

# 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

*Jesús Vargas.* Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.

*Jorge Olcina.* Universidad de Alicante, Alicante, España.

*Pilar Paneque.* Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.

**RESUMEN** | Las inundaciones son el riesgo natural que genera mayores impactos socioeconómicos y territoriales en el litoral mediterráneo español. El aumento en la frecuencia de este tipo de eventos y una desajustada ocupación del suelo ha elevado la exposición y la vulnerabilidad de territorios y poblaciones en las últimas décadas. El mapa es el documento de acreditación legal del riesgo y pieza clave para la toma de decisiones en las distintas escalas geográficas de la ordenación territorial. Este trabajo plantea una evaluación multiescalar del tratamiento de la cartografía de riesgo de inundación en los instrumentos de ordenación territorial y analiza el grado de vinculación entre ellos. Se examinan los casos de la Comunidad Valenciana y Andalucía, territorios altamente expuestos y vulnerables ante inundaciones. Los resultados identifican importantes retos conceptuales y metodológicos, especialmente en los documentos de planificación urbana y en lo referente a cuestiones ligadas con la evaluación de la vulnerabilidad.

**PALABRAS CLAVE** | riesgos naturales, ordenamiento territorial, vulnerabilidad.

**ABSTRACT** | *Flood risk causes the major socio-economic losses in the Spanish Mediterranean coast. As a result of a misalignment of land use policies and practices, which have not considered floods hazard sufficiently, the increase in the frequency of floods due to climate change, exposure and vulnerability have increased in last decades. Territorial planning is a key tool to promote preventive risk management, and risk mapping is the key piece for decision making at the different geographical scales of land use planning. This paper presents a systematic multi-scale analysis of risk map treatment in territorial planning instruments at different scales, and analyzes the degree of linkage between them. The analysis has been carried out in two case studies in Spain (Valencian Community and Andalusia). Results show that the use of flood risk mapping continues to pose important challenges, especially in urban planning documents, and in relation to vulnerability assessment.*

**KEYWORDS** | *natural risks, spatial planning, vulnerability.*

Recibido el 19 de abril de 2020, aprobado el 28 de julio de 2020.

E-mails: J. Vargas, jvarmol@upo.es | J. Olcina, jorge.olcina@ua.es | P. Paneque, ppansal@upo.es

## Introducción

Existe un consenso científico generalizado en considerar el riesgo como un proceso dinámico, resultado del producto de la peligrosidad natural y la vulnerabilidad de las sociedades expuestas (European Environmental Agency [EEA], 2017, 2018; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2014; United Nation Office for Disaster Risk Reduction [UNISDR], 2015). La concentración de población –del 10% en 1990 a más del 55% en 2019 (UNDRR, 2019)<sup>1</sup> y actividades en los espacios urbanos han aumentado la exposición a los peligros naturales, convirtiendo los entornos urbanos en territorios de riesgo. Es por ello que, en la actualidad, en gran parte las estrategias de reducción del riesgo de desastres están orientadas a reducir la vulnerabilidad en las áreas urbanas (UNISDR, 2015; EEA, 2016, 2017). Esta concepción del riesgo como un proceso sistémico y, por tanto, dinámico, requiere nuevas fórmulas de aproximación y gestión de ese tipo de eventos, que exigen nuevos paradigmas y herramientas. La cartografía del riesgo (peligrosidad y vulnerabilidad) se convierte en una herramienta prioritaria para mejorar el conocimiento en torno a él y a su dinámica. Y es también un instrumento fundamental para mejorar la comunicación y la educación, aspectos básicos para lograr su adecuada gobernanza (Poljansek et al., 2017).

Las inundaciones son el riesgo de origen natural que genera mayores impactos en todo el mundo (EM-DAT, The International Disaster Database, 2020). En el periodo 1998-2017, las inundaciones fueron responsables del 11% de pérdidas de vidas humanas y del 23% de pérdidas económicas asociadas a desastres naturales, y afectaron a más de dos mil millones de personas (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [CRED] & UNISDR, 2018). En España, especialmente en las regiones mediterráneas, las crecidas suponen el peligro natural más frecuente (Chacón, 2018; Olcina et al., 2016). La exposición a este tipo de eventos ha aumentado debido a la concentración de población y actividades económicas en zonas peligrosas, resultado de un proceso de expansión descontrolado y un uso intensivo y desorganizado del suelo desde la segunda mitad del siglo XX (Illán & Pérez Morales, 2016; Olcina et al., 2018; Pérez Morales et al., 2015; Ribas et al., 2020). Así, el riesgo de inundación en las regiones mediterráneas se presenta como uno de los principales retos para la adaptación de dichos territorios al actual contexto de cambio climático.

Desde el año 2000 se asiste en España a un cambio de paradigma en la gestión del riesgo de inundación, caracterizado por el tránsito desde los enfoques tradicionales y reactivos, basados en la defensa con obra civil, hacia enfoques basados en la mitigación y la prevención del riesgo (Garrote et al., 2019; Olcina et al., 2016; Ollero, 2014; Perles et al., 2018). Junto con la correcta comunicación, conocimiento y comprensión del riesgo, la ordenación del territorio –basada en la citada elaboración de mapas de riesgo actualizados y a las escalas adecuadas– se presenta

---

1 La Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, conocida como UNISDR, a partir del 1 de mayo de 2019 adoptó el acrónimo UNDRR, con el fin de guardar coherencia entre el nombre de esa oficina y su acrónimo en inglés.

como la medida más racional, económica y sostenible con el medio para lograr el mencionado cambio de paradigma (De Moel et al., 2009; Olcina, 2017; Olcina & Díez-Herrero, 2017; Pérez Morales, 2012; Ribas et al., 2017; UNISDR, 2015).

Ante la falta de una ley marco sobre riesgos naturales en España, la legislación de agua, mediante la adaptación de la Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión del riesgo de inundación, y la Ley 17/2005, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil, constituyen las referencias básicas para abordar el tratamiento del riesgo de inundación. Ambas normativas consideran la cartografía de riesgos como un elemento fundamental para identificar las áreas geográficas susceptibles y diseñar políticas públicas coherentes. Pero es la Ley de Suelo de 2008 (Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo), revisada en 2015 por el 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, la que establece que el documento de acreditación del riesgo natural es el mapa y lo vincula con los instrumentos de ordenación territorial (Olcina, 2017).

La cartografía de riesgo de inundación ha experimentado un avance importante en los últimos años gracias al desarrollo de las tecnologías cartográficas. En los aspectos relacionados con la peligrosidad, se ha avanzado desde los mapas de inundación estáticos, basados en los límites de las llanuras aluviales y la elevación de la lámina de agua en función de diferentes periodos de retorno (normalmente  $t = 25, 50, 100$  y/o  $500$  años), hacia la modelización basada en el aprendizaje automático y aplicada a la monitorización de procesos y la simulación de escenarios, que permiten obtener respuestas más rápidas e incorporar más variables para determinar la peligrosidad (Agnihotri et al., 2019; Ajjur & Mogheir, 2020; Caprario & Finotti, 2019; Darabi et al., 2019; Hamid et al., 2020; Ouma & Tateishi, 2014). También 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, físicos, económicos, institucionales y ecológicos (Eini et al., 2020; Hazakira et al., 2018; Pérez Morales et al., 2016; Perles et al., 2017; Rezende et al., 2020; Zachos et al., 2016). Estos últimos instrumentos se ajustan más a los avances teóricos y conceptuales de la vulnerabilidad al incorporar las diferentes dimensiones que la componen, pero su operativización, y sobre todo su inclusión en marcos reguladores, resulta mucho más difícil, por varias razones: i) las diferentes interpretaciones que existen todavía sobre el concepto de vulnerabilidad, muy dependientes del contexto y del evento para el que se mide, dificultan el establecimiento de estándares; y ii) las variables necesarias para su caracterización son mucho más dinámicas y, por tanto, mucho más difíciles de medir y cartografiar.

