



# NATURALEZA, TERRITORIO Y CIUDAD EN UN MUNDO GLOBAL

Actas del XXV Congreso de la Asociación  
de Geógrafos Españoles

Allende Álvarez, F  
Cañada Torrecilla, R  
Fernández Mayoralas, G  
Gómez Mediavilla, G  
López Estébanez, N  
Palacios García, A  
Rojo Pérez, F  
Vidal Domínguez, MJ  
(Eds.)



Madrid, 25 al 27 de octubre de 2017  
**50 AÑOS DE CONGRESOS DE GEOGRAFÍA**



ISBN 978-84-8344

## CRÉDITOS

ISBN 978-84-8344

© Editores:

Allende Álvarez, F  
Cañada Torrecilla, R  
Fernández Mayoralas, G  
Gómez Mediavilla, G  
López Estébanez, N  
Palacios García, A  
Rojo Pérez, F  
Vidal Domínguez, MJ

© De los textos y las imágenes, sus autores

Organizadores:



Patrocinadores:



Colaboradores:



© Departamento de Geografía  
Universidad Autónoma de Madrid  
C/Tomás y Valiente, 1, 28049 Madrid  
Cantoblanco, abril 2018



## INCORPORACIÓN DE LA PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA VERDE DE LA COMUNITAT VALENCIANA A ESCALA MUNICIPAL: EL CASO DEL PLAN GENERAL ESTRUCTURAL DE MONÒVER (ALACANT)

Antonio Prieto Cerdán<sup>1</sup>, Estela García Botella<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Alicante, Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Ap. 99, 03080, Alicante, España. [a.prieto@ua.es](mailto:a.prieto@ua.es)

<sup>2</sup> Universidad de Alicante, Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Ap. 99, 03080, Alicante, España. [estela.garcia@ua.es](mailto:estela.garcia@ua.es)

### RESUMEN

La Infraestructura Verde se incorpora a la legislación valenciana en la Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana, dentro de este sistema territorial básico, se incluyen las áreas críticas del territorio cuya transformación implique riesgos ambientales para la comunidad y, entre sus funciones, está el evitar los procesos de implantación urbana en los suelos sometidos a riesgos naturales e inducidos, de carácter significativo.

Por otro lado, el Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de Acción Territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA) determina, en su artículo 14, que las zonas de peligrosidad de inundación de niveles 1 a 6 definidas en su cartografía forman parte de la Infraestructura Verde, y su caracterización y definición es anterior a cualquier actuación que se proponga sobre el territorio.

En esta comunicación se propone la metodología utilizada en el caso de la incorporación de las áreas de riesgo de inundación dentro de la propuesta de zonificación del Plan General Estructural de Monòver (Alacant), integradas en la Infraestructura Verde municipal, como ordenación estructural con una normativa urbanística específica.

**Palabras clave:** inundabilidad, riesgos naturales, planeamiento, urbanismo, TIG.

### ABSTRACT

The Green Infrastructure got incorporated into the Valencian legislation in Law 5/2014 of 25 July, of the Generalitat, Territorial Planning, Urbanism and Landscape of the Region of Valencia, within this basic territorial system, include the critical areas of the territory whose transformation implies environmental risks for the community and, among its functions, is to avoid the processes of urban implantation in soils subjected to natural and induced risks of a significant character.

On the other hand, Decree 201/2015, of 29 October, of the Consell, approving the Territorial Action Plan on the prevention of flood risk in the Region of Valencia (PATRICOVA) states in article 14 that zones of danger of flood of levels 1 to 6 defined in their cartography are part of the Green Infrastructure, and its characterization and definition is previous to any action that is proposed on the territory.

This communication proposes the methodology used in the case of the incorporation of flood risk areas within the zoning proposal of the General Structural Plan of Monòver (Alacant), integrated in the municipal Green Infrastructure, as structural planning with a normative urban development.

**Keywords:** inundability, natural risks, planning, urban planning, GIS.

### 1. ANTECEDENTES

La Comunitat Valenciana fue la primera en incorporar los conceptos de Infraestructura Verde a su legislación autonómica, con la aprobación de la *Ley 4/2004, de 30 de junio, de Ordenación del Territorio y Protección del*

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*

Paisaje y el Decreto 120/2006, de 11 de agosto, del Consell, por el que se aprobó el Reglamento de Paisaje, en el que se definía el Sistema de Espacios Abiertos como precedente de lo que, en el año 2013, formularía el Comité de las Regiones de la Unión Europea en su *Dictamen 2013/C 356/08* con el título “*Infraestructura Verde: mejora del capital natural de Europa*”.

La inclusión específica dentro de la Infraestructura Verde de los espacios susceptibles de riesgos naturales o inducidos aparece por primera vez con la aprobación del Decreto 1/2011, de 13 de enero, del Consell, mediante el que se aprobó la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana (ETCV). Así, en el apartado h) de la Directriz 38, entre los espacios que integran la Infraestructura Verde de la Comunitat Valenciana, se incluyen “*Las zonas que se encuentren sometidas a riesgo de inundación, de acuerdo con lo establecido al respecto en el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana y sus modificaciones y revisiones*”. Asimismo, la ETCV desarrolla, en el capítulo IX, las directrices 65 y 66, relativas a los riesgos territoriales e inducidos, estableciendo como uno de los principios directores de la planificación y gestión de los mismos que los futuros desarrollos urbanísticos y territoriales serán orientados hacia zonas exentas de riesgos, incluyendo los efectos derivados del cambio climático y aplicando el principio de precaución en los territorios con elevados riesgos, incidiendo en la importancia de la gestión de la infraestructura verde como herramienta de protección de la población frente a los mismos.

