



# Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes



Excmo. Ayuntamiento de Orihuela



Riesgo de inundación en España:  
análisis y soluciones para la generación  
de territorios resilientes

**Editores:**

M<sup>a</sup> Inmaculada López Ortiz  
Joaquín Melgarejo Moreno

© los autores, 2020  
© de esta edición: Universitat d'Alacant

ISBN: 978-84-1302-091-4

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado -electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etcétera-, sin el permiso previo de los titulares de la propiedad intelectual.

Coordinado por:

Patricia Fernández Aracil

# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN: DE LAS ROGATIVAS A LA GESTIÓN DE LAS INUNDACIONES EN ESPAÑA, M<sup>a</sup> Inmaculada López Ortiz y Joaquín Melgarejo Moreno</b> .....	13
<b>PRÓLOGO: CONVIVIR CON LA INUNDACIÓN, Jorge Olcina Cantos</b> .....	21
<b>BLOQUE I. FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL</b> .....	25
<b>EFICACIA DE LAS MEDIDAS MULTI-ESCALA PARA REDUCIR EL POTENCIAL EROSIVO Y LOS ARRASTRES DE SEDIMENTOS EN CUENCAS SEMI-ÁRIDAS, Luis G. Castillo Elsitdié, Juan T. García Bermejo, Juan Manuel García-Guerrero, José María Carrillo Sánchez, Francisco Javier Pérez De La Cruz</b> .....	27
<b>PRECIPITACIONES INTENSAS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA. ANÁLISIS, SISTEMAS DE PREDICCIÓN Y PERSPECTIVAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO, Jorge Tamayo Carmona, José Ángel Núñez Mora</b> .....	49
<b>LIMITACIONES AL USO DEL SUELO EN ZONAS INUNDABLES: LEGISLACIÓN DE AGUAS, URBANÍSTICA Y DE PROTECCIÓN CIVIL, Ángel Menéndez Rexach</b> ...	63
<b>FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LOS SISTEMAS DE ALERTA ANTE INUNDACIONES, Gregorio Pascual Santamaría</b> .....	83
<b>REVISIÓN DE LOS EVENTOS MÁXIMOS DIARIOS DE PRECIPITACIÓN EN EL DOMINIO CLIMÁTICO DE LA MARINA ALTA Y LA MARINA BAJA (ALICANTE), Javier Valdés Abellán, Mauricio Úbeda Müller</b> .....	109
<b>INUNDACIONES Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MEDITERRÁNEO, María del Carmen Llasat Botija</b> .....	127
<b>DANA 2019 Y ASPECTOS RELATIVOS A LA ESTIMACIÓN Y TRATAMIENTO DEL RIESGO ASOCIADO A INUNDACIONES, Luis Altarejos García, Juan T. García Bermejo, José María Carrillo Sánchez, Juan Manuel</b> .....	143
<b>IMPLANTACIÓN DEL SERVICIO SMART RIVER BASINS EN LA VEGA BAJA DEL SEGURA, Álvaro Rogríguez García, Ramón Bella Piñeiro, Xavier Llord, Simón José Pulido Leboeuf, Manuel Argamasilla Ruiz</b> .....	167
<b>METEOROLOGÍA DE LAS INUNDACIONES MEDITERRÁNEAS, Agustí Jansà Clar</b> .....	185
<b>IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE PREDICCIÓN Y ALERTA DE INUNDACIONES EN GALICIA, Jerónimo Puertas Agudo</b> .....	207
<b>PLATAFORMAS DE ALERTA TEMPRANA Y DE GESTIÓN DE AVENIDAS. VISIÓN DESDE LA ADMINISTRACIÓN LOCAL, Miguel Fernández Mejuto</b> .....	225
<b>EL RIESGO DE INUNDACIÓN EN RAMBLAS Y BARRANCOS MEDITERRÁNEOS, Ana M<sup>a</sup> Camarasa-Belmonte</b> .....	239
<b>ESTADO DE IMPLANTACIÓN DE LOS PLANES DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN (P.G.R.I.) EN ESPAÑA, Mónica Aparicio Martín, Juan Francisco Arrazola Herreros, Francisco J. Sánchez Martínez</b> .....	257
<b>INUNDABILIDAD Y PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA: HACIA EL ACLOPLAMIENTO DE LA CIUDAD A LA MATRIZ BIOFÍSICA DEL</b>	

<b>TERRITORIO</b> , <i>Pedro Górgolas Martín</i> .....	281
<b>EVALUACIÓN DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LOS AZARBES DEL BAJO SEGURA Y EL BAIX VINALOPÓ TRAS LAS INUNDACIONES DE SEPTIEMBRE DE 2019</b> , <i>Gema Marco Dos Santos, Ignacio Meléndez Pastor, María Belén Almendro Candel, José Navarro Pedreño, Ignacio Gómez Lucas</i> .....	305
<b>DELIMITACIÓN DE ZONAS INUNDABLES: EVOLUCIÓN LEGISLATIVA Y RÉGIMEN VIGENTE</b> , <i>Ángel Menéndez Rexach</i> .....	315
<b>PARTICULARIDADES DE LA PERIURBANIZACIÓN EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO COMO CONDICIONANTE DEL RIESGO DE INUNDABILIDAD</b> , <i>Antonio Gallegos Reina</i> .....	325
<b>LA CARTOGRAFÍA DE VULNERABILIDAD COMO BASE DE LOS PLANES DE EMERGENCIA: ANÁLISIS-DIAGNÓSTICO DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAYA VIEJA (ALICANTE)</b> , <i>Antonio Oliva Cañizares, Alejandro Sainz-Pardo Trujillo y Esther Sánchez Almodóvar</i> .....	333
<b>VULNERABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO TERRITORIAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO MACHÁNGARA, PROVINCIA DEL AZUAY (ECUADOR)</b> , <i>Johnny Mena Iza, Yessenia Alquina Herrera, Teresa Palacios Cabrera</i> .....	347
<b>PREDICCIÓN DE INUNDACIONES A PARTIR DE TORMENTAS DE DISEÑO Y CAMBIOS EN EL TERRITORIO EN CINCO CUENCAS HIDROLÓGICAS (SE ESPAÑA)</b> , <i>Antonio Jódar Abellán, Javier Valdés Abellán, Concepción Pla, Miguel Ángel Pardo Picazo, Pedro Jiménez Guerrero, Daniel Prats</i> .....	357
<b>ESTIMACIÓN GEOESTADÍSTICA DE CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDA EN EL TRAMO TORO-ZAMORA: POSIBLE INCIDENCIA DE LA SINUOSIDAD DEL RÍO DUERO EN LA LAMINACIÓN DE LAS PUNTAS DE CRECIDA</b> , <i>José Fernando Muñoz Guayanay, Carolina Guardiola Albert y Andrés Díez Herrero</i> .....	367
<b>EFFECTOS DE LA DANA DE SEPTIEMBRE DE 2019 SOBRE LA SALINIDAD DE LOS SUELOS Y LAS AGUAS EN LA ZONA DE CARRIZALES (ELCHE-ALICANTE)</b> , <i>José Miguel de Paz, Alberto Lamberti, Fernando Visconti</i> .....	377
<b>PREVENCIÓN FRENTE A PRESENCIA DE TRIHALOMETANOS EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO DURANTE INUNDACIONES</b> , <i>Arturo Albaladejo Ruiz, María Yolanda Pérez Bragado</i> .....	389
<b>ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO Y SU IMPACTO EN LA RESPUESTA HIDROLÓGICA EN LA CUENCA DEL EMBALSE DE GUADALEST</b> , <i>Teresa Palacios Cabrera, Javier Valdés Abellán, Antonio Jódar Abellán, Rafael Alulema</i> .	399
<b>RECIENTES EPISODIOS DE LLUVIAS E INUNDACIONES EN LA DEPRESIÓN PRELITORAL MURCIANA</b> , <i>Encarnación Gil-Meseguer, Miguel Borja Bernabé-Crespo, José María Gómez-Espín</i> .....	409
<b>RECIENTES EPISODIOS DE LLUVIAS E INUNDACIONES EN EL LITORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA</b> , <i>Miguel Borja Bernabé-Crespo, Encarnación Gil- Meseguer, José María Gómez-Espín</i> .....	419
<b>SISTEMA DE ALERTA ANTE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE MURCIA</b> , <i>Pedro Daniel Martíenz Solano, Lorena Martínez Chenoll, Dorota Nowicz</i> .....	431
<b>CONFLICTOS ENTRE DESARROLLO URBANO E INUNDABILIDAD EN LA AGLOMERACIÓN URBANA DE GRANADA</b> , <i>Alejandro L. Grindlay Moreno, F. Emilio, Molero Melgarejo, Jorge Hernández Marín</i> .....	441