En España, se ha analizado el uso de la cartografía de riesgo de inundación en los documentos de ordenación territorial, y se comprueba el escaso grado de cumplimiento de la obligación de incorporar mapas de riesgos naturales en el planeamiento urbanístico y la escasa calidad de las cartografías elaboradas (González García, 2009; Olcina et al., 2018; Pérez Morales, 2012; Perles et al., 2017).

Este trabajo profundiza en esta línea de investigación incorporando un análisis multiescalar, poco abordado hasta el momento. Se parte de la hipótesis de que no existe un tratamiento diferenciado y detallado de la cartografía de riesgo de inundación en las diferentes escalas de la planificación territorial y urbanística, condición *sine qua non* para un adecuado conocimiento del potencial riesgo y de las necesidades de gestión del mismo a diferentes escalas. Se realiza un diagnóstico sobre el tratamiento de la cartografía de riesgo de inundación en los instrumentos de ordenación territorial a diferentes escalas y se analiza el grado de vinculación entre ellos. Se pretende comprobar si la jerarquía escalar de la planificación territorial, principio básico en los procesos de ordenación del territorio, se cumple también en el caso del análisis de riesgo y particularmente en la incorporación de cartografía de riesgo, de obligada observancia en estos procesos.

### **El mapa. Documento de acreditación jurídica del riesgo de inundación**

El conjunto de las actuaciones ideadas en el marco de la obra pública para minimizar el problema de las inundaciones se ha basado por lo general en la construcción de grandes obras hidráulicas (Olcina et al., 2016). Ocurre, sin embargo, que estas obras han creado, en numerosas ocasiones, una sensación de falsa seguridad en las poblaciones afectadas por dicho riesgo (Garrote et al., 2019).

Tras el desastre del camping de Biescas (1996),<sup>2</sup> se inició un cambio de rumbo en las políticas de reducción del riesgo de inundaciones en España. La modificación de la Ley de Suelo de 1992 (Real Decreto Legislativo 1/1992, de 26 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana), con la aprobación de la nueva Ley de 1998 (Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre régimen del suelo y valoraciones), que en su artículo 9 impedía darles usos urbanos a espacios con riesgo natural, suponía una superación de las propuestas más tradicionales en materia hidráulica. No obstante, este artículo 9 nunca se cumplió, porque los municipios aducían falta de instrumentos jurídicos para acreditar el riesgo natural y, por tanto, para clasificar como no urbanizables los territorios con riesgo (Olcina et al., 2018). Fue precisamente al amparo de esta ley que tuvo lugar el periodo de mayor transformación de suelo de la época democrática reciente en España, con la ocupación de muchos kilómetros cuadrados de áreas inundables (Pérez Morales et al., 2015). De esta forma, en la década del 'boom inmobiliario' se incrementó la exposición y la vulnerabilidad ante el peligro de inundaciones, especialmente en el litoral mediterráneo.

Solo a partir de la Ley de Suelo de 2008, revisada en 2015, a través de su artículo 22, ha sido posible determinar que el documento de acreditación del riesgo natural es el mapa. En la actualidad, cualquier proceso de transformación urbana del suelo debe contener un mapa de todos los riesgos naturales existentes. Esta acción jurídica ha tenido tres procesos paralelos, destacados y necesarios. Por un lado, la aprobación de la Directiva 2007/60, que ha obligado a los países de la Unión

---

2 Camping situado en Huesca (Aragón), en la desembocadura del río Gállego, en que murieron 87 personas.

Europea a elaborar una cartografía oficial de riesgo de inundación. En España, estos mapas forman parte del portal en red del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), creado de acuerdo con lo establecido por el RD 903/2010 que regula la evaluación y gestión de riesgos de inundación (Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación). A ello se ha unido la elaboración, también exigida en la mencionada Directiva, de planes de gestión del riesgo de inundación que han elaborado las Demarcaciones Hidrográficas y que son de obligada observancia en los procesos de ordenación territorial.

En segundo lugar, la promulgación del RD 638/2016, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre), que introduce novedades para la consideración y tratamiento del riesgo de inundaciones en la planificación territorial (Perles et al., 2018). Destaca en esta norma la ampliación de criterios para la delimitación del dominio público hidráulico (DPH),<sup>3</sup> sus áreas de influencia y las zonas inundables, o la determinación de que la ‘zona de policía’ (100 metros a ambos lados del cauce) pueda ampliarse a la ‘zona de flujo preferente’ (prohibición y limitación de usos, según estado del suelo, rural o urbanizado); asimismo, la incorporación de aspectos ‘históricos’ como criterio para la delimitación de zonas inundables es novedosa en la legislación de aguas española. Realmente innovadora es la indicación de que en las edificaciones en zona de flujo preferente o en zona inundable el promotor deberá aportar ‘Declaración de responsabilidad’ y ‘Certificado de inscripción en el Registro de la propiedad’. Se indica, además, que el SNCZI, tiene carácter público, aspecto básico para garantizar su consulta y uso en los procesos de planificación y gestión.

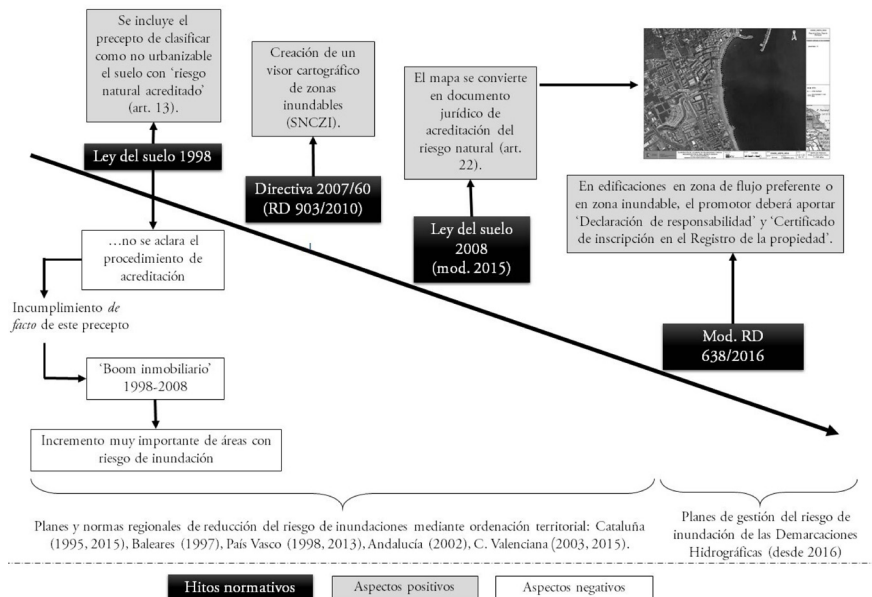
Por último, algunas comunidades autónomas habían desarrollado normativa propia y planes específicos para la reducción del riesgo desde la ordenación del territorio que, asimismo, debían considerarse en el planeamiento urbano: Cataluña, Baleares, País Vasco, Andalucía y Comunidad Valenciana. En estos planes, la normativa está acompañada de una cartografía oficial de riesgo de inundación, que es también un documento de acreditación del riesgo a efectos de planificación territorial (Figura 1).