En la actualidad, la vigente Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP) redefine, en su artículo 5, los espacios que integran a Infraestructura Verde que, en su apartado k), incluye “*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 la presente ley, por la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana o por los instrumentos que la desarrollan*”, entre los que se encuentra el Plan de Acción Territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA). Por otro lado, en el Anexo IV de esta ley, dentro de la clasificación de las zonas de ordenación de suelo rural, que se clasifican como suelo no urbanizable, atendiendo al uso predominante en cada una de ellas, se diferencia una zona específica denominada como Zona Rural Protegida por Riesgos para aquellos terrenos en los que esté acreditada la presencia, entre otros, de un importante riesgo de inundación que desaconseje su transformación.

El PATRICOVA determina que las zonas de peligrosidad de inundación a través de la definición de niveles en su cartografía, dependiendo del período de retorno y de calado estimado. En 2015, mediante el Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, se aprobó la revisión del PATRICOVA, vigente desde 2003. En el artículo 2.e de su normativa se establece como objetivo la gestión de las zonas inundables dentro del sistema territorial de la Infraestructura Verde; mientras que en el artículo 14 se determina que las zonas de peligrosidad de inundación de niveles 1 a 6 forman parte de la Infraestructura Verde del territorio, mientras que los terrenos afectados por peligrosidad geomorfológica podrán ser incluidos igualmente por la planificación territorial y urbanística de carácter estructural de planeamiento municipal. Asimismo, se especifica que la caracterización de la Infraestructura Verde será previa a cualquier actuación sobre el territorio y la exclusión de una zona inundable de la misma requerirá una adecuada justificación.

Todo ello genera la necesidad de incluir la peligrosidad en el planeamiento para evitar crear, fomentar o mantener elementos vulnerables que acaben convirtiendo esa peligrosidad en riesgo. Así lo ratificaron los resultados del PATRICOVA ya que la mayor parte de problemas de inundación van asociados a un crecimiento urbano reciente y mal planificado. Por este motivo, en su revisión de 2015, la cartografía generada diferencia claramente entre peligrosidad y riesgo.

Las inundaciones son los desastres naturales con mayor repercusión socioeconómica, ya que son las causantes de un mayor número de pérdidas económicas y de vidas humanas. Aunque son fenómenos naturales que no

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*

pueden evitarse, algunas actividades humanas están contribuyendo a aumentar las probabilidades de que ocurran, ya que el hombre no actúa sólo como un agente pasivo que sufre las consecuencias sino que, además, actúa como un agente generador, ya sea de forma directa, como elemento modificador de su naturaleza, o indirecta, provocando el incremento de inundaciones a consecuencia de la deforestación (Bescos et al. 2000). Sin embargo, hay que hacer una distinción clara entre peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo. Los fenómenos naturales son, en principio, neutrales y únicamente pueden ser considerados como riesgo cuando constituyen una amenaza para la sociedad. La peligrosidad está referida al suceso natural y a la probabilidad de alcanzar valores extremos, sin tener en cuenta que elementos son vulnerables a ese evento extraordinario. Por otro lado, la vulnerabilidad establece el grado de adaptación de las sociedades susceptibles de ser afectadas y su capacidad de afrontar el peligro. La combinación de ambas daría como resultado el riesgo, ya que no se puede hablar de riesgo si no hay ningún elemento que pueda verse vulnerado, por lo que “sin hombre no hay riesgo”. Los Estudios de Inundabilidad realizados no dejan de ser, por tanto, un estudio de peligrosidad, centrado en el comportamiento del sistema fluvial en momentos de crecida (Camarasa et al. y 2008).

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE MONÓVER (ALICANTE)

El término municipal de Monóver, con una superficie de 152,3 km<sup>2</sup> y una población de 12.381 habitantes (INE, 2015), se localiza en el interior de la provincia de Alicante, en el sector central de la comarca del Medio Vinalopó, limitando con los municipios de Salinas y Villena al norte, Elda al este, Novelda y La Romana al sur, y El Pinós al oeste. La población se concentra mayoritariamente en el núcleo urbano de Monóver (93,7%), aunque también se distribuye en cuatro pedanías, algunas con diversos núcleos, como son Les Cases del Senyor, Xinorlet, La Romaneta (Cases de Sanchís, La Romaneta) y El Fondó (Les Canyades de Don Ciro, Les Casetes de Joan Blanco, El Derramador, El Fondó, El Manyà).