<b>VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL SEGURA DURANTE 1951-2018</b> , <i>Amar-Halifa-Marín, Miguel Ángel Torres Vázquez, Juan Sndrés García-Valero, Antonio Jesús Castillo Cascales, Juan Esteban Palenzuela Cruz</i> .....	451
<b>LOS BARRANCOS DE LA SIERRA DE ORIHUELA EN LAS INUNDACIONES DEL BAJO SEGURA: EL CASO DE LA RAMBLA DE BONANZA</b> , <i>Estela García Botella, Antonio Prieto Cerdán, Juan Antonio Marco Molina, Pablo Giménez Font, Ascensión Padilla Blanco</i> .....	465
<b>INUNDACIÓN POR TSUNAMIS. SIMULACIONES NUMÉRICAS A MUY ALTA RESOLUCIÓN</b> , <i>Carlos Sánchez Linares, Alejandro González del Pino, Jorge Macías Sánchez</i> .....	477
<b>LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LOS ÁMBITOS URBANOS. UN ELEMENTO A TENER EN CUENTA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL TERRITORIO</b> , <i>Luis Miguel García Lozano</i> .....	489
<b>BLOQUE II. MEDIDAS DE MITIGACIÓN E INFRAESTRUCTURAS</b> .....	499
<b>ORDENACIÓN DEL TERRITORIO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES: PROPUESTAS</b> , <i>Jorge Olcina Cantos</i> .....	501
<b>EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LAS INUNDACIONES EN ESPAÑA: RETOS FUTUROS</b> , <i>Teodoro Estrela Monreal</i> .....	517
<b>LA GESTIÓN DE LAS AGUAS PLUVIALES EN ÁREAS URBANAS: DE RIESGO A RECURSO</b> , <i>María Hernández Hernández, David Sauri Pujol, Álvaro-Francisco Morote Seguido</i> .....	531
<b>CRECIDAS, INUNDACIONES Y RESILIENCIA: RESTAURACIÓN FLUVIAL CONTRA LOS FALSOS MITOS</b> , <i>Alfredo Ollero Ojeda</i> .....	549
<b>EXPERIENCIAS Y PROPUESTAS PARA AUMENTAR LA RESILIENCIA URBANA FRENTE A INUNDACIONES</b> , <i>M<sup>a</sup> Elena García de Consuegra Priego</i> .....	569
<b>ESTADO DE RIESGO DE LA VEGA BAJA DEL RÍO SEGURA FRENTE A INUNDACIONES. NECESIDAD DE REALIZAR UN PLAN DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS</b> , <i>José Vicente Benadero García-Morato, Pedro Ignacio Muguruza Oxinaga, Jordi Marín Abdilla</i> .....	591
<b>INCREMENTO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS DE DISEÑO Y POSIBLE NO ESTACIONARIEDAD DE FENÓMENOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS RELATIVOS A CRECIDAS E INUNDACIONES</b> , <i>Francisco Cabezas Calvo-Rubio</i> ....	611
<b>EL EFECTO LAMINADOR DE LOS EMBALSES DURANTE LAS AVENIDAS</b> , <i>Luis Garrote de Marcos, Paola Bianucci</i> .....	629
<b>LAS POLÍTICAS DE GESTIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES DE DISTINTOS ORGANISMOS MULTILATERALES Y SU REPERCUSIÓN SOBRE EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES</b> , <i>Ignacio Escuder Bueno</i> .....	647
<b>LA ADAPTACIÓN COMO HERRAMIENTA CLAVE PARA DISMINUIR LOS RIESGOS DE INUNDACIÓN</b> , <i>Francisco Javier Sánchez Martínez, Mónica Aparicio Martín, Juan Francisco Arrazola Herreros</i> .....	659
<b>ESTUDIO DE IMPACTO DE TSUNAMIS EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS</b> , <i>Miguel Llorente Isidro, Marta Fernández-Hernández, Alejandro González del Pino, Julián García-Mayordomo, Juan Vicente Cantavella Nadal, Jorge Macías Sánchez, Juan-Tomás Vázquez, Carlos Sánchez Linares, Carlos Paredes Bartolomé, Ricardo León Buendía</i> .....	684

<b>ENFOQUE PROBABILÍSTICO PARA LA SEGURIDAD HIDROLÓGICA DE INFRAESTRUCTURAS,</b> <i>Alvaro Sordo-Ward, Iván Gabriel-Martín, Luis Garrote de Marcos</i> .....	701
<b>CONSIDERACIONES SOBRE LA PELIGROSIDAD EN ZONAS URBANAS FRENTE A NUNDACIONES MEDIANTE SIMULACIONES A PARTIR DE MODELOS 2D,</b> <i>José María Carrillo Sánchez, Luis G. Castillo Elsitdié, Juan T. García Bermejo, Juan Manuel García-Guerrero, Luis Altarejos García, Francisco Javier Pérez De La Cruz</i> .....	723
<b>LA GESTIÓN EXTRAORDINARIA DE GRANDES INFRAESTRUCTURAS DURANTE LA DANA DE SEPTIEMBRE DE 2019: EL AZUD DE OJÓS,</b> <i>Carlos Marco Ayala</i> .....	743
<b>NUEVOS USOS EN EL NUEVO CAUCE DEL TURIA COMPATIBLES CON SU DEFENSA DE VALENCIA FRENTE A INUNDACIONES,</b> <i>Francisco J. Vallés-Morán, Beatriz Nacher Rodríguez</i> .....	759
<b>SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE. TIPOS Y OBJETIVOS,</b> <i>Héctor Fernández Rodríguez, Arturo Trapote Jaume, Miguel Fernández Mejuto</i> .....	773
<b>INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS) EN EL DISEÑO DE COLECTORES Y EN EL RIESGO DE INUNDACIÓN,</b> <i>Arturo Trapote Jaume</i> .....	787
<b>RESEARCH ON URBAN WATERLOGGING IN CHINA,</b> <i>Yang Yang</i> .....	797
<b>GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA,</b> <i>José Alberto Redondo Orts, M. Inmaculada López Ortiz</i> .....	805
<b>EL PROBLEMA DE LA ESCORRENTÍA PLUVIAL EN EL NÚCLEO URBANO DE ASPE (ALICANTE),</b> <i>Esther Sánchez Almodóvar, Javier Martí Talavera</i> .....	817
<b>AS OBRAS DE PREVENÇÃO DE INUNDAÇÕES NO MARCO DA ECONOMIA CIRCULAR,</b> <i>Felipe da Silva Claudino</i> .....	829
<b>DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA HIDROLÓGICA. DESARROLLO DE UN MODELO METODOLÓGICO PARA LA GESTIÓN RESILIENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS URBANAS,</b> <i>Ramón Egea Pérez, Francisco José Navarro González</i> .....	841
<b>EFFECTO SOBRE LAS INUNDACIONES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA RAMBLA DEL ALBUJÓN,</b> <i>Adrián López Ballesteros, Javier Senent Aparicio, Julio Pérez Sánchez, Patricia Jimeno Sáez</i> .....	855
<b>METODOLOGÍA DE REHABILITACIÓN DE REDES DE DRENAJE MEDIANTE LA INCLUSIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL HIDRÁULICO,</b> <i>Leonardo Bayas-Jiménez, F. Javier Martínez-Solano, Pedro L. Iglesias-Rey</i> .....	863
<b>SOSTENIBILIDAD COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN DE INUNDACIONES: UNA BREVE REFLEXIÓN,</b> <i>Francine Cansi, Paulo Márcio Cruz, Liton Lannes Pilau Sobrinho</i> .....	873
<b>LA RAMBLA DE ABANILLA-BENFERRI COMO PARADIGMA PARA EL ESTUDIO DEL CONOCIMIENTO TRADICIONAL RELATIVO AL APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS DE AVENIDA,</b> <i>Juan Antonio Marco Molina, Pablo Giménez Font, Ascensión Padilla Blanco, Estela García Botella, Antonio Prieto Cerdán</i> .....	881