El mapa de riesgo incluye peligrosidad y vulnerabilidad y su escala debe adaptarse a las tramas urbanas a través de ajustes técnicos y de la realización de trabajo de campo para confirmar los resultados que ofrecen los geoportales (Olcina & Díez-Herrero, 2017). A falta de reglamento urbanístico estatal, los organismos regionales con competencias en ordenación del territorio deben velar por que los mapas de riesgo natural que acompañen los documentos de planeamiento urbanístico estén elaborados con estos criterios y en la escala idónea para el objeto de transformación. Lo ideal es que se elabore cartografía propia de riesgo que fusione lo contenido en

3 El dominio público hidráulico incluye, entre otros bienes, los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas y los lechos de lagos, lagunas y embalses superficiales, en cauces públicos. Vale decir, aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas: ríos, ramblas o cauces intermitentes, lagos, embalses y acuíferos, y las aguas procedentes de desalación. Así, el DPH comprende tanto el agua como la superficie por la que discurre o la contiene. Quedan excluidas las aguas marinas y también las aguas privadas. Véase <https://actualidad.globalomnium.com/que-es-el-dominio-publico-hidraulico/>

los mapas del SNCZI y en los mapas oficiales autonómicos, si existen, y se forje un criterio propio de zonificación del riesgo que se ajuste a lo contenido en la Directiva 2007/60 y en las normativas regionales del suelo. Todo mapa, además, debe acompañarse de una memoria explicativa sobre el procedimiento de su elaboración y los criterios escogidos para determinar los niveles de riesgo, y debe estar elaborado por especialistas en geografía, geología o hidrología.

**FIGURA I | El mapa, documento de acreditación jurídica del riesgo de inundaciones en España. Evolución cronológica (1998-2018)**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## Metodología

Se propone una metodología sistemática de análisis con carácter multiscalar, que incluye aquellas escalas con incidencia en la planificación territorial y, por tanto, en la mitigación del riesgo de inundación: regional (general y sectorial), subregional y local. Para ello se realiza un análisis comparado de casos en dos territorios del litoral mediterráneo español en los que el riesgo de inundación se presenta como una cuestión de actuación prioritaria en los procesos de planificación de usos del suelo: la Comunidad Valenciana, incluyendo las tres provincias que la conforman (Alicante, Castellón y Valencia) y Andalucía, donde el análisis se restringe a las provincias del litoral mediterráneo (Almería, Cádiz, Granada y Málaga).

Los estudios de casos comparados y su desagregación cuentan con una dilatada tradición en los estudios urbanos y han mostrado su eficacia para la evaluación de políticas públicas (Galland & Harrison, 2020). En este trabajo, los dos territorios analizados cuentan con una tradición de incorporación de las propuestas europeas de planificación territorial sostenible (Estrategia Territorial Europea 1999 y Agendas Territoriales) en sus documentos de ordenación territorial a diversas escalas. Además, la cartografía de riesgo natural, en relación con las directrices europeas (Estrategia de Biodiversidad de la Unión Europea; Proyecto GRETA: Grupo de Recuperación y Estudio de la Tradición Arquitectónica), debe integrarse en la infraestructura verde territorial, que se está incorporando progresivamente como herramienta de planificación básica para la ordenación territorial en las comunidades autónomas (p.e., Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral [PATIVEL] en la Comunidad Valenciana, de acuerdo con Elorrieta et al., 2016; Fera & Santiago, 2017).

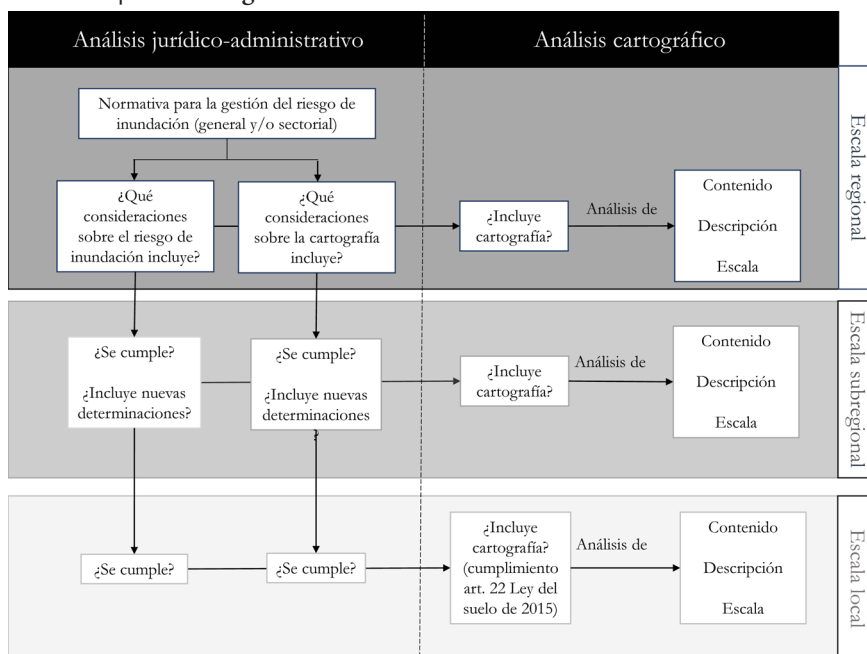
En este trabajo, se plantea en primer lugar un análisis jurídico-territorial de la cartografía de inundaciones a escala regional. Se trata de comprobar si existen planes o especificaciones normativas para reducir el riesgo de inundaciones y, en su caso, analizar el tratamiento y las determinaciones sobre el riesgo y la cartografía que contienen para las escalas menores derivadas, y si estas se cumplen o no. En el caso de los planes generales de ordenación urbana (PGOU), se comprueba el grado de cumplimiento del ya referido artículo 22 de la Ley de Suelo de 2015.

Después, se realiza un análisis cartográfico para valorar la calidad de los mapas de riesgo de inundación. Para ello, se ha realizado una sistematización de este análisis cartográfico de los instrumentos de planificación a partir de los siguientes criterios:

- i. Contenido: Comprobación de si se incluye cartografía; en caso positivo, en qué apartado del plan, y si incluye las diferentes dimensiones del riesgo: peligrosidad (P) y vulnerabilidad (V).
- ii. Descripción: Comprobación de si la cartografía se acompaña de una explicación sobre el procedimiento para su elaboración y de los criterios escogidos para determinar los niveles de riesgo.
- iii. Escala: Comprobación de si la cartografía que presenta el plan es adecuada a su escala y ámbito de actuación.

La Figura 2 presenta las distintas etapas del proceso metodológico. A nivel regional y subregional, se analizan los distintos planes y documentos normativos con incidencia en la ordenación territorial, así como los planes específicos de gestión de inundaciones. En la escala local se analizan seis municipios de cada territorio que cumplen los siguientes criterios: i) haber revisado su PGOU con posterioridad a la publicación de la Ley de Suelo de 2008, cuando se determinó la obligación de incorporar mapas de riesgo natural en este tipo de documentos; y ii) que se caractericen por un alto riesgo de inundación.

FIGURA 2 | Metodología de análisis



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## Resultados. Tratamiento y cartografía de riesgo de inundación en la ordenación territorial: diagnóstico en la Comunidad Valenciana y Andalucía

### Comunidad Valenciana: Escala regional

Se ha analizado la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana (ETCV), el Plan de Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA) y el Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral (PATIVEL),<sup>4</sup> estos últimos de escala regional, pero de carácter sectorial.

La ETCV (2011) reconoce este territorio como el espacio geográfico español con mayor riesgo de inundaciones y plantea, en su capítulo ocho, la reducción del riesgo de inundación como uno de sus objetivos fundamentales. También establece los principios para el tratamiento de las inundaciones en la ordenación del territorio, los cuales deberán recoger el resto de planificación subordinada; 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. La ETCV, cuando hace referencia a cartografía de riesgo de inundaciones, alude al PATRICOVA.

4 El PATIVEL es un instrumento de ordenación del territorio de ámbito supramunicipal previsto en el artículo 16 de la Ley 9/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP).



El PATRICOVA (2003) ha sido actualizado en 2015 para adaptar los nuevos preceptos conceptuales y metodológicos que introduce la Directiva 2007/60. Incorpora el concepto de ‘peligrosidad’ (definida como la probabilidad de ocurrencia de una inundación, dentro de un periodo determinado y en un área dada), sustituyendo al anteriormente mal empleado ‘riesgo de inundación’. Incorpora los métodos geomorfológicos para la determinación de las zonas inundables 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. Se elimina el concepto de ‘impacto’ y se sustituye por el de ‘riesgo de inundación’, entendido como el producto resultante de la combinación de una peligrosidad determinada y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Esos avances suponen la referencia para el resto de planificación territorial (Tabla 1).