Se trata de un territorio compartimentado en tres grandes sectores, de este a oeste: la ciudad de Monóver se emplaza en la unidad de la Depresión de Elda-Petrer-Monóver, condicionada por el diapirismo que caracteriza la Fosa Estructural Triásica del río Vinalopó; el sector serrano central dominado por las alineaciones béticas con las elevaciones de la Serra de les Pedrisses, la Serra de Beties, la Peña de la Safra y la Serra de l’Ombria; y la llanura occidental de los parajes de Pla de Manyà y El Fondó, que conforman un área semiendorreica cerrada al norte por la Sierra de Salinas y el Alto de don Pedro, El Xirivell al oeste y la Serra del Reclot y el Monte Coto al sur; integradas todas ellas en el Prebético interno alicantino. Así, es posible encontrar una gran variedad de materiales litológicos, desde depósitos cuaternarios a formaciones calizas muy potentes, pasando por las areniscas, margas, arcillas, yesos y diversas combinaciones de todos ellos, lo que ha dado lugar a un territorio con espacios de rasgos muy diferenciados en cuanto a sus morfologías, vegetación, paisajes y aprovechamientos antrópicos.

Monóver se caracteriza por un clima mediterráneo semiárido con algunos rasgos de continentalización, con una temperatura media anual de 14,5°C, con veranos cálidos y secos (agosto, 23,7°C; julio, 23,6°C) e inviernos suaves (enero, 7,2°C; diciembre 7,8°C), aunque son frecuentes los episodios de olas de calor y heladas con temperaturas absolutas de 36,3°C como máxima en julio y de -2,7°C como mínima en enero. Además. Las precipitaciones medias anuales quedan en 323,5 mm, con máximas en primavera (junio, 35,1 mm) y otoño (octubre, 34,9 mm), y un importante estiaje estival (julio 9,7 mm). En este sentido, la mayor precipitación otoñal (102,9 mm) suele venir acompañada de fenómenos tormentosos que desencadenan episodios de lluvias torrenciales que provocan la reactivación de los cauces de ramblas y barrancos en todo el sector.

El término se inserta completamente en la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Júcar y el principal cauce que discurre por el municipio es el río Vinalopó, cuyo cauce se sitúa en el sector más oriental, junto a los límites administrativos con Elda y Novelda. El Vinalopó es un río-rambla con recorrido de poco más

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*

de 80 km y una cuenca de casi 1.700 km<sup>2</sup>, que se caracteriza por su escaso caudal (media de 0,85 m<sup>3</sup>/s), aunque sus avenidas pueden superar caudales superiores a los 200 m<sup>3</sup>/s.

El resto de la red de drenaje superficial de Monóvar lo conforman varios cauces que son zonas inundables de alta probabilidad, vías de intenso desagüe y zonas de graves daños en periodo de lluvias torrenciales. La característica más notable de las ramblas y barrancos de la zona es su irregularidad interanual: frente a las frecuentes épocas sin lluvias (especialmente en verano y menos en invierno, que provocan que el cauce quede seco en muchas ocasiones), siguen períodos de crecida en los que pueden llevar caudales extraordinarios. Los colectores hídricos principales son los siguientes:

- o La rambla de Les Cases del Senyor, con una longitud de 2,2 km, que desciende desde l'Almorquí, en el Monte Coto, hasta la cuenca semiendorreica de Pla de Manyà-El Fondó, conectando con la rambla del Tarafa.
- o La rambla del Xinorlet, con una longitud de 9,3 km, que vehicula las aguas de la rambla del Culebrón y otras menores como las del Xirivell y del Calafuig, hasta la cuenca semiendorreica de Pla de Manyà-El Fondó, conectando con la rambla del Tarafa.
- o El barranc del Derramador, con una longitud de 3,7 km, desciende desde Les Casetes de Joan Blanco hasta la cuenca endorreica de Pla de Manyà-El Fondó; este barranco se alimenta de la rambla d'Ubeda y de la rambla d'Escrivà que descienden de Les Canyades de Don Ciro.
- o La rambla del Tarafa, con una longitud de 7 km, que desciende desde el paraje de l'Ombria dels Serrans, en la Peña de la Safra, pasando por la pedanía de La Romaneta hasta alcanzar los términos de La Romana y Aspe, donde se confluye con el río Vinalopó, constituyendo su principal afluente.
- o La rambla de la Tia Joana, por la confluencia de la barranc de la Niuera y la rambla dels Garrofers que descienden de la Serra de l'Ombria, para atravesar los parajes de La Pedrera y La Canyaeta, al norte de la ciudad.
- o La rambla del Salitre, con una longitud de 4,3 km, recibe las aguas de diversos colectores como las ramblas de la Gorra, de Belig, de Saurí o del Bull, para atravesar la ciudad por el sur mediante un entubamiento subterráneo sobre el que se ha habilitado el parque más grande de la localidad. La rambla desemboca en el río Vinalopó en el paraje dels Molins.

El vigente Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) fue aprobado en el año 1985, clasificando el suelo en urbano, urbanizable no programado (sectores de El Safareig y La Retjola, respectivamente al este y sur de la ciudad) y no urbanizable (98% del municipio), diferenciando entre general, extractivo y protegido. En 2007, tras 22 años de vigencia, el Ajuntament de Monóvar comenzó la redacción de la revisión del Plan General que ha sufrido diferentes retrasos y paralizaciones hasta que, en 2016 se reanudan los trabajos, partiendo del Documento de Referencia aprobado mediante acuerdo de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Generalitat Valenciana de 9 de febrero de 2012, incorporando el procedimiento de evaluación ambiental y territorial estratégica al nuevo Plan General Estructural (PGE), con arreglo a lo dispuesto en la Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje.