<b>LA RECUPERACIÓN DE COSTES Y LA FINANCIACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE DAÑOS DE INUNDACIONES, Marcos García-López, Borja Montaña, Joaquín Melgarejo</b> .....	897
<b>SISTEMA DE RETENCIÓN DE SÓLIDOS Y ELEMENTOS FLOTANTES PROCEDENTES DE ALIVIOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE ALICANTE, Luis Gabino Cutillas Lozano, Miguel Rodríguez Mateos</b> .....	907
<b>SOLUCIONES A LAS INUNDACIONES DE LA CALA DE FINESTRAT, Miguel Angel Pérez Pascual, Pablo Alemany Sánchez</b> .....	917
<b>BLOQUE III. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA, AMBIENTAL Y JURÍDICA</b> .....	931
<b>PLANIFICACIÓN SECTORIAL Y GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES: AVANCES EN LA ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN TÉCNICO-JURÍDICA, Asensio Navarro Ortega</b> .....	933
<b>SEGURO DE INUNDACIÓN EN ESPAÑA: EL SEGURO DE RIESGOS EXTRAORDINARIOS, Francisco Espejo Gil</b> .....	957
<b>LA COMUNICACIÓN, UN PILAR FUNDAMENTAL EN LA GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES, Fermín Crespo Rodríguez</b> .....	973
<b>VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN A LAS INUNDACIONES EN ESPACIOS TURÍSTICOS DEL LITORAL MEDITERRÁNEO, Anna Ribas Palom</b> .....	983
<b>LA RESPONSABILIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN EN SUPUESTOS DE DAÑOS ORIGINADOS POR INUNDACIONES: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO, Jesús Conde Antequera</b> .....	1001
<b>EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIAL COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE POR INUNDACIÓN, Antonio Aledo, Pablo Aznar-Crespo, Guadalupe Ortiz</b> .....	1023
<b>LA NUEVA ESTRATEGIA DEL DERECHO EN LA REGULACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RIESGOS DE INUNDACIONES, José Esteve Pardo</b> .....	1041
<b>METODOLOGÍA Y RESULTADOS DEL ESTUDIO DE COSTE BENEFICIO PARA OBRAS ESTRUCTURALES EN LOS PLANES DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN (P.G.R.I.), Francisco J. Sánchez Martínez, Juan Antonio Hernando Cobeña, Mónica Aparicio Martín, Silvia Cordero Rubio, Miguel Aldea Pozas, Elena Martínez Bravo</b> .....	1049
<b>ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL PARA LA GESTIÓN Y COMUNICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES, Juan Antonio García Martín, María Amérigo Cuervo-Arango, José María Bodoque del Pozo, Andrés Díez-Herrero, Raquel Pérez-López, Fernando Talayero Sebastián</b> .....	1069
<b>¿ES LA NORMATIVA ESPAÑOLA UNA HERRAMIENTA ADECUADA PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES?, Jesús Garrido Manrique</b> .....	1087
<b>EL FORO FUERZA VEGA BAJA: NECESIDADES Y POSIBILIDADES DE FINANCIACIÓN, Armando Ortuño Padilla, Santiago Folgueral Moreno, Fabio Amorós Fructuoso</b> .....	1107
<b>METODOLOGÍAS PARA LA ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR AVENIDAS E INUNDACIONES, Alberto del Villar García</b> .....	1129
<b>LA FORMACIÓN Y PERCEPCIÓN SOBRE EL RIESGO DE INUNDACIÓN. UNA EXPLORACIÓN A PARTIR DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES DEL FUTURO PROFESORADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA, Álvaro-Francisco Morote,</b>	

<i>María Hernández</i> .....	1143
<b>EL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO Y LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE INUNDACIÓN</b> , <i>Patricia Fernández Aracil</i> .....	1153
<b>ECONOMIA CIRCULAR: A REUTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUAIS NO SETOR URBANÍSTICO COMO BENEFÍCIO DO TURISMO NACIONAL</b> , <i>Joline Picinin Cervi</i> .....	1163
<b>LECCIONES DEL ETNOCONOCIMIENTO INDÍGENA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES SÚBITAS. EL CASO DE LA COMUNIDAD INDÍGENA NASA (CAUCA-COLOMBIA)</b> , <i>Isaleimi Quiguapumbo Valencia, Antonio Aledo Tur, Sandra Ricart Casadevall</i> .....	1171
<b>ENSAYO SOBRE LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE LA AMENAZA: INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO JUQUERI, SÃO PAULO – BRASIL</b> , <i>Rodolfo Baesso Moura, Fernando Rocha Nogueira, Rafael Costa e Silva, Samia Nascimento Sulaiman, Lucas Rangel Eduardo Silva, João Henrique José Vieira</i> .....	1181
<b>PROGRAMA DE EDUCACIÓN INFANTIL EN EL RIESGO DE INUNDACIONES ‘VENERO CLARO-AGUA’ (ÁVILA)</b> , <i>Andrés Díez Herrero, Mario Hernández Ruiz, Pablo Díez Marcelo, Carlos Carrera Torres</i> .....	1191
<b>MEJORA DE LA PERCEPCIÓN Y CONOCIMIENTO INFANTIL SOBRE EL RIESGO DE INUNDACIONES: PROGRAMA ‘VENERO CLARO-AGUA’ (ÁVILA)</b> , <i>Mario Hernández Ruiz, Miguel García-Pozuelo Ben, Andrés Díez Herrero, Carlos Carrera Torres</i> .....	1201
<b>PRIMERA APROXIMACIÓN AL REGISTRO DE AVENIDAS E INUNDACIONES HISTÓRICAS EN LA PROVINCIA DE SEGOVIA</b> , <i>Andrés Díez Herrero</i> .....	1211
<b>MANIFESTACIONES CULTURALES POPULARES EN TORNO A LAS AVENIDAS E INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DE SEGOVIA</b> , <i>Andrés Díez Herrero</i> .....	1221
<b>MEDIDAS Y ACCIONES PREVENTIVAS CONTRA INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL SEGURA: UNA PERSPECTIVA HISTÓRICO-JURÍDICA</b> , <i>Francisco José Abellán Contreras</i> .....	1231
<b>LAS NARRATIVAS DE LOS PLANES GUBERNAMENTALES COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA IMPOSICIÓN DE UN NUEVO CICLO DE EXPLORACIÓN EN LA REGIÓN AMAZÓNICA: EL CASO DE LAS HIDROELÉCTRICAS EN BRASIL</b> , <i>Pedro Abib Hecktheuer, Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza</i> .....	1241
<b>ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE DAÑOS POTENCIALES SOBRE INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE POR INUNDACIONES EN EL TRAMO TORO-ZAMORA</b> , <i>Lei Dai, Manuel Romana García, Andrés Díez Herrero</i> .....	1257
<b>EL GÉNERO COMO FACTOR DE FORMULACIÓN PARA LA CREACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES</b> , <i>Marcus Alexsander Dexheimer, Mably Rosalina Fernandes</i> .....	1267
<b>CARTOGRAFÍA DE RIESGOS DE INUNDACIÓN Y PLANIFICACIÓN. PROPUESTAS PARA BRASIL DESDE LA EXPERIENCIA ESPAÑOLA</b> , <i>Andrés Molina Giménez, Ximena Cardozo Ferreira</i> .....	1275
<b>EVALUACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE LA DIMENSIÓN SOCIAL Y LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LOS PLANES DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN: ¿CAMBIO O CONTINUIDAD PARADIGMÁTICA?</b> , <i>Ángela Olcina-Sala, Guadalupe Ortiz, Pablo Aznar-Crespo</i> .....	1283

<b>RESPONSABILIDAD ADMINISTRATIVA DE LOS ENTES LOCALES POR FALTA DE MANTENIMIENTO O INDADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE SANEAMIENTO Y ALCANTARILLADO,</b> <i>Belén Burgos Garrido</i> .....	1293
<b>DE LA ROGATIVA POR EL AGUA A LA INTERVENCIÓN PREVENTIVA POR INUNDACIÓN. LA HUELLA DEL DERECHO EN LA FACHADA MEDITERRÁNEA PENINSULAR (I),</b> <i>M<sup>a</sup> Magdalena Martínez Almira</i> .....	1305
<b>PUBLICACIONES CIENTÍFICAS ESPAÑOLAS SOBRE INUNDACIONES EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA <i>WEB OF SCIENCE</i>,</b> <i>Andrés Díez Herrero, Julio Garrote Revilla</i> .....	1321

# LA CARTOGRAFÍA DE VULNERABILIDAD COMO BASE DE LOS PLANES DE EMERGENCIA: ANÁLISIS-DIAGNÓSTICO DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAYA VIEJA (ALICANTE)

**Antonio Oliva Cañizares**

[antoniogeografia1@gmail.com](mailto:antoniogeografia1@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-6222-5852>

**Alejandro Sainz-Pardo Trujillo**

[alsainzparado@gmail.com](mailto:alsainzparado@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-0982-5466>

**Esther Sánchez Almodóvar**

[esther.sanchez@ua.es](mailto:esther.sanchez@ua.es)

<https://orcid.org/0000-0003-4201-0779>

Universidad de Alicante, España

## RESUMEN

La presente investigación recoge un análisis-diagnóstico del municipio alicantino de Daya Vieja, localizado en la Vega Baja del Segura, tras las inundaciones de septiembre de 2019. Se ha llevado a cabo la elaboración de una serie de mapas temáticos cuyo resultado final es un mapa de vulnerabilidad. En éste se muestra que dicho municipio presenta una vulnerabilidad elevada ante las inundaciones. Asimismo, los mapas obtenidos sientan las bases de lo que podría ser un Plan de Emergencias a escala municipal, cuya metodología podría aplicarse al resto de municipios, además de servir a los cuerpos de emergencia. Por último, se realiza una serie de propuestas para reducir o paliar los efectos negativos de las inundaciones.