**TABLA I | Tratamiento de la cartografía de inundaciones en PATRICOVA (2015)**

PLAN	CARTOGRAFÍA DE INUNDACIÓN	CONTENIDO		DESCRIPCIÓN	ESCALA
		p*	v**		
PATRICOVA (2015)	Planos de peligrosidad de inundación	SÍ	NO	Nivel 1: Frecuencia alta (25 años) y calado alto (>0,8 m) Nivel 2: Frecuencia media (100 años) y calado alto (>0,8 m) Nivel 3: Frecuencia alta (25 años) y calado bajo (<0,8 m) Nivel 4: Frecuencia media (100 años) y calado bajo (<0,8 m) Nivel 5: Frecuencia baja (500 años) y calado alto (>0,8 m) Nivel 6: Frecuencia baja (500 años) y calado bajo (<0,8 m) Peligrosidad geomorfológica	Visor cartográfico, adaptable a escala 1:2.000
	Planos de riesgo de inundación	SÍ	NO (pero la considera para determinar el nivel de riesgo)	Muy alto Alto Medio Bajo Muy bajo	Visor cartográfico, adaptable a escala 1:2.000

\* PELIGROSIDAD

\*\* VULNERABILIDAD

FUENTE: PATRICOVA (2015). ELABORACIÓN PROPIA

Si bien es cierto que el PATRICOVA no incluye cartografía de vulnerabilidad como tal, sí considera esta componente para determinar el riesgo de inundación. No obstante, en la normativa de PATRICOVA 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 (Tabla 2).

**TABLA 2 | Limitación de usos impuesta por PATRICOVA (2015) según tipo de suelo y nivel de peligrosidad de inundación**

TIPO DE SUELO	NIVEL DE PELIGROSIDAD	LIMITACIÓN USOS
No urbanizable afectado por peligrosidad de inundación	1	No podrán ser objeto de recalificación como urbano o urbanizable excepto si son municipios con elevada peligrosidad de inundación.
	2 a 5 o geomorfológica	Viviendas; establos, granjas y criaderos de animales; estaciones de suministro de carburantes; actividades industriales; establecimientos hoteleros y campamentos de turismo; centros hípicos y parques zoológicos; servicios funerarios y cementerios; depósitos de almacenamiento de residuos y vertederos, a excepción de los destinados a residuos de la construcción y demolición; plantas de valorización; equipamientos estratégicos, como centros de emergencia, parques de bomberos, cuarteles, centros escolares y sanitarios, y pabellones deportivos cubiertos; las infraestructuras puntuales estratégicas, como plantas potabilizadoras y centros de producción, transformación y almacenamiento de energía.
	6	Mismos usos y actividades señalados en el apartado anterior, excepto las viviendas y los establecimientos hoteleros, que sí son autorizables, previa adopción de las medidas de adecuación de la edificación que se impongan.
Suelo urbanizable sin programa de actuación integrada aprobado afectado por peligrosidad de inundación	1 a 6 o geomorfológica	Sin limitación de usos, pero deberá ser objeto de un estudio de inundabilidad específico, de los regulados en los artículos 11 a 13 de esta Normativa, con carácter previo a su programación. El estudio concluirá sobre la procedencia de: desclasificar todo o parte del citado suelo, establecer condiciones a la ordenación, realizar obras de defensa o imponer condiciones a la forma o disposición de las edificaciones.
Suelo urbano y suelo urbanizable con programa de actuación aprobado, afectado por peligrosidad de inundación	1 a 6 o geomorfológica	Sin limitación de uso.

FUENTE: NORMATIVA DE PATRICOVA (2015). ELABORACIÓN PROPIA

También el PATIVEL incorpora el tratamiento de los riesgos naturales como parte importante de su contenido. Este plan crea una Red de Infraestructura Verde en el litoral<sup>5</sup> 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 en espacios de desembocadura de cursos fluviales. El objetivo es que la gestión de los suelos con valores naturales, paisajísticos y culturales contribuya a la mitigación de los riesgos. Para ello incluye, dentro de la categoría de mayor

5 Según la Ley de 9/2014 de LOTUP, los elementos que forman la Infraestructura Verde de la Comunidad Valenciana son, entre otros: las zonas críticas por la posible incidencia de riesgos naturales, directos e inducidos, de carácter significativo, que estén delimitados y caracterizados por la normativa de desarrollo de dicha ley, por la ETCV o por los instrumentos que la desarrollen.

protección ambiental entre las que zonifica su ámbito territorial, a aquellos suelos con riesgo de inundación de acuerdo con el PATRICOVA y el SNCZI. La cartografía generada en PATRICOVA y PATIVEL se encuentra abierta a través del visor cartográfico de la Comunidad Valenciana, lo que facilita su uso para la adaptación de estos mapas en las escalas menores de la ordenación territorial.

### Comunidad Valenciana: escala subregional

La planificación territorial subregional de carácter integral (Planes de Acción Territorial [PAT] comarcales) apenas ha tenido desarrollo en la Comunidad Valenciana. Solo se ha elaborado el PAT Huerta de Valencia (2018) (Decreto 219/2018, de 30 de noviembre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial de ordenación y dinamización de la Huerta de València), que se encuentra en proceso de aprobación definitiva. La Tabla 3 presenta el análisis de la cartografía incluida en el PAT Huerta Valenciana.

**TABLA 3 | Tratamiento de la cartografía de inundación en los PAT Comarcales de la Comunidad Valenciana**

PAT	CARTOGRAFÍA DE INUNDACIÓN	CONTENIDO		DESCRIPCIÓN	ESCALA
		P*	V**		
Huerta de Valencia	Memoria de información (Plano de Información 13. Riesgo de inundación)	SÍ	NO	6 categorías de PATRICOVA (en función de t y calado). No peligrosidad geomorfológica	1:50.000
	ISA (Plano Nº12. Cartografía de riesgos: inundación)	SÍ	NO	6 categorías de PATRICOVA (en función de t y calado). No peligrosidad geomorfológica	1:50.000

T = PERIODO DE RETORNO DE LA INUNDACIÓN

\* PELIGROSIDAD

\*\* VULNERABILIDAD

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el PAT Huerta de Valencia el tratamiento del riesgo de inundación se ajusta a lo contenido en el PATRICOVA, excepto en lo referido a la peligrosidad por criterios geomorfológicos, y se acompaña de la cartografía existente de dicho Plan, incluida en el Sistema de Información Territorial de la Comunidad Valenciana a escala 1:50.000.

### Comunidad Valenciana: escala local

La incorporación de cartografía de riesgo de inundaciones en la planificación urbanística, tras la aprobación de la Ley de Suelo de 2008, lleva un ritmo lento en relación con la escasa tramitación de PGOU que se ha producido en la última década. A pesar de que desde 2015 la promoción inmobiliaria ha vuelto a cobrar empuje, especialmente en los municipios litorales se mantienen documentos de planeamiento municipal en muchos casos con una antigüedad superior a los dos o tres decenios. Surge, en este punto, la reflexión sobre la prolongación en el tiempo de los procesos de revisión de un PGOU, situación que en toda España está resultando

un hándicap para la actualización de dichos documentos, y que en la Comunidad Valenciana alcanza los veinticuatro meses por término medio.

De los 542 municipios de la Comunidad Valenciana, solo 46 han llevado a cabo procesos de revisión y aprobación de su PGOU (hasta finales de 2019): siete de la provincia de Alicante, quince de Valencia y veinticuatro de Castellón. Se trata, principalmente, de municipios pequeños de interior, sin grandes problemas derivados de la peligrosidad natural. Para el análisis se han seleccionado seis municipios que destacan por su alto riesgo de inundación según PATRICOVA (2015) y que han aprobado su PGOU después de 2008 (Tabla 4).