Durante la redacción de la revisión, a finales de la década de los años 2000, al amparo de la expansión inmobiliaria, se promovieron diversas modificaciones puntuales de planeamiento que pretendían reclasificar sectores residenciales por todo el término municipal, con una superficie total de casi 14 millones de m<sup>2</sup> y un techo potencial de 23.000 viviendas. Sin embargo, tan sólo se aprobaron y comenzaron a ejecutarse dos: El Safareig, con 245 viviendas (suelo urbanizable del PGOU de 1985), y Gran Monóvar Ecociudad, con 828 viviendas, en un paraje alejado de la ciudad histórica y su ensanche, como Plan de Actuación Integrada de carácter reclasificadorio.

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*

Entre los informes sectoriales del Documento de Referencia figurada el del Servicio de Ordenación del Territorio, relativo al PATRICOVA, en el que se indicaba que el suelo afectado por riesgo de inundación no podría ser objeto de reclasificación como suelo urbano o urbanizable, a la vez que alertaba de la peligrosidad de inundación de las ramblas del Salitre y Tia Joana, al norte y sur de la ciudad, y de las ramblas de Les Cases del Senyor y de Xinorlet, por afectar a las pedanías más pobladas del sector occidental del municipio.

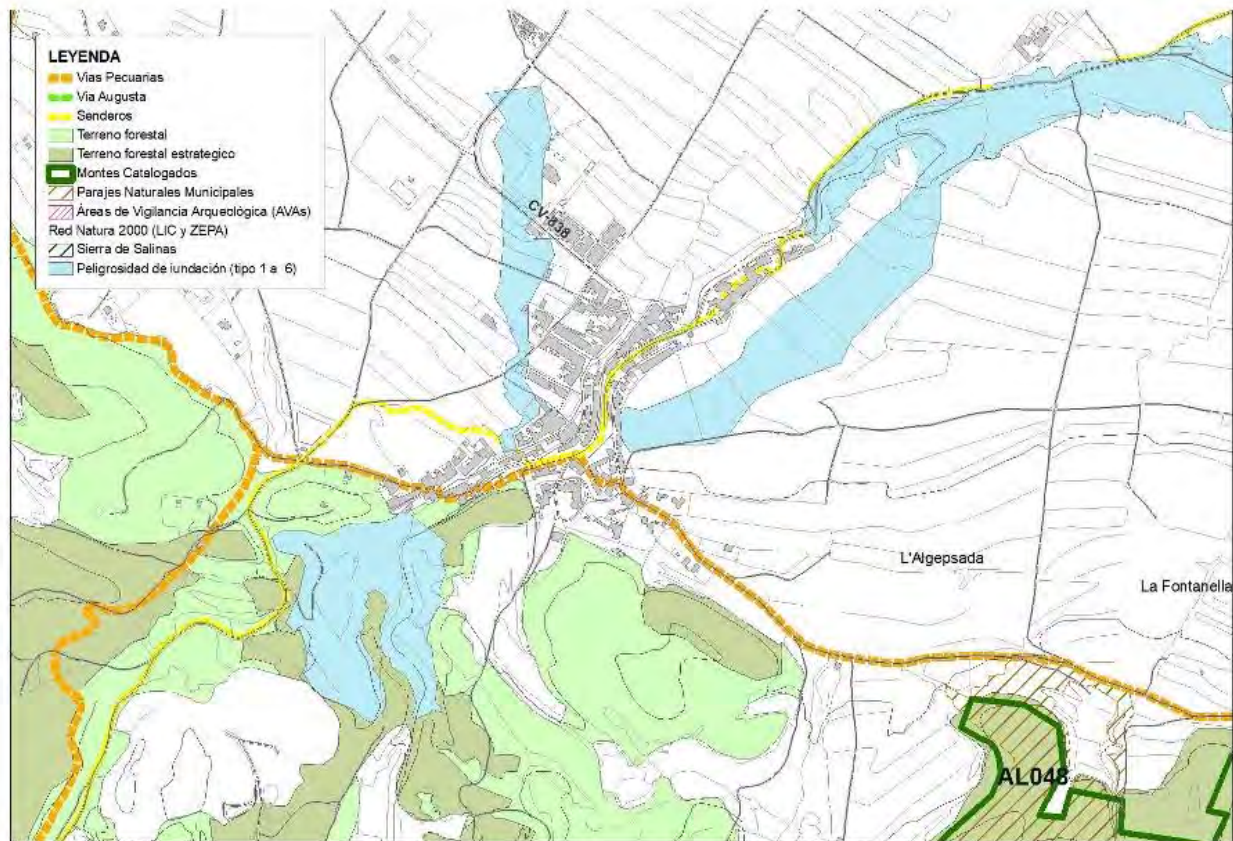
### 3. CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE MUNICIPAL

La Infraestructura Verde se integra en la propuesta del Plan General Estructural de Monóvar (Prieto et al., 2016) como una red de espacios públicos que conecta los principales elementos representativos del paisaje local como los recursos paisajísticos, los elementos catalogados, los nodos ciudadanos de actividad y los itinerarios más frecuentados por la población en sus desplazamientos, creando así un conjunto amplio de espacios abiertos que también aseguran la conectividad ecológica y funcional del territorio a escala municipal, tanto a nivel natural como social y cultural.