## 1. INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XX, la ONU, en la declaración de la *Década Internacional para la reducción de Desastres Naturales (1990-1999)*, define los conceptos de riesgo natural, peligrosidad y vulnerabilidad, siendo esta última definida como “*el grado de tolerancia social, económica y tecnológica de la población expuesta a dicho peligro, así como su capacidad de reacción y adaptación al fenómeno adverso*”. A consecuencia de ello, la ONU, en la *Estrategia Internacional para la Reducción de los Riesgos Naturales*, hace visible la necesidad de incluir el factor de vulnerabilidad en los estudios de riesgos, creándose el Marco de Acción de Hyogo 2005-2015, que recoge el compromiso mundial en la toma de medidas para reducir la vulnerabilidad frente a riesgos naturales (Camarasa Belmonte & Soriano García, 2008). Como señalan algunos autores, los estudios existentes han centrado su enfoque exclusivamente en la peligrosidad, dejando a la vulnerabilidad en un segundo plano (Olcina Cantos, 2006; Pérez-Morales et al. 2016). No obstante, en la última década del presente siglo, han incrementado el número de publicaciones y trabajos de investigación centrados en dicho elemento.

Con la aprobación de la Directiva 60/2007/CE sobre la evaluación y gestión de las inundaciones, se señala que éstas son inevitables y que las soluciones tienen que plantearse desde la gestión de las mismas, con el propósito de paliar o reducir los efectos perniciosos de las inundaciones. Estas medidas se basan, principalmente, en la ordenación del territorio, en una mayor coordinación y cooperatividad entre las administraciones, elaboración de cartografía de riesgos naturales y la elaboración de planes de gestión de emergencias. Por ende, se evidencia, desde una visión europea que, la cartografía de riesgo (peligrosidad \* vulnerabilidad) juega un papel fundamental de cara a la prevención de los peligros naturales en el territorio (Olcina Cantos & Oliva Cañizares, 2020). Todas estas cuestiones indican la importancia de la elaboración de cartografía de riesgo, como una de las medidas de prevención y gestión para las inundaciones, ya que, a raíz de los mapas obtenidos, se pueden regular los usos en un espacio inundable.

En consecuencia, la cartografía de vulnerabilidad puede -y debe- servir como base de los Planes de Emergencia, desde la escala local hasta la regional. Es por ello que, la presente investigación, pretende, por medio de un caso práctico, demostrar la aplicabilidad de dichos mapas, no sólo como uno de los pilares fundamentales de los planes de emergencia, sino como una herramienta que permita gestionar la misma. Los resultados que se obtienen podrían: por un lado, establecer las directrices de actuación para los habitantes de un municipio y, de otro lado, servir a los equipos de emergencia para acceder de manera rápida y segura a los municipios para ofrecer su ayuda, siendo más eficaces.

Atendiendo a todas estas consideraciones, la zona de estudio que se ha escogido para el análisis-diagnóstico a realizar, y como caso práctico de la metodología establecida, ha sido el reducido término municipal de Daya Vieja, ubicado en la llanura de inundación de la margen izquierda del río Segura.

La población de Daya Vieja, formada por 690 habitantes (INE, 2019), ocupa una pequeña porción de la margen izquierda de la llanura aluvial del río Segura. Gran parte de la llanura de inundación se encuentra por debajo de la isohipsa de 10 m, espacio conocido como el antiguo *Sinus Ilicitanus* caracterizado por haber sido un antiguo espacio lacustre. Dicha laguna se prolongaba hacia el interior por el Hondo, demarcación de las Pías Fundaciones y saladares de Albatera (Gil Olcina & Canales Martínez, 2007).

Este humedal fue rellenado de forma continua por los sedimentos aportados por las avenidas y procesos de convergencia del río Segura, río Vinalopó, ramblas y glaciares próximos. Además, la actuación antrópica en labores de evacuación y drenaje de las aguas han permitido el aprovechamiento agrícola de los terrenos saneados, en la cual la empresa de desecación llevada a cabo por el Cardenal Belluga jugó un papel fundamental, puesto que el espacio que hoy en día ocupa Daya Vieja se bonificó paralelamente con las Pías Fundaciones (Box Amorós, 1985; Gil Olcina & Canales Martínez, 1989; Giménez Font, 2008).

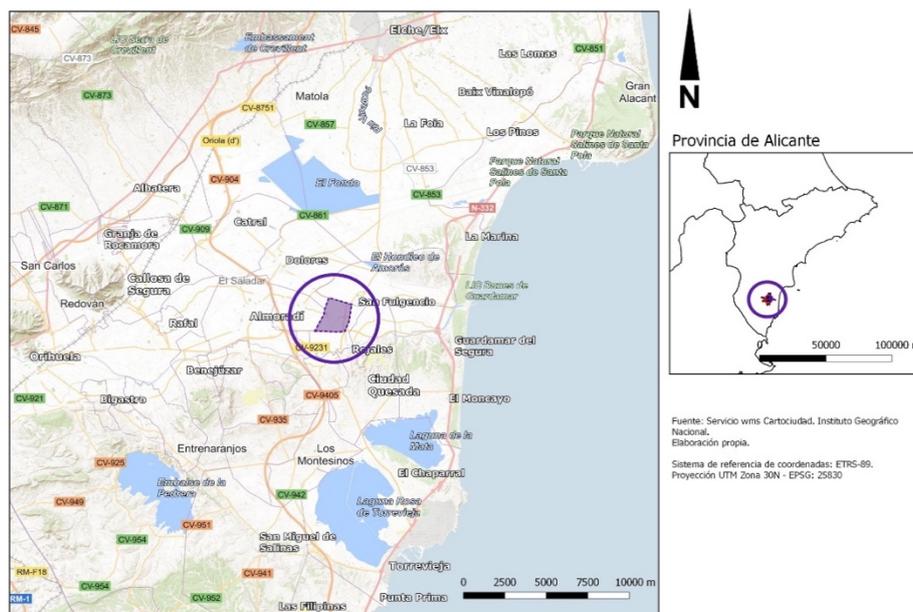


Figura 1. Localización del municipio de Daya Vieja (Alicante). Fuente: elaboración propia.

El sistema de acequias y azarbes que se distribuye por toda la Vega Baja, actúa como difusor de las inundaciones a causa de su escasa capacidad de caudal (10-15 m<sup>3</sup>/s). Las propias lluvias *in situ*, junto con la crecida del río Segura, llegan a generar importantes problemas de anegación por desbordamiento de la red de riego afectando a los terrenos más próximos. Revisando los archivos o hemerotecas, no resulta extraño encontrar noticias que indiquen que un azarbe se ha desbordado anegando haciendas de algún término municipal de la Vega Baja. Junto a estas cuestiones, se añan las actuaciones antrópicas, en las cuales, los procesos urbanísticos asociados a la expansión urbana han hecho proliferar la construcción de viviendas aisladas en los espacios inundables; así como la implantación de infraestructuras de comunicación caminos o carreteras (CV-859, CV-901, CV-91 o CV-860) y la red de azarbes, especialmente el aumento de las paredes del canal del azarbe de la Reina. Estos elementos actuaron de presa o barrera, en el episodio de septiembre de 2019, ante la escorrentía producida, ya que se encuentran a cotas más elevadas que los campos de cultivo de Daya Vieja.

En lo que respecta al episodio de gota fría de septiembre de 2019, las copiosísimas precipitaciones generaron encharcamientos en Daya Vieja. Asimismo, el azarbe de la Reina se desbordó anegando gran parte del término municipal, incrementando los niveles de agua previos. El día 13, las dos roturas de las motas del río Segura en el puente de la CV-935, entre Almoradí y Algorfa, incrementaron la problemática (Biener Camacho & Prieto Cerdán, 2019; Olcina Cantos & Oliva Cañizares, 2020). La primera rotura, generó el desbordamiento del río Segura que comenzó a inundar la Vega Baja desde Almoradí hacia terrenos de menor cota: Dolores, las Dayas, San Fulgencio y Guardamar del Segura, entre otras (Mínguez, 2019). Cuando la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) reparó la rotura, se produjo una segunda pocos metros aguas abajo, con consecuencias idénticas que en la primera. En concreto, esta segunda rotura presentó una trayectoria más directa hacia Daya Vieja (Mínguez, 2019).

Por consiguiente, la suma de todas estas aguas acumuladas y las infraestructuras que actuaron como presas propiciaron que se produjera un embalsamiento, cuyas aguas perduraron hasta más de una semana.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el desarrollo de la presente investigación se ha basado en la consulta bibliográfica de estudios científicos que abarcan cuestiones relacionadas con la cartografía de vulnerabilidad y las inundaciones. Asimismo, se ha consultado la hemeroteca del Diario Información para conocer los efectos de las inundaciones acaecidas en el episodio de gota fría o DANA de septiembre de 2019, que provocó el desbordamiento del río Segura en la Vega Baja. Posteriormente, se ha procedido a realizar una consulta bibliográfica relacionada con la zona de estudio en cuestión, para conocer su evolución y desarrollo, consecuencia directa del incremento de exposición y, por ende, de vulnerabilidad de dicha población.