**TABLA 4 | Tratamiento de la cartografía de riesgos naturales en el planeamiento urbano municipal**

PLAN	CARTOGRAFÍA DE INUNDACIÓN	CONTENIDO		DESCRIPCIÓN	ESCALA
		P*	V**		
Algemesí (Valencia), 2012	SÍ	SÍ	NO	Tratamiento detallado, exclusivamente, del riesgo de inundación con referencias constantes a PATRICOVA.	1:600
Catarroja (Valencia), 2011	Memoria Informativa (Riesgo de inundación y desprendimiento)	SÍ	NO	6 categorías de peligrosidad de PATRICOVA (en función de t y calado). No peligrosidad geomorfológica.	Reduce la escala de PATRICOVA a 1:25.000 pero no hay cartografía (investigación) propia.
Crevillente (Alicante), 2011	NO	NO	NO	La memoria justificativa del PGOU tan solo alude la cuestión de inundaciones, como reserva de suelo no urbanizable.	No aplica
Formentera del Segura (Alicante), 2009	NO	NO	NO	No se aporta cartografía de riesgo de otros peligros naturales que afectan al término municipal (sismicidad).	No aplica
Sant Joan (Alicante), 2013	Informe de Inundabilidad (Planos riesgo de inundación)	SÍ	NO	6 categorías de peligrosidad de PATRICOVA (en función de t y calado). No peligrosidad geomorfológica. Centrado en 4 zonas específicas del municipio.	1:4.500
	Informe de Sostenibilidad Ambiental (Plano 08. Riesgo de inundación)	SÍ	NO	6 categorías de peligrosidad de PATRICOVA (en función de t y calado). No peligrosidad geomorfológica.	1:10.000
Santa Pola (Alicante), 2009	Estudio de Impacto Ambiental (sin título, aparece en la página 86)	SÍ	NO	6 categorías de peligrosidad de PATRICOVA (en función de t y calado). No peligrosidad geomorfológica.	Reduce la escala de PATRICOVA. No aparece escala. No hay cartografía (investigación) propia.

T = PERIODO DE RETORNO DE LA INUNDACIÓN

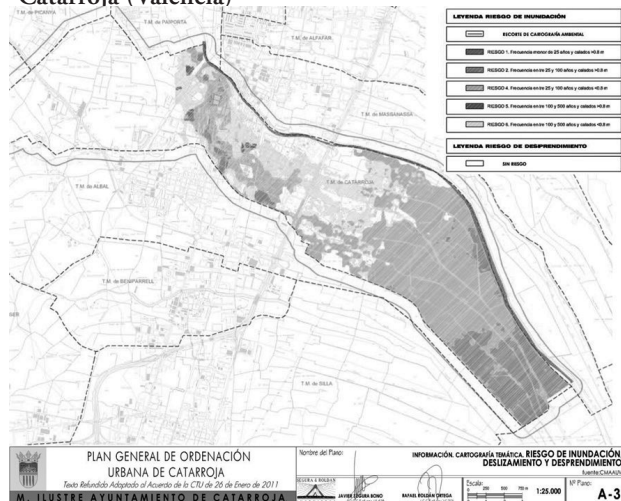
\* PELIGROSIDAD

\*\* VULNERABILIDAD

FUENTE: GENERALITAT VALENCIANA. CONSELLERIA DE TERRITORIO. ELABORACIÓN PROPIA

Entre los PGOU analizados destaca la heterogeneidad en el tratamiento del riesgo. El artículo 22 de la Ley de Suelo estatal tiene una redacción de interpretación amplia, cuya adaptación presumiblemente tendrá que ser concretada en las comunidades autónomas. Se observa, incluso dentro de una misma región, diversidad de tratamiento de esta cuestión, tanto en los documentos escritos del PGOU como en la cartografía. En el caso de la Comunidad Valenciana, para la elaboración de los planes se utiliza la información cartográfica contenida en el Sistema de Información Territorial y no se incluye el tratamiento de todos los peligros naturales existentes, a pesar de existir una base cartográfica oficial. En la mayoría de los casos analizados, la referencia al riesgo de inundaciones y la incorporación de la cartografía oficial del PATRICOVA se realiza de oficio. Debe indicarse que entre los informes que debe incluir el plan estructural que compone un documento de planificación urbana municipal, el informe de inundabilidad es de obligada incorporación, según el artículo 34 de la ya citada ley valenciana de ordenación del territorio de 2014, actualizada en 2019 (Ley 1/2019, de 5 de febrero, de modificación de la Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana). Esta información, además, forma parte de la Infraestructura Verde de la Comunidad Valenciana, según señala el artículo 5 de la mencionada ley. Sería necesario que la Conselleria de Territorio, competente en esta materia, estableciese una directriz clara, con indicación precisa de los informes y mapas necesarios para cumplir el artículo 22 de la Ley de Suelo estatal, y obligara a ajustar la escala de trabajo de estos mapas para que no se convirtiera, como ocurre, en una adaptación de la cartografía oficial del PATRICOVA, sin incluir trabajo de campo de comprobación y ajuste. Como muestra el ejemplo de la Figura 3, la cartografía utilizada en el PGOU es una trasposición a escala 1:25.000, de la cartografía del PATRICOVA de este municipio.

FIGURA 3 | Mapa de riesgo de inundación y deslizamientos del municipio de Catarroja (Valencia)



FUENTE: PGOU CATTARROJA (2011). [HTTPS://WWW.CATTARROJA.ES/SITES/DEFAULT/FILES/DOCUMENTS/ECONOMICA/PGOU/I\\_MEMO\\_INFO/ANNEX\\_I\\_CARTOGRAF\\_TEMATICA/RIESGO\\_DE\\_INUNDACION\\_Y\\_DESPRENDIMIENTO.PDF](https://www.cattarroja.es/sites/default/files/documents/economica/pgou/i_memo_info/annex_i_cartograf_tematica/riesgo_de_inundacion_y_desprendimiento.pdf)

### Comunidad Autónoma de Andalucía: escala regional

Se ha analizado el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (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. Además, se ha analizado el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en cauces urbanos andaluces (PPAI) (2002), al ser un plan de ámbito regional con incidencia en la ordenación del territorio y el planeamiento urbanístico general.

El POTA identifica las zonas con riesgos catastróficos y la definición de los criterios territoriales de actuación para su prevención (artículo 7f). Incorpora entre sus estrategias territoriales el Sistema Regional de Protección del Territorio (capítulo 3), que 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.

Para el caso de las inundaciones, incluye un apartado específico basado en el marco del PPAI. En concreto, el PPAI establece que “entre la información mínima para poder identificar adecuadamente las zonas inundables se deben incluir los límites físicos del terreno aledaño al cauce con una probabilidad de cubrirse por las aguas debido a crecidas no ordinarias cada 25, 50, 100 y 500 años, representados sobre una cartografía con el nivel de precisión y detalle suficiente para los objetivos que se persiguen” (artículo 6). Los Planes Subregionales y los PGOU deben delimitar las zonas inundables y ordenar los usos a las escalas apropiadas. El PPAI no incluye definiciones ni planteamientos teóricos sobre los conceptos de peligrosidad, riesgo o vulnerabilidad. Para identificar los puntos de riesgo de inundación se basa en los resultados de un estudio realizado por la Dirección General de Obras Hidráulicas<sup>6</sup> en todas las poblaciones andaluzas, definidos como las zonas de terreno que se ven cubiertas por las aguas durante las avenidas o periodos de lluvias intensas. Para establecer las limitaciones en los usos del suelo y la ordenación territorial, el PPAI define tres categorías en función del periodo de retorno de la inundación ( $t = 50, 100$  y  $500$ ):

- i. Terrenos inundables con  $t = 50$ : No se permitirá edificación o instalación alguna, temporal o permanente. Excepcionalmente, y por razones justificadas de interés público, se podrán autorizar instalaciones temporales.
- ii. Terrenos inundables con  $t =$  entre 50 y 100 años: No se permitirá la instalación de industria pesada, contaminante según la legislación vigente o con riesgo inherente de accidentes graves. Además, en aquellos terrenos en los que el calado del agua sea superior a 0,5 metros tampoco se permitirá edificación o instalación alguna, temporal o permanente. Asimismo, en los terrenos inundables de 100 años de periodo de retorno y donde, además, la velocidad del agua para dicha avenida sea superior a 0,5 metros por segundo, se prohíbe la construcción de

---

6 El plan de avenidas e inundaciones en cauces urbanos de Andalucía utiliza este plan como referencia, pero no especifica la fuente.

edificaciones, instalaciones, obras lineales o cualesquiera otras que constituyan un obstáculo significativo al flujo del agua.