En este sentido, se incorporan a la Infraestructura Verde municipal monovera los espacios naturales protegidos (LIC y ZEPA Serra de Salines; Paraje Natural Municipal de Monte Coto); todos los cauces de la red hidrográfica primaria del municipio, entre los que destacan los principales colectores como son el río Vinalopó y las ramblas del Salitre, del Safareig, de la Tia Joana, de les Cases del Senyor, del Xinorlet, del Tarafa, y los barrancos del Derramador y de la Buitrera; los suelos forestales no incluidos en los límites de los espacios naturales protegidos, como la Serra de l'Ombria, la Serra de Beties, la Serra de les Pedrisses, l'Alt de don Pedro-La Sima y la Serra del Reclot.

En el caso concreto del entorno de la pedanía de Les Cases del Senyor (Figura 1), localizada en el sector oriental del término municipal, se integran en la Infraestructura Verde del PGE los terrenos forestales de los parajes de l'Almorquí, La Carrasca y El Llebrero; los montes de utilidad pública (AL048, Monte Coto); las vías pecuarias de la Colada de la Mina y la Vereda del Cabeçó; el sendero homologado de gran recorrido GR-7; y las áreas de peligrosidad de inundación, entre las que destaca el cauce de la rambla de Les Cases (aguas abajo denominada de La Romana), con peligrosidad de nivel 4, es decir, con un período de retorno de frecuencia media (100 años) y calado bajo (< 80 cm).

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*



**Figura 1.** Infraestructura Verde del PGE de Monóvar en el entorno de la pedanía de Les Cases del Senyor.

#### 4. ANÁLISIS DE LA PELIGROSIDAD DE INUNDACIÓN

El cálculo de la peligrosidad por inundación puede ser abordado desde diferentes perspectivas empleando, de forma integrada y complementaria, una serie de técnicas y procedimientos como son los métodos histórico-paleohidrológicos, geológicos-geomorfológicos o hidrológicos-hidráulicos (Díez 2011). A su vez, cualquier Estudio de Inundabilidad que se lleve a cabo en la Comunitat Valenciana debe contemplar la cartografía del PATRICOVA que indica, claramente, los análisis detallados por los que debe estar integrado (geomorfológico, hidrológico, inundaciones históricas, hidráulico y una cartografía de riesgo). De esta forma, se consigue combinar todas las perspectivas mencionadas con anterioridad. Por otro lado, el *Real Decreto 9/2008, 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico* determina que deben ponerse todos los métodos en igualdad de condiciones y han de ser observados tanto para la delimitación del cauce natural, las zonas de flujo preferente y, por ende, la peligrosidad. Así, en la *Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras* se recoge igualmente, afectando especialmente a las ramblas mediterráneas y donde toman mayor protagonismo los parámetros geomorfológicos hasta cobrar la relevancia que se merecen en el desarrollo de este tipo de estudios, equiparándose, en teoría, al resto de apartados. El uso combinado de diferentes métodos (estadísticos, hidrometeorológicos, hidráulicos, cartográficos y geomorfológicos) constituye una vía de aproximación al problema interdisciplinar y complementaria que ayuda a superar la notable deficiencia de información hidrológica (Bescos et al. 2000).



*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*

Aunque el empleo de criterios y métodos geomorfológicos o históricos, tanto en el contexto científico o técnicos, ha sido una constante en la delimitación cartográfica de zonas inundables los resultados han sido, con frecuencia, tratados como meros anexos, pasos intermedios o información complementaria, sin que tuvieran reflejo en la zonación final, en la que pesaban más los aspectos y métodos hidrológico-hidráulicos clásicos (Morales et al. 2010).

La metodología de los Estudios de Inundabilidad está claramente definida pero, a su vez, fuertemente determinada por los programas utilizados para esa modelización hidráulica. El objetivo principal de la modelización hidráulica es convertir los caudales hidrológicos en límites y calados de la zona de inundación. Sin embargo, un problema que se repite con demasiada frecuencia suele ser la mayor preponderancia que se le da a la modelización hidráulica, ya que las metodologías basadas en teorías hidrológicas, o modelos estrictamente hidráulicos, son siempre las más utilizadas para la modelización, sobre todo en sistemas de drenaje efímero propios de medios áridos y semiáridos (Conesa et al. 2003), priorizándolo sobre el resto de métodos. Por lo que el estudio hidrológico/hidráulico, que debe ser una parte más del Estudio de Inundabilidad se acaba convirtiendo en la de más peso, ocupando gran parte de su extensión.