Para conocer el nivel de vulnerabilidad que presentan los habitantes de Daya Vieja, se ha trabajado una cartografía temática que refleja aspectos como la altimetría, estructura viaria, presencia de viviendas y edificaciones diseminadas, y el calado de las inundaciones de septiembre de 2019. Con toda la información gráfica, donde se analizan los aspectos de exposición y peligrosidad, se ha procedido a elaborar un mapa de vulnerabilidad para el municipio de Daya Vieja sobre la base del parcelario catastral, tanto de rústica como de urbana. En definitiva, se ha identificado la vulnerabilidad de cada una de las parcelas catastrales del municipio, según los criterios trabajados y que se expresan más adelante.

Se ha realizado un mapa de altimetrías para conocer los elementos o barreras de carácter antrópico que el agua encuentra a su paso, camino hacia cotas inferiores, en el término municipal de Daya Vieja. De esta forma se puede comprender por dónde circulan los flujos de agua y qué zonas son propensas para su acumulación, recibiendo el tratamiento de zonas inundables. Para tal fin, fueron descargados, a través del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica, los puntos del vuelo LIDAR (2ª cobertura, años 2015-actualidad) correspondientes al término municipal de Daya Vieja, más una franja de doscientos metros alrededor del mismo.

A continuación, se ha confeccionado un mapa que representa la estructura urbana del término municipal, compuesta por un único núcleo urbano y viviendas o edificaciones diseminadas por el término. Se ha decidido tener en cuenta esta información dada la proliferación de viviendas diseminadas en las últimas décadas ligados a los procesos urbanísticos. Este hecho implica el incremento de la vulnerabilidad dentro del municipio, ya que aumenta la exposición en las zonas inundables que se han podido identificar de manera previa en el mapa de altimetrías. Para el reconocimiento de estas viviendas diseminadas, han sido dos las fuentes principales de consulta: por un lado, la información que proporciona el Catastro de rústica sobre los usos que tienen lugar en las parcelas catastrales del municipio; y, por otro lado, la fotointerpretación llevada a cabo con la ortofotografía aérea del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA); ortofotografías correspondientes al municipio de Daya Vieja fechadas en agosto de 2017, disponibles en el CNIG. En este segundo mapa, se ha añadido la información referente a las vías de acceso a las parcelas con viviendas diseminadas. Las vías se han clasificado de la siguiente manera, de mayor a menor importancia: 1) vías de titularidad autonómica y provincial, que representaría la red primaria de comunicación; 2) los viales del núcleo urbano, y 3) caminos que dan acceso a viviendas diseminadas.

En tercer lugar, se ha realizado la modelización hidráulica del azarbe de la Reina en todo su recorrido por el municipio. El objetivo de esta modelización es comprender el comportamiento del agua por el término municipal en caso de desbordamiento de dicho azarbe. No hay que olvidar que los primeros casos de inundación suelen deberse al efecto de las lluvias *in situ*, en relación con grandes intensidades de lluvia, que dan lugar a corte de suministros, problemas de tráfico, anegamiento de viviendas, saturación de la red de evacuación de pluviales, etc. A medida que pasa el tiempo y las

cuencas fluviales responden, los efectos se amplían, incluyendo desbordamientos fluviales, roturas de canales e inundaciones más extensas (Camarasa-Belmonte & Caballero López, 2018).

Estas cuestiones explican, en gran medida, las inundaciones de la Vega Baja del Segura en el episodio de septiembre de 2019. En este episodio se pueden identificar tres fases de inundación: (1) la lluvia *in situ* y con carácter torrencial, que descarga entre 140-150 l/m<sup>2</sup> en tan solo 2 horas, generando espacios encharcados; (2) el desbordamiento del azarbe de la Reina aportando más nivel de agua al municipio de Daya Vieja y; (3) Las dos roturas en las motas de encauzamiento del río Segura, que aportó grandes cantidades de caudal, incrementando el nivel de calado, inundando en gran parte la margen izquierda de la llanura de inundación, donde se ubica el área de estudio.

Esta modelización ha sido realizada con el programa HEC-RAS, en el cual se ha introducido una serie de condiciones de contorno como la rugosidad, atendiendo a los valores de Manning. En este caso se ha introducido para el azarbe de la Reina un valor de 0,025 y, para la vega 0,05; que corresponde a valores de un río y pradera, respectivamente. Posteriormente, se ha introducido un caudal de 950 m<sup>3</sup>/s ya que el resultado que se obtiene se asemeja a los espacios inundados y los calados alcanzados en el casco urbano en el episodio de septiembre de 2019.

Con toda la información gráfica recopilada y trabajada con herramienta SIG, se han determinado cuatro niveles de vulnerabilidad, atendiendo a los criterios definidos en la siguiente tabla:

NIVEL DE VULNERABILIDAD	CRITERIO DE DEFINICIÓN
Vulnerabilidad muy alta	Parcelas rústicas que contienen edificaciones con uso residencial o industrial, donde se alcanzaron valores estimados de calado superiores a los 60 centímetros.
Vulnerabilidad alta	Parcelas rústicas carentes de edificaciones de uso residencial o industrial, y parcelas urbanas, donde se alcanzaron en ambos casos valores estimados de calado superiores a los 60 centímetros.
Vulnerabilidad media-alta	Parcelas rústicas y urbanas donde se alcanzaron valores estimados de calado superiores a los 10 centímetros e inferiores a los 60 centímetros.
Vulnerabilidad media	Parcelas rústicas y urbanas donde se alcanzaron valores estimados de calado inferiores a los 10 centímetros.

Tabla 1. Criterios de definición de los niveles de vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

La unidad básica tomada para la evaluación de la vulnerabilidad en el término municipal de Daya Vieja es la parcela catastral. De esta manera, se ha descargado, a través de la Oficina Virtual del Catastro, el parcelario rústico y urbano de Daya Vieja, con el fin de evaluar parcela por parcela su nivel de vulnerabilidad, a tenor de los criterios mostrados en la Tabla 1 y utilizando en el proceso herramienta SIG. Cabe mencionar que la evaluación de la vulnerabilidad en cada parcela comienza por una “vulnerabilidad media”, dada la vulnerabilidad genérica que tiene de por sí el municipio, al ubicarse en la llanura aluvial del Segura y no poder descartar que no haya parcelas que, en un momento determinado, no se vean afectadas por una inundación, ya que cada inundación contiene un comportamiento diferente.

### 3. RESULTADOS

El resultado del mapa de las cotas altimétricas permite identificar las partes del término municipal que están más expuestas ante una inundación, al presentar cotas altimétricas de mayor profundidad, al mismo tiempo que, se analizan las infraestructuras que suponen un riesgo añadido por actuar de barrera frente al flujo de escorrentía (Fig.2).

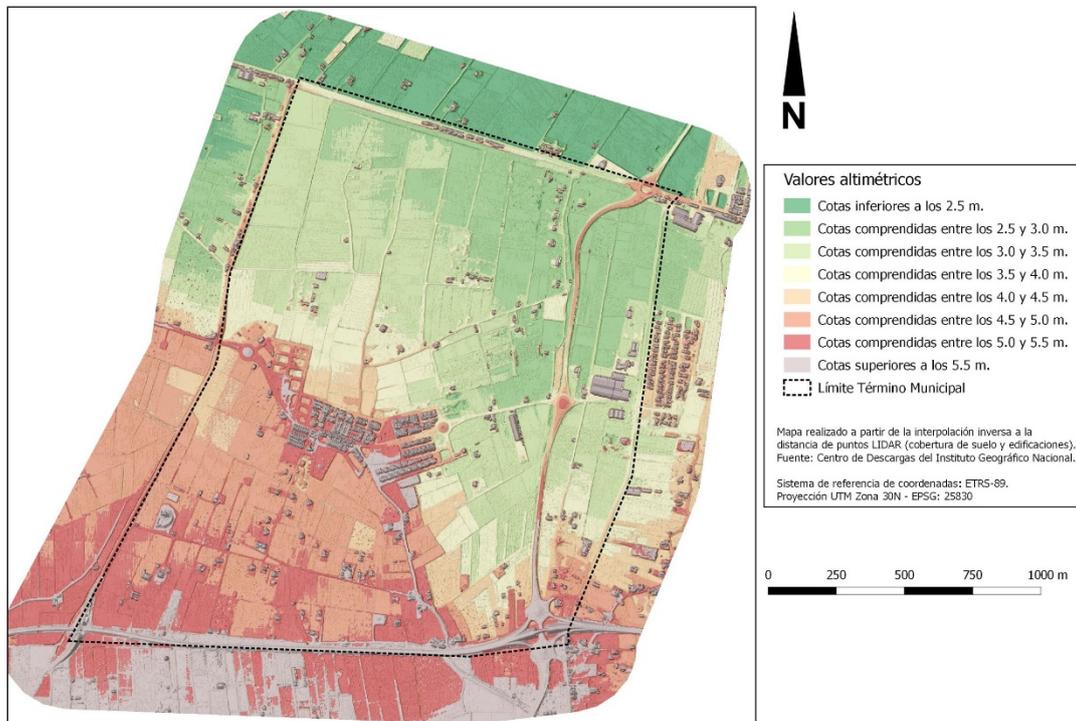


Figura 2. Altimetrías del término municipal de Daya Vieja (Alicante). Fuente: elaboración propia.