- iii. Terrenos inundables con  $t =$  entre 100 y 500 años: No se permitirá las industrias contaminantes según la legislación vigente o con riesgo inherente de accidentes graves (artículo 14).

El PPAI aún no ha sido actualizado y, por tanto, en Andalucía no existe un plan con incidencia territorial específico para la prevención del riesgo de inundación que incluya las novedades normativas, conceptuales y metodológicas de la Directiva 2007/60, como sí ocurre en el caso de la Comunidad Valenciana con la actualización del PATRICOVA en 2015.

### **Comunidad Autónoma de Andalucía: escala subregional**

Se han analizado los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional (Planes Subregionales) del ámbito litoral mediterráneo. Estos planes desarrollan y aplican las determinaciones y orientaciones del POTL y son vinculantes para los planes con incidencia en la ordenación del territorio y el planeamiento urbanístico general. En concreto, en el caso de las inundaciones, los Planes Subregionales delimitarán las zonas inundables y ordenarán los usos.

En Andalucía existen veintidós Planes Subregionales, de los cuales diecisiete han sido aprobados. De ellos, se han analizado aquellos siete pertenecientes al litoral mediterráneo. Todos consideran el riesgo de inundación como el de mayor afección en sus ámbitos de actuación. De manera más explícita se realiza esta identificación en los Planes Subregionales aprobados de 2009 en adelante, en los que, bajo diferentes denominaciones, la memoria de información dedica un apartado o capítulo específico a la consideración del riesgo. En todos ellos, además, se define la doble consideración del riesgo como fenómeno natural potenciado por las actividades humanas y la urbanización (Tabla 5).

En este caso se observa una importante heterogeneidad, tanto en la conceptualización del riesgo de inundación, como en la metodología empleada para su caracterización y en su forma de representarlo. El tratamiento conceptual y metodológico que cada uno de ellos otorga a la caracterización y cartografía de riesgo debiera estar determinado por la diferencia temporal de aprobación entre los que fueron aprobados primero: el Plan de Ordenación del Territorio del Poniente de la Provincia de Almería (2002) y el de la Costa del Sol Oriental-Axarquía (2006). Estos dos planes tienen como referencia el PPAI ya referido. Por el contrario, el resto ha sido aprobado con posterioridad a 2009, año de trasposición de la Directiva 2007/60 (a través del Real Decreto 903/2010), la cual, como ya se ha comentado, introduce novedades importantes en la delimitación y cartografía de las zonas inundables y difiere de los criterios establecidos en el precitado Plan. Sin embargo, los planes referidos mantienen en su normativa sobre zonas inundables la delimitación establecida por el PPAI, tal y como determina el POTL. En este caso, al no haber un plan regional específico para la gestión de las inundaciones adaptado a la Directiva 2007/60, el SNCZI y sus escenarios deberían ser la planificación sectorial a la que se remita la legislación urbanística andaluza.

**TABLA 5 | Tratamiento de la cartografía de inundación en los Planes de Ordenación del Territorio Subregionales de la Comunidad Autónoma de Andalucía**

PLANES SUBREGIONALES	CARTOGRAFÍA DE INUNDACIÓN	CONTENIDO		DESCRIPCIÓN	ESCALA
		P*	V**		
Costa del Sol Oriental-Axarquía (2006)	No incluye cartografía de inundaciones	NO	NO	No aplica	No aplica
Poniente de Almería (2002)	Memoria de información (Mapa de coeficientes de peligrosidad por inundación)	SÍ	NO	<b>Coef. Peligrosidad = 1 peligrosidad alta.</b> Probabilidad de ocurrencia = 1%. Periodo de retorno = 100 años. <b>Coef. Peligrosidad = 1,5 peligrosidad muy alta.</b> Probabilidad de ocurrencia >1%. Periodo de retorno <100 años.	1: 250.000
	Memoria de información (Mapa de riesgo por inundación)	SÍ	NO	<b>Bajo:</b> 1 < Matriz de impactos x. Coeficiente peligrosidad < 40. <b>Medio:</b> 41 < Matriz de impactos x. Coeficiente peligrosidad <80. <b>Alto:</b> 80 < Matriz de impactos x. Coeficiente de peligrosidad <132.	Escala gráfica. Muy bajo nivel de detalle.
Aglomeración Urbana de Málaga (2011)	No incluye cartografía de riesgo de inundaciones	NO	NO	No aplica	No aplica
Campo de Gibraltar (2011)	Memoria de información (Mapa de riesgos)	SÍ	NO	Zonas inundables y cauces con peligrosidad media y alta. No se explica qué criterios se usan para definir dicha peligrosidad.	El mapa no tiene escala y aparece a un nivel de detalle muy bajo.
	Cartografía (Plano de propuestas de ordenación de usos y protección de recursos)	NO	NO	Zonas cautelares por riesgo de inundación.	1: 70.000
Costa Tropical de Granada (2011)	Memoria de información (Mapa de riesgos)	NO	NO	Zonas sometidas a riesgo de inundación. No especifica los criterios para caracterizar el riesgo.	Escala gráfica. Muy bajo nivel de detalle.
	Cartografía (Plano de protección y riesgos)	NO	NO	Zonas inundables, zonas inundables del bajo Guadalfeo, playas en proceso de regresión, suelo urbano, ríos, embalses y los suelos con pendientes superiores al 50% y 35%.	Escala gráfica. Muy bajo nivel de detalle.
Aglomeración Urbana de Almería (2011)	No incluye cartografía de inundaciones	NO	NO	No aplica	No aplica



PLANES SUBREGIONALES	CARTOGRAFÍA DE INUNDACIÓN	CONTENIDO		DESCRIPCIÓN	ESCALA
		P*	V**		
Levante de Almería (2009)	Cartografía (Protección y mejora de los recursos naturales y riesgos)	NO	NO	Zonas inundables junto con otros riesgos (No especifica su delimitación y otros elementos territoriales). No específico de inundaciones.	Escala gráfica. Muy bajo nivel de detalle.

\* PELIGROSIDAD

\*\* VULNERABILIDAD

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### Comunidad Autónoma de Andalucía: escala local

Solo 162 de los 786 municipios andaluces han aprobado o revisado sus PGOU con posterioridad al año 2008. Se han analizado seis de ellos, que destacan por su nivel de riesgo de inundación, de acuerdo al PPAI (Tabla 6).