El trabajo que se ha desarrollado para la determinación de los niveles de peligrosidad en el término municipal de Monóvar ha tenido en cuenta todos y cada uno de estos aspectos y sigue la siguiente metodología. En primer lugar, durante el trabajo de gabinete se ha recopilado toda la documentación necesaria para una primera aproximación al ámbito de estudio, tanto información gráfica de referencia (base cartográfica valenciana bcv05, ortofotografía aérea de diferentes años, modelos digitales del terreno) como cartografía temática (PATRICOVA y Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables -SNCZI-, geológicos del Instituto Geológico y Minero de España, litológicos de la Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports de la Generalitat Valenciana, usos de suelo del Sistema de Información de la Ocupación del Suelo en España, etc.). Durante esta fase inicial es necesario la preparación de cartografía base para la realización del análisis hidrológico básico que nos ayudará a la identificación de la cuenca y red hidrográfica, zonas de flujo preferente y elementos geomorfológicos. Todo ello nos servirá de base para la realización del trabajo de campo, donde se comprueba e identifica in situ los elementos hidrogeomorfológicos definidos en el apartado anterior. En una tercera fase, se procede al procesamiento de datos para obtener los valores de umbral de escorrentía para toda la cuenca, los caudales con sus respectivos hidrogramas y el modelo del terreno para la modelización bidimensional de la peligrosidad. Para finalizar, se procede a la representación gráfica de los resultados a partir de un índice cartográfico básico que incluye cartografía hidrogeomorfológica, cartografía de medidas preventivas, cartografía de riesgo oficial (PATRICOVA y SNCZI) y, por supuesto, un mapa de peligrosidad representado con la tipificación oficial del PATRICOVA.

En este punto, hay que indicar que durante el desarrollo metodológico se crean dos tipos de Modelos Digital del Terreno (MDT) con las herramientas de software libre LASTOOLS. A partir de cartografía LIDAR (acrónimo del inglés *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranking*) se crea un primer MDT a escala más general, entendiendo el terreno como variable geomorfológica básica sobre la que se asientan el resto de variables, y otro a mayor escala que servirá de base para la modelización bidimensional con la extensión FloodArea de ArcGIS®.

Aparte de llevar a cabo una modelización de la peligrosidad que tiene en cuenta esa componente bidimensional, el resultado ha sido reflejado utilizando la tipificación estándar del PATRICOVA. De esta forma, se consigue un doble objetivo ya que, por un lado, se representa el resultado con la tipificación oficial y, además, se recoge los aspectos básicos que propone el Libro Blanco del Agua (Ministerio de Medio Ambiente, 2000) donde se indica que el cálculo “...debería contar además con información del nivel de agua alcanzado en la zona inundada (por encima de los 0,8 m los daños se consideran muy graves); la duración del anegamiento

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*

y el tiempo de respuesta de la cuenca". En este sentido, la normativa del PATRICOVA determina seis niveles de peligrosidad de inundación (Tabla 1):

**Tabla 1.** Niveles de peligrosidad de inundación, PATRICOVA 2015.

Nivel	Período de retorno	Calado
1	Inferior a 25 años	Superior a 80 cm
2	Inferior a 25 años	Inferior a 80 cm (>15 cm)
3	Entre 25 y 100 años	Superior a 80 cm
4	Entre 25 y 100 años	Inferior a 80 cm (>15 cm)
5	Entre 100 y 500 años	Superior a 80 cm
6	Entre 100 y 500 años	Inferior a 80 cm (>15 cm)

## 5. INCORPORACIÓN DE LOS RIESGOS DE INUNDACIÓN EN EL PLAN GENERAL ESTRUCTURAL MUNICIPAL

En general, muchos autores se refieren a la Ordenación del Territorio como herramienta básica para la gestión del riesgo, diferenciando dos tipos de actuaciones. Los mapas de riesgo de inundación zonifican el espacio adyacente a los ríos en base a la probabilidad de que sea afectado por las inundaciones constituyendo un instrumento que, desde la planificación, permite mitigar los daños por desbordamiento (Bescos et al. 2000). Sin embargo, de otro lado, también deben contemplarse actuaciones que integren toda la cuenca hidrográfica ya que algunos autores coinciden en la complejidad del problema y en la necesidad de estudiar las implicaciones que los cambios de usos tienen en los incrementos de escorrentía de cara a la ordenación y gestión del territorio (García et al. 2007). Los problemas de inundación deben ser prevenidos y la ocupación del espacio debe realizarse de una manera racional, en función de los peligros a los que está sujeto (Camarasa et al. 2001). En conclusión, las medidas dirigidas a reducir dichos riesgos, para ser efectivas, tienen que coordinarse en la medida de lo posible en toda una cuenca hidrográfica.

En las últimas décadas, y a pesar de los continuos avances tecnológicos, el problema se ha agudizado por la creciente e indiscriminada ocupación de los valles aluviales. Esto pone de manifiesto la necesidad de estudiar más detalladamente el comportamiento de las áreas inundables y elaborar una cartografía de inundabilidad que contribuya a un uso más racional del espacio (Bescos et al. 2000). Este objetivo ya lo recoge el articulado del PATRICOVA en el que apunta la importancia de Gestionar las zonas inundables dentro del sistema territorial de la Infraestructura Verde, favoreciendo la producción de los servicios ambientales, así como la conservación y mejora de los paisajes naturales y culturales en torno al agua.