El mapa refleja las diferencias de alturas que existen en el término municipal. Como se verá más adelante, las diferencias de cotas juegan un papel fundamental para la acumulación de calados. En este caso, los espacios con menores cotas serán los que presenten un mayor calado, motivado por la planicie de este espacio y la existencia en él de infraestructuras y azarbes que actúan como barrera a la libre circulación de la escorrentía.

Otro factor a considerar en la exposición humana es el de la presencia de viviendas o edificaciones diseminadas en el medio rural, a causa de la transformación de usos del suelo de agrario a residencial que han sufrido muchas parcelas. Aspecto que se traduce en un incremento de la exposición por parte de la población y, por ende, mayor vulnerabilidad para la población. En efecto, en el mapa obtenido se refleja de manera esclarecedora la expansión del casco urbano ocupando zonas inundables, y la proliferación de viviendas aisladas, de fuerte componente turístico residencial, repartidas en toda la huerta de Daya Vieja.

Este factor es un elemento importante ya que los extranjeros desconocen las características climáticas y el comportamiento de los cauces del mediterráneo, por lo que son más vulnerables en caso de inundación (Fig. 3).

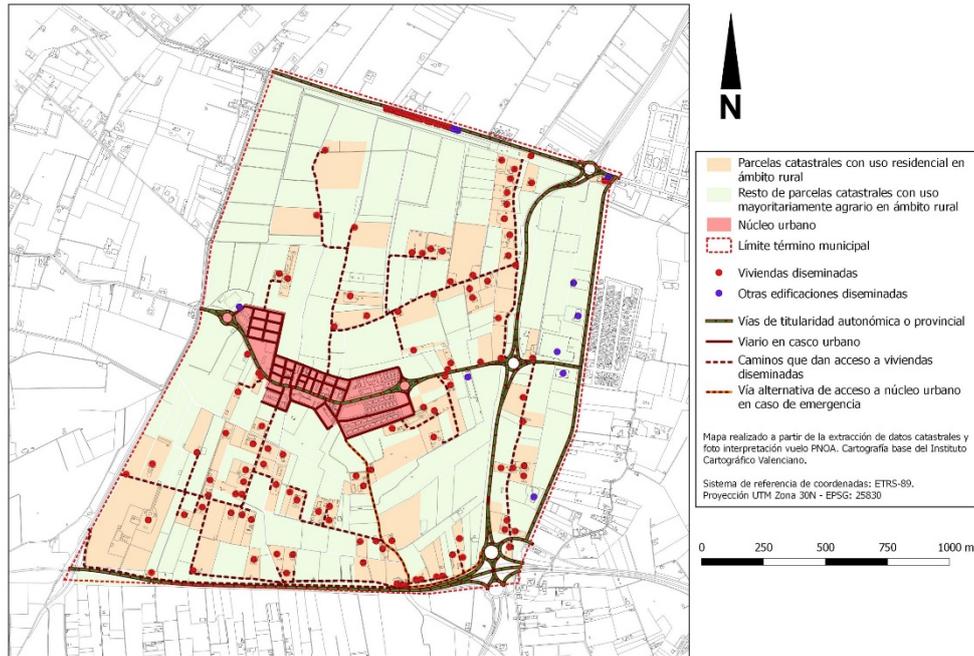


Figura 3. Casco urbano y poblamiento diseminado. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se ha realizado una modelización hidráulica del azarbe de la Reina, con la finalidad de replicar el espacio inundado en el episodio de septiembre de 2019. El mapa resultante muestra, de manera muy semejante a la realidad, las zonas que quedaron bajo las aguas, asociadas a un determinado calado, en todo el término municipal, de manera que se analiza la componente de peligrosidad a la que se expone la población (Fig. 4).

Los mayores calados se encuentran en las zonas más llanas del municipio, que se localizan en la parte nor-noreste y este del término municipal (0,60-2 m), que afectarían a las viviendas diseminadas, anteriormente señaladas (puntos rojos); a las que se añaden las del sector suroeste y sureste de la localidad afectadas por calados considerables (0,20-1,50 m). Además, buena parte del núcleo urbano de Daya Vieja se encontraría anegado con calados entre (0,10-0,60 m) a excepción del emplazamiento fundacional de la localidad que se ubica sobre un micro relieve, generado por el aporte de sedimentos de las avenidas de los barrancos y ramblas, y del río Segura.

Conviene destacar que queda un espacio sin anegar en el sur del núcleo que coincide con la Avenida Vicente Ferrer, siendo ésta la única vía de acceso alternativo al municipio en caso de inundación.

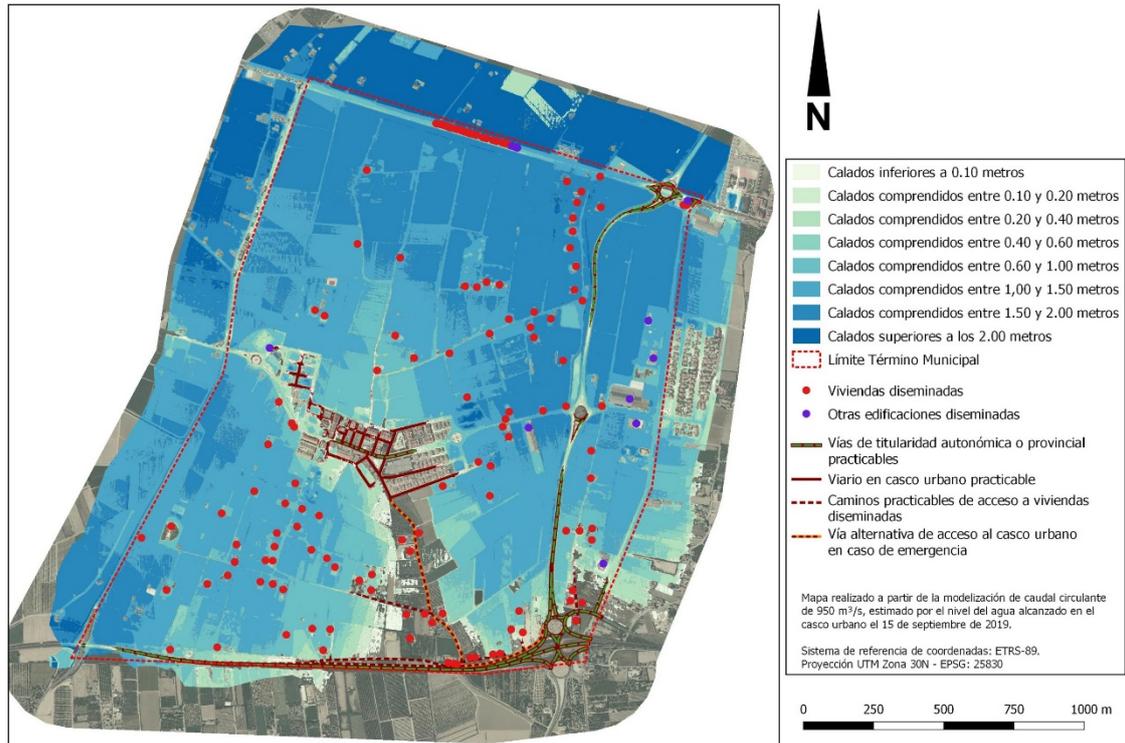


Figura 4. Resultado de la modelización del azarbe de la Reina en el municipio de Daya Vieja (Alicante). Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, y siguiendo la clasificación señalada en la Tabla 1, se concluye un mapa de vulnerabilidad clasificado en cuatro niveles (Fig. 5). Estos niveles representan la vulnerabilidad de cada una de las parcelas catastrales del municipio por cota altimétrica, calado y la presencia de viviendas o edificaciones aisladas.

Los niveles más altos de vulnerabilidad se corresponden con las zonas más deprimidas del municipio y, por tanto, las que registran mayores calados. Esta vulnerabilidad estaría incrementada por la presencia de viviendas diseminadas en estos ámbitos deprimidos, dando lugar al rango más alto de vulnerabilidad. Por contra, los niveles más bajos de vulnerabilidad se corresponden con las zonas más elevadas. No obstante, dada las condiciones físicas del entorno geográfico, existe la imposibilidad de asegurar que existan parcelas que, en un momento determinado, no queden afectadas en mayor o menor medida por una inundación; no se puede afirmar que existan parcelas con una vulnerabilidad baja, incluso en el casco urbano.