TABLA 6 | Tratamiento de la cartografía de riesgo de inundaciones en los seis municipios seleccionados de Andalucía

MUNICIPIO Y FECHA DE APROBACIÓN	CARTOGRAFÍA DE INUNDACIÓN	CONTENIDO		DESCRIPCIÓN	ESCALA
		P*	V**		
Málaga (Málaga), 2011	Planos de información (Medio físico. 1.6 Procesos y riesgos. Inundabilidad).	SÍ	NO	Tres categorías de riesgo de inundación: muy grave, grave, moderado. No especifica los criterios que utiliza para determinar las tres categorías de riesgo. No define qué se interpreta por riesgos. No define ni diferencia la peligrosidad y la vulnerabilidad. No utiliza ni hace alusiones al SNCZI.	1:20.000
	Planos de información (1.5.2 Hidrología superficial y costas. Dominio público y zonas inundables. Línea Marítimo-Terrestre).	SÍ	NO	Se identifica el límite de las zonas inundables. No se especifican los criterios utilizados para caracterizar las llanuras de inundación. Tampoco se utilizan las categorías de riesgo utilizadas en los planos de información.	1: 20.000
	Plano de propuesta → Ordenación estructural → suelo no urbanizable.	SÍ	NO	Se incluyen las llanuras de inundación dentro de las zonas de protección urbanísticas del PGOU. No se especifican los criterios utilizados para caracterizar las llanuras de inundación. Tampoco se utilizan las categorías de riesgo utilizadas en los planos de información.	1:20.000

MUNICIPIO Y FECHA DE APROBACIÓN	CARTOGRAFÍA DE INUNDACIÓN	CONTENIDO		DESCRIPCIÓN	ESCALA
		P*	V**		
Antequera (Málaga), 2010	Memoria de información (Plano 16. Inundación y puntos de riesgo).	NO	NO	Se representan en forma de puntos los puntos de riesgo que se clasifican en las siguientes categorías: escaso, grave y moderado.	1:50.000
Sopórtujar (Granada), 2015	No incluye cartografía de riesgo de inundación (ni de otro tipo de riesgos).	NO	NO	No aplica	No aplica
Jerez de la Frontera (Cádiz), 2017	No incluye cartografía de riesgo de inundación (ni de otro tipo de riesgos).	NO	NO	No aplica	No aplica
Estepona (Málaga), 2010	No incluye cartografía de riesgo de inundación (ni de otro tipo de riesgos).	NO	NO	No aplica	No aplica
El Ejido (Al- mería), 2008	Plano Estructura general del territorio. Clasificación del suelo. Categoría suelo no urbanizable de protección por legislación específica.	NO	NO	Incluye cartografía sobre "Suelos de riesgos naturales" pero no especifica a qué riesgos se refiere.	No aplica

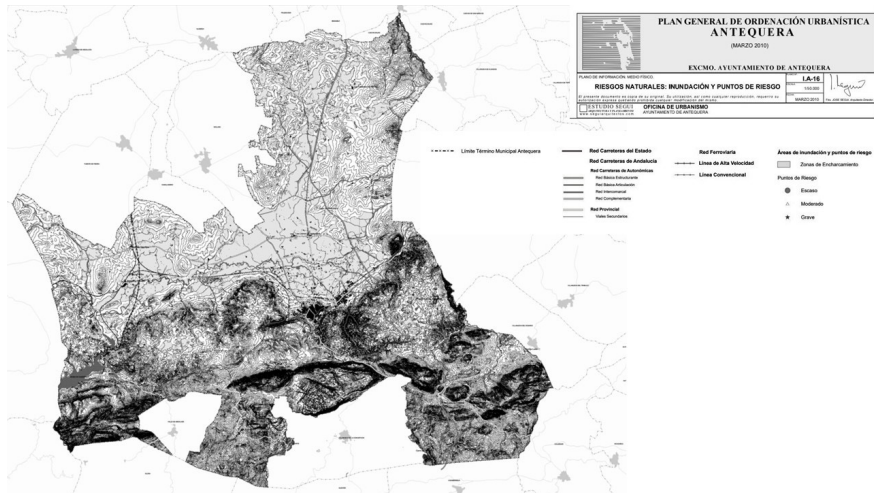
\* PELIGROSIDAD

\*\* VULNERABILIDAD

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La mitad de los planes analizados no incluye cartografía del riesgo de inundación, y los que si la incluyen presentan una gran heterogeneidad en cuanto a la conceptualización, la metodología y la representación cartografía del riesgo de inundación. Los documentos de planificación de escala local no cumplen, de forma general, con la obligación de incluir cartografía de riesgo de inundación. En el ejemplo de la Figura 4 se identifican las zonas inundables a través de puntos y no de polígonos. No se explica la metodología utilizada y el nivel de detalle es muy bajo.

FIGURA 4 | Plano 16. Inundación y puntos de riesgo. PGOU Antequera (Málaga)



FUENTE: PGOU ANTEQUERA (MÁLAGA). [HTTPS://WWW.ANTEQUERA.ES/NORMATIVA/PLAN-GENERAL-DE-ORDENACION-URBANISTICA/PLAN-GENERAL-ORDENACION-URBANA/](https://www.antequera.es/normativa/plan-general-de-ordenacion-urbanistica/plan-general-ordenacion-urbana/)

## Discusión y conclusiones

El riesgo de inundación se reconoce como el de mayor afección en todos los planes regionales y subregionales analizados de ambos territorios. Sin embargo, la importancia otorgada a este riesgo desaparece en prácticamente todos los documentos de planificación urbana analizados. A nivel conceptual, la normativa reconoce la doble consideración del riesgo como producto de peligro y de vulnerabilidad. Además, existe consenso sobre la utilidad y el potencial que la cartografía de riesgo de inundación, actualizada y a las escalas adecuadas, puede tener en materia de prevención y mitigación de este riesgo. Sin embargo, se puede afirmar que, en la práctica y de forma generalizada, no existe una cartografía de riesgo que pueda adaptarse a las distintas escalas de la ordenación del territorio, especialmente a la local, y que tenga una renovación periódica (Olcina et al., 2018). Aunque se reconoce la vulnerabilidad a nivel conceptual, en la práctica los planes subregionales, y sobre todo los urbanos, no consideran esta dimensión del riesgo en la cartografía. La mayoría de los mapas de riesgo utilizados en la planificación territorial son, de hecho, mapas de peligrosidad de inundación. Se observa, además, una importante brecha entre los avances realizados gracias al desarrollo de las tecnologías de la información cartográfica para la elaboración de cartografía de peligrosidad y vulnerabilidad en las publicaciones científicas, que incorporan la modelización de procesos y la simulación de escenarios, y la cartografía utilizada en los documentos de planificación, estática y en muchos casos realizada mediante técnicas y herramientas en desuso. En este sentido, la utilización de la herramienta de planificación de la infraestructura verde, como sistema de gestión cartográfica para la determinación de los espacios que

deben tener un tratamiento especial en sus usos del suelo (protección, restricción, conservación) se presenta como una apuesta interesante que ya se está aplicando en diversas comunidades autónomas de España.

En el caso de la Comunidad Valenciana, el PATRICOVA adapta los contenidos de la Directiva 2007/60 e incluye un apartado sobre la caracterización de la vulnerabilidad. Sin embargo, su normativa establece la limitación de los usos del suelo en función de la peligrosidad –periodo de retorno y calado– (arts. 17 a 20). La Directiva 60/2007/CE no establece un procedimiento en relación con la vulnerabilidad, como sí lo hace con la caracterización de la peligrosidad, por lo que en la práctica cada administración utiliza la metodología que mejor considera o se adecua a su situación, o directamente no la incluye, como ocurre en la mayoría de los casos analizados. La estimación de la vulnerabilidad a través de variables tanto cuantitativas como cualitativas y la determinación de la importancia de cada una de ellas ante un suceso de inundación, dificultan los procedimientos para cartografiarla y plantea uno de los principales retos para una valoración completa del riesgo de inundación.

Se observa una falta de uniformidad a la hora de establecer los criterios conceptuales y metodológicos para el tratamiento de la elaboración de la cartografía tanto entre las dos comunidades autónomas analizadas, como en el seno de cada una de ellas y entre los distintos planes y escalas de la planificación territorial. Esta diversidad en el tratamiento del riesgo y de la cartografía se observa de manera más clara en los planes de ordenación urbana, por la vaguedad de la redacción del artículo 22 de la Ley de Suelo estatal, que, presumiblemente, tendrá que concretarse en su adaptación en las comunidades autónomas. Además, este hecho se acentúa en Andalucía, donde no existe un plan específico de referencia adaptado a la Directiva 2007/60 para la evaluación y gestión del riesgo de inundación y, por tanto, cada administración actúa de forma autónoma sin un marco de referencia previamente establecido al que adaptarse. En este caso, la cartografía de referencia es la derivada del SNCZI y de los planes de gestión del riesgo de inundación con incidencia en el territorio andaluz. La interoperabilidad de los datos generados a nivel regional o a nivel nacional es una cualidad fundamental sobre la que los gestores y técnicos municipales deben apoyarse como base para adaptar la cartografía en las escalas de detalle de la planificación territorial.