Por último, la inclusión de esta zonificación de áreas en el planeamiento a través de la Infraestructura Verde se posiciona como medida preventiva de carácter no estructural pilar fundamental desde donde se propongan actuaciones de carácter no estructural que prevengan, disminuyan o corrijan el riesgo de inundabilidad y reduzcan la vulnerabilidad de la población. De esta forma, se cambia la peligrosa tendencia que ha imperado durante demasiado tiempo y que no siempre ha demostrado ser eficaz.

En este sentido, de acuerdo con la zonificación rural que dispone la LOTUP, el PGE de Monóvar incorpora una zona específica para los cauces, el dominio público hidráulico y sus áreas de servidumbre y policía denominada Zona Rural Protegida de Cauces (ZRP-CA). De igual forma, se detalla una categoría de Zona Rural Protegida de Riesgos (ZRP-RI), en la que se incluyen los terrenos delimitados como de nivel de peligrosidad 1 y 2 (período de retorno inferior a 25 años) por el específico Estudio de Inundabilidad del PGE, confeccionado como estudio sectorial dentro del procedimiento de tramitación ambiental y territorial estratégica, cumpliendo as disposiciones del PATRICOVA. Asimismo, se incorporan como áreas de afección los terrenos delimitados como

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*

de niveles de peligrosidad 3, 4, 5 y 6 (períodos de retorno entre 25 y 100 años para los dos primeros, y entre 100 y 500 años para los dos segundos).

La normativa urbanística de las zonas rurales del PGE regula los usos permitidos y prohibidos en la ZRP-RI, tal y como establece el PATRICOVA. Por otro lado, las áreas de afección por riesgo de inundación implican que el Ajuntament de Monóvar se verá obligado acudir al Estudio de Inundabilidad del PGE para la concesión de cualquier tipo de licencia municipal en las zonas rurales afectadas, ya sean comunes o protegidas. En función del nivel de peligrosidad específico de los terrenos se podrá autorizar o no un determinado uso según los artículos 17 y 18 de la normativa del PATRICOVA o legislación o plan que lo modifique o sustituya. Además, se establece la obligatoriedad de cumplimiento de su Anexo I, relativo a las condiciones de adecuación de las edificaciones y la urbanización, para todos los suelos urbanos y urbanizables del municipio.

## 6. RESULTADOS.

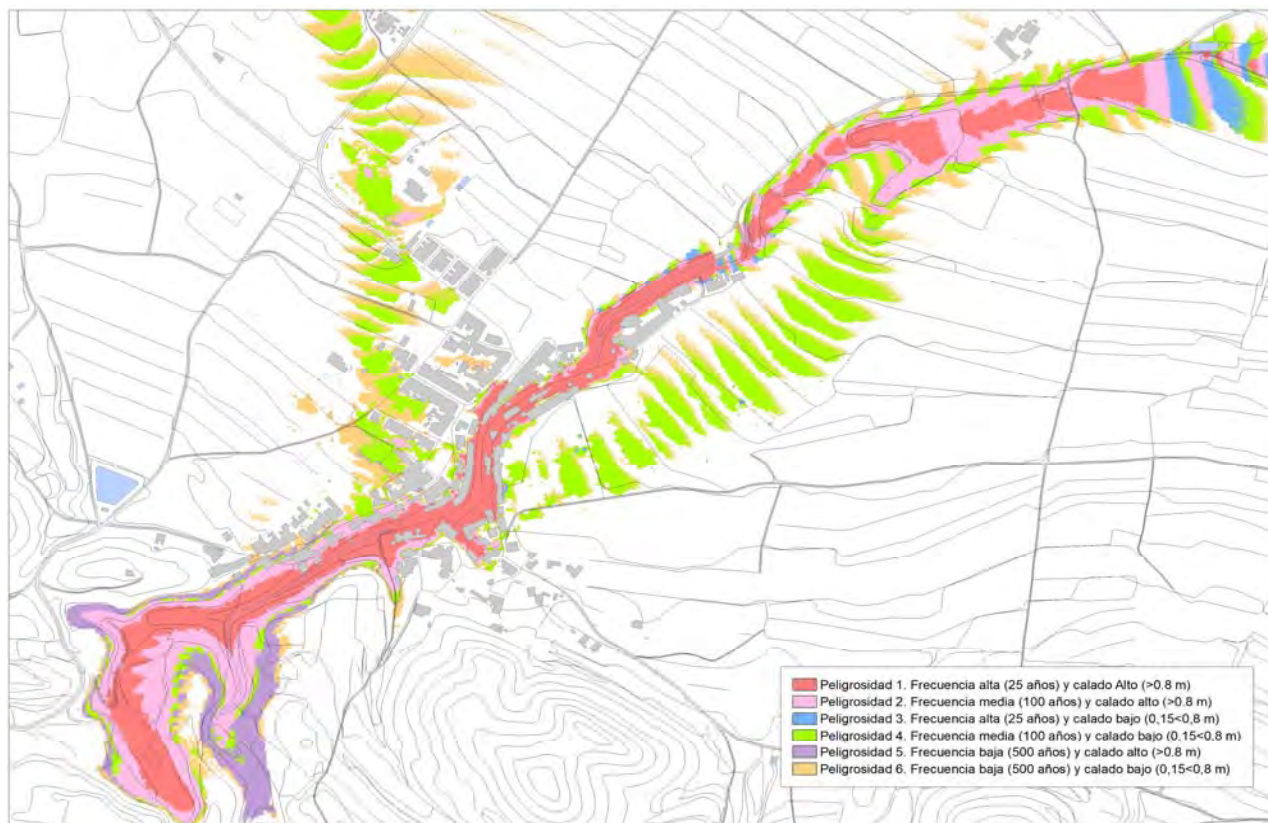
Con la inclusión de los resultados del cálculo de la peligrosidad de inundación en la infraestructura verde local se consigue, no sólo seguir las pautas marcadas por la legislación vigente, sino corregir ciertas carencias observadas hasta el momento. Muchos autores han hablado durante largo tiempo de la necesaria observancia de la ordenación del territorio como base para una gestión eficaz del territorio pero pocos eran los casos en los que se llevaba a cabo. En el PGE de Monóvar (Prieto et al., 2016) se ha conseguido ajustar la zonificación rural y establecer una normativa urbanística específica sobre el riesgo de inundación. Además, desde el punto de vista de los estudiosos del riesgo, se consigue un objetivo básico largamente reclamado y es que las actuaciones que se lleven a cabo deben tener en cuenta toda la superficie de la cuenca. Con la inclusión de la peligrosidad de inundación en la infraestructura verde este punto queda, por fin, satisfactoriamente subsanado.

