riesgos y políticas* (pp. 75-68). Tirant Humanidades.

Mileu, N. (2018). Integrating Risk Maps in the Definition of Municipal Territorial Models. *Finisterra. Revista portuguesa de Geografía*, 53(107), 51-66. <http://dx.doi.org/10.18055/Finis12206>

Olcina, J. (2008). Cambios en la consideración territorial, conceptual y de método de los riesgos naturales. *Scripta Nova*, 12(270), 24. <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-270/sn-270-24.htm>

- Olcina, J. (2012). De los mapas de zonas afectadas a las cartografías de riesgo de inundación en España. *Anales de Geografía*, 32(1), 91-131. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2012.v32.n1.39310
- Olcina, J. (2017). ¿Es la ordenación del territorio una medida eficaz contra el riesgo de inundaciones en España? In E. Arana García (Dir.), *Riesgos naturales y Derecho: una perspectiva interdisciplinar* (pp. 63-82). Editorial Dykinson.
- Olcina, J. (2020). Ordenación del territorio para la gestión del riesgo de inundaciones: Propuestas. In M.I. López & J. Margalejo (Eds.), *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes* (pp. 501-516). Universitat d'Alacant. <http://hdl.handle.net/10045/109017>
- Olcina, J., & Díez-Herrero (2017). Cartografía de inundaciones en España. *Estudios Geográficos*, 78(282), 283-315. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201710>
- Olcina, J., Morote, A., & Hernández-Hernández, M. (2018). Evaluación de los riesgos naturales en las políticas de ordenación urbana de los municipios de la provincia de Alicante. Legislación y cartografía de riesgo. *Cuadernos Geográficos*, 57(3), 152-176. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i3.6390>
- Olcina, J., Saurí, D., Hernández, M., & Ribas, A. (2016). Flood policy in Spain: a review for the period 1983-2013. *Disaster Prevention and Management: an International Journal*, 25(1), 41-58. <https://doi.org/10.1108/DPM-05-2015-0108>
- Ouma, Y., & Tateishi, R. (2014). Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi-parametric AHP and GIS: Methodological overview and case study assessment. *Water*, 6(6), 1515-1545. <http://doi.org/10.3390/w6061515>
- Papathoma-Köhle, M., Thaler, T., & Fuchs, S. (2021). An institutional approach to vulnerability: evidence from natural hazard management in Europe. *Environmental Research Letters*, 16(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe88c>
- Pérez Morales, A. (2012). Estado actual de la cartografía de los riesgos de inundación y su aplicación en la ordenación del territorio: El caso de la Región de Murcia. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (58), 57-82. <https://doi.org/10.21138/bage.2059>
- Pérez-Morales, A., Gil-Guirado, S., & Olcina, J. (2016). La información catastral como herramienta para el análisis de la exposición al peligro de inundaciones en el litoral mediterráneo

español. *Eure. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 42(127), 231-256. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000300010>

Pérez Morales, A., Gil Guirado, S., & Quesada García (2021). Do we all stand equally towards the flood? Analysis of social vulnerability in the Spanish Mediterranean coast. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (88). <https://doi.org/10.21138/bage.2970>

Perles, M.J., Olcina, J., & Mérida, M. (2018). Balance de las políticas de gestión del riesgo de inundaciones en España: de las acciones estructurales a la ordenación territorial. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, (197), 417-438. <http://hdl.handle.net/10045/89637>

Perles, M.J., Sortino, J.F., & Cantarero, F. (2017). Cartografía de la vulnerabilidad del territorio frente al riesgo de inundación. Propuesta adaptada a la directiva europea de inundaciones y normativas derivadas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (75), 341-372. <https://doi.org/10.21138/bage.2504>

Poljansek, K., Marin Ferrer, M., De Groeve, T., & Clark I. (2017). *Science for Disaster Risk Management 2017: Knowing better and losing less*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2788/842809>

Ran, J., & Nedovic-Budic, Z. (2018). Integrating spatial planning and flood risk management: A new conceptual framework for the spatially integrated policy infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems*, (57), 68-79. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2016.01.008>

Rezende, O., de Franco, A., de Oliveira, A., Miranda, F., Jacob, A., de Sousa, M. & Miguez, M. (2020). Mapping the flood risk to Socioeconomic Recovery Capacity through a multicriteria index. *Journal of Cleaner Production*, 225. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120251>

Ribas. A., Olcina, J., & Saurí, D. (2020). More exposed but also more vulnerable? Climate change, high intensity precipitation events and flooding in Mediterranean Spain. *Disaster Prevention and Management*, 29(3), 229-248. <https://doi.org/10.1108/DPM-05-2019-0149>

Ribas A., Saurí, D., & Olcina, J. (2017). Sustainable land use planning in areas exposed to flooding: Some international experiences. *Floods*, (2), 103-117. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-269-4.50008-1>

Sánchez, F.J., & Aparicio, M. (Coord.) (2018). *Inundaciones y cambio climático*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion->

[de-los-riesgos-de-inundacion/libro-cambio-climatico-inundaciones-web-06092019_tcm30-499367.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/)

Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) (2021). <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/>

Tate, E., Rahman, A., Christopher T.E., & Sampson, C. C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. *Natural Hazards*, (106), 435-457. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04470-2>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Switzerland. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2017). *Words into Action Guidelines Governance System, Methodologies, and Use of Results*. Switzerland. https://www.preventionweb.net/files/52828_nationaldisasterriskassessmentwiagu.pdf

Vargas, J., Olcina, J., & Paneque, P. (2022). Cartografía de riesgo de inundación en la planificación territorial para la gestión del riesgo de desastre. Escalas de trabajo y estudios de casos en España. *EURE. Revista Latinoamericana de estudios urbano regionales*, (48), 144. <https://doi.org/10.7764/eure.48.144.10>

Zachos, L.G., Swann, C.T., Altinakar, M.S., McGrath, M.Z., & Thomas, D. (2016). Flood vulnerability indices and emergency management planning in the Yazoo Basin, Mississippi. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, (18), 89-99. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.03.012>