La legislación española en materia de riesgos naturales, de carácter sectorial, y su relación con la ordenación del territorio debería ir un poco más allá en las prácticas de regulación de los usos del suelo. Siguiendo el modelo francés de la normativa ambiental, que impone la realización de planes de prevención de riesgos en la escala local, es necesario que la consideración del alto riesgo de inundación de un área suponga no solo restricciones de usos futuros del suelo en las áreas no actuadas, sino desalojo de espacios urbanizados con esta consideración, bien con medidas directas de expropiación o canje de terrenos o, al menos en una primera fase, con la calificación de estas áreas con una condición de ‘zonas de sacrificio’ que no puedan renovar en el futuro su condición de áreas con uso residencial, comercial o de equipamiento. La aprobación de la Ley de Costas de 2013 (Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas), y su reglamento de 2014 (Real Decreto 876/2014, de 10 de

octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas), con su medida de ampliación de las concesiones durante varias décadas a los bienes situados en dominio público, ha significado una desafortunada lección para la disminución de áreas con alta exposición ante un peligro natural (temporales marítimos, en este caso) y una apuesta por la 'propiedad' del suelo por encima de la salvaguarda de la vida de las personas.

La planificación racional de usos del suelo es una apuesta irrenunciable de nuestra sociedad actual, pero su utilización como proceso jurídico-administrativo útil para la reducción del riesgo natural no va a tener efectos visibles si no se cumplen las siguientes premisas:

- i. Elaboración científica rigurosa de la cartografía de riesgo natural, como instrumento básico de acreditación jurídica del riesgo. La autoría de un mapa de riesgo natural incluye un componente ético de elevada profesionalidad, puesto que el trazado de la línea que limita un área de elevado riesgo implica, en última instancia, la salvaguarda de la vida de personas (Olcina & Díez-Herrero, 2017).
- ii. Comprobación efectiva de la documentación incluida en los informes de sostenibilidad ambiental por parte de las administraciones encargadas de ello: local, en primera instancia, y regional, en la aprobación definitiva. La falta de mapas de riesgo natural o su deficiente elaboración debe ser motivo de paralización inmediata de un plan de ordenación territorial en cualquier escala de trabajo.
- iii. Incorporación, en las fases de tramitación administrativa de los planes territoriales, de profesionales especializados en análisis de riesgo para la evaluación detallada de la documentación referida a esta cuestión.
- iv. Ampliación, en las normativas del suelo y ordenación del territorio, de la casuística para la clasificación de un área como espacio no apto para la urbanización, a las áreas ya indebidamente ocupadas, con la inclusión de supuestos de expropiación forzosa y canje de terrenos en casos de espacios con categoría de alto riesgo en la cartografía elaborada.
- v. Actualización periódica de las cartografías de riesgo, especialmente de los mapas de vulnerabilidad, para que puedan ser un instrumento útil de reducción del riesgo.

En los últimos años, la ordenación del territorio ha ido ganando protagonismo como instrumento para la reducción del riesgo. Pero la materialización de sus efectos requiere que tanto los profesionales de los equipos redactores, como el personal administrativo que debe vigilar el cumplimiento de los preceptos legales incluidos en estos procesos, así como la parte política que sanciona en última instancia los planes de ordenación del territorio, manifiesten una creencia absoluta en la capacidad de la ordenación del territorio como herramienta para la mejor gestión ambiental y de los socioecosistemas, cuyo funcionamiento incluye también extremos que generan riesgo en las áreas geográficas objeto de actuación.

### Referencias bibliográficas

- 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>
- 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>
- Chacón, J. (Dir.). (2018). *Perfil ambiental de España 2017*. Ministerio para la Transición Ecológica, Gobierno de España.
- CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) & UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). (2018). *Economic losses, poverty & disasters: 1998-2017*. [https://www.unisdr.org/files/61119\\_credeconomiclosses.pdf](https://www.unisdr.org/files/61119_credeconomiclosses.pdf)
- 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>
- 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>
- Elorrieta, B., Olcina, J. & Sánchez, D. (2016). La sostenibilidad en la planificación territorial de escala regional: estudio de casos. *Cuadernos Geográficos*, 55(1), 149-175. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/3308>
- European Environmental Agency. (2016). *Urban adaptation to climate change in Europe 2016 – transforming cities in a changing climate*. EEA Report N° 12/2016. Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-2016>
- European Environmental Agency. (2017). *Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. Enhancing coherence of the knowledge base, policies and practice (2017)*. EEA Report N° 15/2017. Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>
- European Environmental Agency. (2018). *National climate change vulnerability and risk assessments in Europe*. EEA Report N° 1/2018. Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>
- EM-DAT: The International Disaster Database. (2020). *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)*. [www.emdat.be](http://www.emdat.be)

- Feria J. M. & Santiago, J. (2017). Naturaleza y ciudad. Perspectivas para la ordenación de la infraestructura verde en los planes territoriales metropolitanos en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (74), 117-141. <https://doi.org/10.21138/bage.2447>
- Galland, D. & Harrison, J. (2020). Conceptualising metropolitan regions: How institutions, policies, spatial imaginaries and planning are influencing metropolitan development. En K. Zimmermann, D. Gallans & J. Harrison, *Metropolitan regions, planning and governance* (pp. 1-21). Springer.
- Garrote, J., Bernal, N., Díez-Herrero, A., Martins, L. R. & Bodoque, J. M. (2019). Civil engineering works versus self-protection measures for the mitigation of floods economic risk. A case study from a new classification criterion for cost-benefit analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101157>
- González García, J. L. (Ed.). (2009). *Mapas de riesgos naturales en la ordenación urbanística*. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.
- Hamid, H. T. A., Welong, W. & Qiaomin, L. (2020). Environmental sensitivity of flash flood hazard using geospatial techniques (2020). *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). En R. García, F. Alonso, F. Belmonte & D. Moreno (Eds.), *Actas del xv Coloquio Ibérico de Geografía 2016. Retos y tendencias de la Geografía Ibérica* (pp. 237-246).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [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 (Eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 pp. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).
- Olcina, J. (2017). ¿Es la ordenación del territorio una medida eficaz contra el riesgo de inundaciones en España? En E. Arana García (Dir.), *Riesgos naturales y Derecho: una perspectiva interdisciplinar* (pp. 63-82). Editorial Dykinson.
- Olcina, J. & Díez-Herrero, A. (2017). Cartografía de inundaciones en España. *Estudios Geográficos*, 78(282), 283-315. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201710>
- Olcina, J., Morote, A. & 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 de Granada*, 57(3), 152-176. <http://dx.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*, 25(1), 41-58. <http://dx.doi.org/10.1108/DPM-05-2015-0108>

- Ollero, A. (2014). Un necesario cambio de visión y de estrategia en la gestión de las inundaciones. *Tecnoaqua*, 12, 122-124.
- 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>
- 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. (2015). Housing bubbles and the increase of flood exposure. Failures in flood risk management on the Spanish south-eastern coast (1975-2013). *Journal of Flood Risk Management*, 11(51), S302-S313. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12207>
- 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. *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales*, 42(127), 231-256. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000300010>
- 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 (CYTET)*, 50(197), 417-438. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76674>
- 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.
- 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>
- UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). (2019). *Making Cities Resilient Report 2019: A snapshot of how local governments progress in reducing disaster risks in alignment with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*. [https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/documents/UNDRR\\_Making%20Cities%20Resilient%20Report%202019\\_April2019.pdf](https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/documents/UNDRR_Making%20Cities%20Resilient%20Report%202019_April2019.pdf)



- UNISDR (United Nation Office for Disaster Risk Reduction). (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendai-frameworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendai-frameworkfordisasterri.pdf)
- 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.ijdrr.2016.03.012>