De esta manera, como se muestra en la Tabla 2, aproximadamente dos tercios de las parcelas catastrales del municipio presentan una vulnerabilidad alta y muy alta, que vienen a representar el 74% de la superficie total del término municipal; dato que viene a representar que, en el 74% de la superficie total del término municipal, se alcanzaron calados superiores a los sesenta centímetros en el episodio de inundación citado. Si, además, se le suma la superficie de viarios, caminos y red de acequias y azarbes, se estaría hablando de que más de tres cuartos de la superficie total del término municipal superaron ese valor de calado.

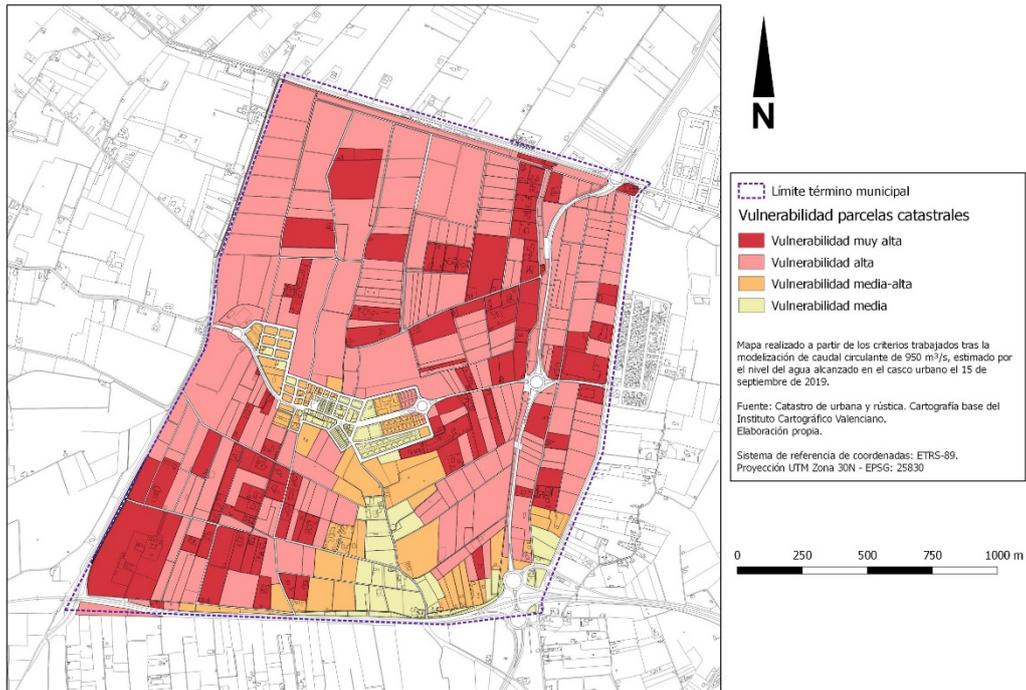


Figura 5. Vulnerabilidad del municipio de Daya Vieja ante el riesgo de inundación. Fuente: elaboración propia

Dentro de este ámbito, se han llegado a contabilizar 91 edificaciones diseminadas que dotan a sus respectivas parcelas una muy alta vulnerabilidad; más 33 edificaciones ubicadas al norte del término municipal, junto al azarbe de la Reina y la carretera CV-859. La amplia mayoría de estas 124 edificaciones son viviendas de las que resulta difícil discernir la proporción de viviendas secundarias o principales. Lo que cabe resaltar es que el conjunto de estas edificaciones quedó aislado en las inundaciones de septiembre de 2019, con la imposibilidad de acceder durante varios días.

NIVEL DE VULNERABILIDAD	Nº DE PARCELAS CATASTRALES	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	% DEL TÉRMINO MUNICIPAL
Vulnerabilidad muy alta	91	0,69	22
Vulnerabilidad alta	229	1,64	52
Vulnerabilidad media-alta	76	0,27	9
Vulnerabilidad media	147	0,17	5

Tabla 2. Cuantificación de la vulnerabilidad. Fuente: elaboración propia.

#### 4. DISCUSIÓN

La definición del grado de vulnerabilidad de Daya Vieja deriva del análisis de varios factores previos. Por un lado, el cálculo altimétrico del área municipal y la identificación de las infraestructuras que funcionan como barreras ante el flujo de escorrentía. Con este análisis preliminar se puede conocer las zonas del municipio más expuestas ante la inundación, debido a su menor cota altimétrica. De otro lado, la modelización del azarbe de la Reina es otro factor que ha determinado la peligrosidad de inundación y puede reflejar con mayor o menor exactitud el episodio de fuerte precipitación analizado, pero sí que representa la realidad del momento percibido y vivido en dicho evento extraordinario. Con este resultado se pueden identificar las zonas del término municipal más expuesta ante el peligro, siendo estas la parte nor-noreste y este del municipio donde se representan los mayores calados por ser las zonas más deprimidas.

Tanto la metodología como los resultados obtenidos en esta investigación presentan una enorme posibilidad para resolver los problemas de vulnerabilidad frente a la inundación que presenta el área de estudio, y para la puesta en marcha de un Plan de Gestión de Emergencias Municipal en Daya Vieja. Este tipo de cartografía es vista por diversos autores como una herramienta dinámica para la gestión de la emergencia (Bodoque et al., 2016; Díez-Herrero et al., 2014; Díez Herrero & Pérez Guerrero, 2003; Olcina Cantos & Díez-Herrero, 2017), para el desarrollo de un Plan de Acción de Ámbito Local y la toma de decisiones por parte de los agentes implicados en las labores de socorro y asistencia (Sortino Barrionuevo & Perles Roselló, 2017). Los planes de protección civil o emergencias deberían considerarse como una medida preventiva de carácter no estructural muy necesaria, no sólo como herramienta para la gestión post-desastre (Díez Herrero, 2002; Díez Herrero et al., 2008).

La metodología propuesta, aunque resuelve el objetivo principal de este trabajo, determinando las zonas más vulnerables, puede presentar alguna carencia debido a la falta de información estadística a nivel municipal. Incluso los resultados de la propia modelización deben cuestionarse, ya que el dato de caudal introducido para la modelización es de 950 m<sup>3</sup>/s, teniendo en cuenta que los azarbes poseen una capacidad cuyo valores reales oscilan entre los 10-15 m<sup>3</sup>/s. Empero, esto no le resta valor a los resultados obtenidos, puesto que la modelización con dicho caudal ha permitido conocer, de manera semejante a la realidad, las zonas inundadas y los calados existentes que tuvieron lugar en el municipio en el episodio de inundación de septiembre de 2019. Asimismo, el planteamiento conceptual puede ser válido y novedoso, ya que presenta un análisis de la vulnerabilidad teniendo en cuenta que la finalidad de esta cartografía es la de elaborar un Plan de Gestión de Emergencias Municipal frente a inundaciones, cuya metodología es aplicable al resto de municipios de la comarca, y que, como se ha mencionado anteriormente, sienta las bases de un posible plan de emergencia a nivel regional.

Este análisis recobra mayor importancia ante el actual contexto de cambio climático, en el que el aumento del calentamiento global provocado por la acción humana prevé un aumento de los fenómenos atmosféricos extremos (AEMET, 2020).

Por estos motivos se ha elaborado una tabla con una serie de propuestas relacionadas con las medidas de reducción del efecto negativo de las inundaciones.

TEMÁTICA	PROPUESTAS
<b>Inundaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Recuperación de los aprovechamientos tradicionales del agua (aterrazamientos, sistema de boqueras, aljibes, azudes, etc.).</li> <li>-Aumento de la capacidad de los azarbes.</li> <li>-Mantenimiento y gestión de los azarbes (limpieza de cauces, dragado...).</li> </ul>
<b>Ordenación del Territorio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elaboración de cartografía de vulnerabilidad a escala municipal con los criterios anteriormente recogidos en la Tabla 1.</li> <li>-Elaboración de cartografía de riesgo de inundación a escala municipal</li> <li>-Revisión y elaboración del PGOU de Daya Vieja, vigente desde 2002, incluyendo las normativas aprobadas sobre inundaciones (Directiva 60/2007/CE, R.D. 9/2008 que modifica el RDPH, R.D. 903/2010, trasposición de la directiva; ETCV, PATRICOVA).</li> </ul>
<b>Planificación y Gestión de la Emergencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elaboración de un Plan de Emergencias Municipal para Daya Vieja.</li> <li>-Elaboración de un Plan Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones en Daya Vieja.</li> <li>-Los residentes de las zonas diseminadas deberán evacuar hacia el aparcamiento del casco urbano, abandonando inmediatamente la huerta.</li> <li>-Protocolo de evacuación del municipio, para ello es necesario conocer el comportamiento del agua en este espacio, qué zonas se inundan o no. Establecer un punto de reunión para los vecinos de Daya Vieja. En este caso, el punto de reunión dentro del municipio debe ser el aparcamiento entre las Avenidas de las Cortes Valencianas y la CV-901.</li> <li>-La vía de acceso más practicable para acceder a Daya Vieja, en caso de inundación, es la Avenida Vicente Ferrer.</li> <li>-Balizamiento de los márgenes de caminos en zonas inundables mediante jalones.</li> </ul>

Tabla 3. Propuestas para la mayor resiliencia del municipio de Daya Vieja. Fuente: elaboración propia.