En el particular ejemplo de la rambla de Les Cases del Senyor se ha conseguido determinar los niveles de peligrosidad a una escala de mayor detalle que la reflejada en la cartografía oficial del PATRICOVA (Figura 2). De esta forma se han ajustado los terrenos integrados en la infraestructura verde municipal, a la vez que se ha podido delimitar con claridad las áreas de posible expansión urbana de este núcleo pedáneo, fundamentalmente hacia el norte, donde no existe riesgo de inundación alguno, en detrimento de otras localizaciones pretendidas de suelos urbanizables residenciales hacia el oeste, donde existen peligrosidades de inundación de niveles 4 y 5.

De otro lado, hay que añadir que se ha innovado en la generación de la cartografía ya que, para el trabajo de modelización, se han utilizado aplicaciones que tienen en cuenta la doble dimensión espacio-temporal y que no sólo se tienen en cuenta los parámetros geomorfológicos sino que, además, se representan y quedan incluidos en el índice cartográfico.

Por su parte, debido a su gran capacidad de integración, análisis y gestión de la información espacial, los sistemas de información geográfica (SIG) juegan un papel cada vez más importante en todos los ámbitos de planificación territorial contribuyendo a acelerar los procesos de análisis, desarrollar modelos espaciales más complejos y ejecutar con mayor precisión y ahorro de tiempo los métodos convencionales. En particular, para el caso del estudio de la peligrosidad, el uso de SIG permite de una forma accesible la incorporación de parámetros geomorfológicos en el estudio, el análisis integrado de toda la cuenca hidrográfica y la realización de un análisis hidráulico bidimensional, donde se tiene en cuenta esa dimensión espacio temporal.

*Incorporación de la peligrosidad de inundación a la infraestructura verde de la Comunitat Valenciana a escala municipal: el caso del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante)*



**Figura 2.** Plano del resultado final de la peligrosidad del estudio de inundabilidad del PGE Monóvar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bescos, A., A.M. Camarasa, y et al. 2000. «Elaboración de cartografía de zonas inundables. Aplicación al Llano de Inundación del Río Arga (Navarra)». Serie Geográfica Num. 9:219-36.
- Camarasa, A.M., J. Salas, y E. Chuvieco. 2001. «Información geográfica y riesgos naturales». Pp. 1-24 en La Geografía: Infraestructura geográfica para la toma de decisiones, vol. XXV, ed. De las ciencias y las artes.
- Conesa, C., Y. Álvarez et al.. 2003. «Propuesta para la delimitación de Áreas Inundables y la estimación de usos afectados en el sistema de drenaje efímero.» NIMBUS 107-27.
- García ., M.J., A.M. Camarasa . y J.F. Mateu. 2007. «Cambios en los usos del suelo y producción de escorrentía en ramblas mediterráneas: Carraixet y Poyo (1956-1998)». Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles (44):69-94.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2000. Libro Blanco del Agua. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente.
- Morales, C. et al. 2010. «Aspectos geomorfológicos en la cartografía de inundabilidad del sistema nacional de cartografía de zonas inundables: zona piloto del Carrión (Palencia)». XI Reunión Nacional de Geomorfología, Solsona 2010 (Avances de la Geomorfología en España 2008-2010):2008-11.
- Prieto, A. et al. 2016: Estudio Ambiental y Territorial Estratégico del Plan General Estructural de Monóvar (Alicante). Monóvar, Ajuntament de Monóvar.