La vigencia de un PGOU de casi veinte años, carente de estudios de inundabilidad, junto con la especulación y los procesos urbanísticos, explican el hecho de que, hoy en día, haya incrementado la exposición y, por ende, la vulnerabilidad por parte de la población.

En síntesis, la metodología y los resultados de esta investigación permiten sentar las bases para la elaboración de un Plan de Emergencias Municipal para Daya Vieja. Éste debe recoger una serie de medidas de adaptación a un evento de inundación, transmitiendo a la población qué debe hacer en cada momento. Si la inundación fuese importante, considerar la realización de una evacuación de los vecinos del municipio, de manera ordenada y coordinada. Es por ello que se plantean un punto de encuentro como zona “segura”, que se corresponde con el aparcamiento más grande del casco urbano; y la vía de acceso para los equipos de emergencia y evacuación de vecinos, que se procedería a realizar por la Avenida Vicente Ferrer. Esta vía fue el único punto de acceso al municipio de Daya Vieja ya que el resto del territorio era impracticable. De resultas, la aplicación de esta metodología puede hacer del municipio de estudio, un espacio más resiliente a las inundaciones, pudiendo ser utilizada en el resto de municipios que conforman la Vega Baja del Segura.

## 5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se puede afirmar que el municipio de Daya Vieja presenta una vulnerabilidad muy elevada, prácticamente, en todo su término municipal. Sobre todo, aquellos espacios más deprimidos en el que se localizan las viviendas diseminadas y donde los calados que se acumulan son mayores. Como se ha hecho constar anteriormente, los procesos urbanísticos junto con un PGOU de Daya Vieja vigente hoy en día, desde el año 2002, han permitido la construcción de nuevos espacios de viviendas tanto en el casco urbano como viviendas diseminadas en la huerta *sensu stricto*, lo que explica el incremento de la exposición y de la vulnerabilidad por parte de la población.

La modelización realizada ha permitido conocer los espacios inundados en el episodio de septiembre de 2019, en el cual se han podido observar aquellas zonas que se vieron poco afectadas; unido a la cartografía de vulnerabilidad, permite localizar aquellos espacios “seguros” y aquellos a los que mayor atención se le debería prestar en caso de emergencia (viviendas diseminadas y núcleo urbano). Es por ello que una de las propuestas señala como punto de evacuación el aparcamiento de Daya Vieja, que conecta con la Avenida Vicente Ferrer, para los puntos de acceso y salida más “seguros” para los cuerpos de emergencia y los vecinos, respectivamente.

La suma de los resultados cartográficos obtenidos presenta una enorme aplicabilidad asentando las bases de un Plan de Emergencias para las Inundaciones en el municipio de Daya Vieja.

## REFERENCIAS

- Agencia Estatal de Meteorología. (2020). *Proyecciones climáticas para el siglo XXI* [en línea]. [http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio\\_climat](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat)
- Biener Camacho, S. & Prieto Cerdán, A. (2019). Inundaciones de septiembre de 2019 en la Vega Baja del Segura: causas y consecuencias. *Canelobre. El Agua En La Provincia de Alicante. Territorio, Patrimonio e Innovación*, 70, 31–45.
- Bodoque, J. M., Amérigo, M., Díez-Herrero, A., García, J. A., Cortés, B., Ballesteros-Cánovas, J. A. & Olcina, J. (2016). Improvement of resilience of urban areas by integrating social perception in flash-flood risk management. *Journal of Hydrology*, 541, 665–676. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.02.005>
- Box Amorós, M. (1985). *Las zonas húmedas de la provincia de Alicante y los procesos de intervención antrópica*. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/3323>
- Camarasa-Belmonte, A. & Caballero López, M. (2018). Lluvias in situ en la Comunidad Valenciana. Relación entre indicadores pluviométricos, llamadas al centro de coordinación de emergencias (112) y relación de daños, durante el episodio de 26-30 de noviembre de 2016. En: J. P. Montávez, J. J. Gómez Navarro, J. M. López Romero, L. Palacios Peña, M. Turco, S. Jerez, ... O. Meseguer Ruiz (Eds.), *El clima: aire, agua, tierra y fuego*, 233–244. <http://hdl.handle.net/20.500.11765/9904>
- Camarasa-Belmonte, A. M. & Soriano-García, J. (2012). Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain). *Landscape and Urban Planning*, 104(2), 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.009>
- Díez-Herrero, A., Fernández, L., Bodoque, J. M., Ballesteros, J. A., Ruiz-Villanueva, V., Sánchez-Silva, M. & García, F. (2014). El análisis de riesgo de inundaciones en el Plan de Actuación Local de Protección Civil de Navalunga (Ávila). En: S. Schnabel & Á. Gómez Gutiérrez (Eds.), *Avances de la Geomorfología en España 2012-2014*, 48–51. Cáceres.

- Díez Herrero, A. (2002). Análisis del riesgo de inundación y protección civil. In F. J. Ayala-Carcedo & J. Olcina Cantos (Eds.), *Riesgos Naturales* (1ª ed, p. 1512). Ariel Ciencia, Barcelona.
- Díez Herrero, A., Garrote Revilla, R., Baíllo Calvo, R., Laín Huerta, L., Macebo Mancebo, M. J. & Pérez Cerdán, F. (2008). Análisis del riesgo de inundación para planes autonómicos de protección civil: RICAM. En: I. Galindo Jiménez, L. Laín Huerta & M. Llorente Isidro (Eds.), *El estudio y la gestión de los riesgos geológicos*, 53–70. Instituto Geológico y Minero de España y Consorcio de Compensación de Seguros (MEH), Madrid.
- Díez Herrero, A. & Pérez Guerrero, J. A. (2003). Los SIGs en el Plan de protección civil de ámbito local ante el riesgo de inundaciones de Navalunga (Ávila, España). *Seminario Euromediterráneo Sobre Nuevas Tecnologías Aplicadas a La Gestión de Desastres. Foro Euromediterráneo Sobre Prevención de Catástrofes*, 11. [http://www.andresdiezherrero.es/publicaciones/capitulos\\_de\\_libros/diez\\_y\\_perez\\_2003.pdf](http://www.andresdiezherrero.es/publicaciones/capitulos_de_libros/diez_y_perez_2003.pdf)
- Gil Olcina, A. & Canales Martínez, G. (1989). Creación, disolución y parcelación del señorío alfonso de Daya Vieja. *Investigaciones Geográficas*, 7, 31–50. <https://doi.org/10.14198/INGEO1989.07.04>
- Gil Olcina, A. & Canales Martínez, G. (2007). *Residuos de propiedad señorial en España. Perduración y ocaso en el Bajo Segura*. Cátedra Arzobispo Loazes y Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante.
- Giménez-Font, P. (2008). *Las transformaciones del paisaje valenciano en el siglo XVIII. Una perspectiva geográfica*. Institució Alfons el Magnànim, Diputació de València, Valencia.
- Míguez, R. (2019, 15 de septiembre). El corazón de la Vega Baja, anegado por su río Segura. *Diario Información*, 4-5.
- Olcina Cantos, J. (2006). *¿Riesgos Naturales? I. Sequías e inundaciones* (1ª ed.). DaVinci Continental. Colección Geoambiente XXI, Barcelona.
- Olcina Cantos, J. & Díez-Herrero, A. (2017). Cartografía de inundaciones en España. *Estudios Geográficos*, 78(282), 283–315. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201710>
- Olcina Cantos, J. & Oliva Cañizares, A. (2020). Medidas estructurales versus cartografía de inundación en la valoración del riesgo en áreas urbanas: El caso del barranco de las Ovejas (Alicante, España). *Cuadernos Geográficos*, 59(2), 199–220. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.10278>
- Pérez Morales, A., Navarro Hervás, F. & Álvarez Rogel, Y. (2016). Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad social en poblaciones afectadas por el peligro de inundación: el caso de Águilas (Murcia, sureste ibérico). *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 62(1), 133. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.242>
- Sortino Barrionuevo, J. F., & Perles Roselló, M. J. (2017). Metodología para una cartografía de vulnerabilidad del territorio frente al riesgo de inundación relacionado con los sistemas de socorro y asistencia. Aplicación al área inundable del bajo Guadalhorce (2016). *Papeles de Geografía*, (Número monográfico del XV Coloquio Ibérico de Geografía), 157–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/geografia/2017/307051>