Cuadernos Geográficos

Universidad de Granada

Número 59(2) (2020)

e-ISSN 2340-0129

ISSN 0210-5462

D. LEGAL: GR./392/1971

UNIVERSIDAD DE GRANADA

CUADERNOS GEOGRÁFICOS

e-ISSN 2340-0119 ◊ ISSN 0210-5462 ◊ D.LEGAL: GR./392/1971

Dirección
Direction

Emilio Martinez Ibarra, Universidad de Granada, España

Secretario de Revisión
Peer Reviewing Secretary

Luis Miguel Sánchez Escolano, Universidad de Granada, España

Secretario de Revisión
Peer Reviewing Secretary

Jonatan Arias García, Universidad de Granada, España

Editores Adjuntos
Associated Editors

Eugenio Cejudo García, Universidad de Granada, España
Francisco Antonio Navarro Valverde, Universidad de Granada
Joaquín Bosque Sendra, Universidad de Alcalá de Henares, España
José María Gómez Espín, Universidad de Murcia, España
Juan Antonio Márquez Domínguez, Universidad de Huelva, España
Juan Ignacio Plaza Gutierrez, Universidad de Salamanca, España
María Elena Martín-Vivaldi Caballero, Universidad de Granada, España
María José Martos Fernández, Universidad de Granada, España
Marina Frolova Ignatieva, Universidad de Granada, España
Vicente Rodríguez Rodríguez, CSIC Madrid, España

Comité Asesor
Advisory Board

Ana Fani Alessandri Carlos, Universidad de Sao Paulo, Brasil
Georges Bertrand, Universidad de Toulouse le Mirail et Cépage, Francia
Eramis Bueno Sánchez, Universidad Autónoma de Zacatecas, México
Francisco Calvo García-Tornel, Universidad de Murcia, España
Horacio Capel Saez, Universidad de Barcelona, España
Cristina Teresa Carballo, Universidad de Quilmes, Argentina
Sylvie Coupleux, Universidad de Artois, Francia
Sylvie Delmer, Université Lille1, Francia
Myriam X. Galleguillos, Universidad Alberto Hurtado, Chile
Arlinda Garcia Coll, Universidad de Barcelona, España
Andrea Guaran, Universidad de Udine, Italia
Alicia Lindón, Universidad Autónoma Metropolitana, México
Javier Martín-Vide, Universidad de Barcelona, España
Eduardo Martínez de Pisón, Universidad Autónoma de Madrid, España
Jean-Paul Métailié, Universidad de Toulouse Le Mirail, Francia
Irene Molina, Universidad de Uppsala, Suecia
Antonio Moreno Jiménez, Universidad Autónoma de Madrid, España
Jorge Olcina Cantos, Universidad de Alicante, España
Belén Pedregal Mateos, Universidad de Sevilla, España
Silvana Maria Pintaudi, Universidade Estadual Paulista, Brasil
Pedro Reques Velasco, Universidad de Cantabria, España
Eduardo Salinas Chaves, Universidad de La Habana, Cuba
María T. Sánchez Salazar, Universidad Nac. Autónoma de México, México
Brisa Varela, Universidad Nacional de Luján, Argentina
Florencio Zoido Naranjo, C. de Estudios de Paisaje y Territorio, España

Cuadernos Geográficos es una revista científica que se edita desde 1971 con el patrocinio de los Departamentos de Geografía y la Editorial de la Universidad de Granada. Esta publicación tiene por objeto difundir la investigación de calidad relativa a las relaciones entre la sociedad y el territorio que contribuya al desarrollo de la Ciencia Geográfica, en español, inglés y francés, obra principalmente de geógrafos, aunque esta abierta a otros científicos sociales y de las ciencias de la tierra. Se centra esencialmente en el Mundo Mediterráneo de ambas orillas y en Latinoamérica aunque no excluye otras áreas y problemáticas afines.

Cuadernos Geográficos is a scientific journal which has been in print since 1971 under the commission of the Department of Geography and University Press of Granada (Spain). The objective of this publication is to disseminate quality research having to do with the relationship between society and territory that contributes to the development of Geographical Science, in Spanish, English and French. The articles are mainly written by geographers, though it is open to other social and earth sciences. It focuses mainly on the Mediterranean world from both shores and Latin America, though is does not exclude others areas and their related issues.

Contacto de la Redacción
Editorial Office Contact Info

Departamento de Análisis Geográfico
Regional y Geografía Física
ó Departamento de Geografía Humana.

Universidad de Granada. Campus de Cartuja,
18071 Granada (España).

Teléfonos: (00-34) 958243644/958243628.

Fax: (00-34) 9586213/958243930.

e-mail: cuadgeo@ugr.es

Distribución
Distribution

Editorial Universidad de Granada.

Antiguo Colegio Máximo. Campus de Cartuja.

18071 Granada (España).

Teléfono: (00-34) 958243930

Cuadernos Geográficos | *e*-ISSN 2340-0119

Número 59(2) (2020)

Mayo-Agosto de 2020 | 362 páginas

Sumario Contents

Artículos / Articles

5-27 Gema Cárdenas Alonso | Ana Nieto Masot
El Enfoque LEADER en el nuevo FEADER 2014-2020 en Extremadura
The LEADER Approach in the new EAFRD 2014-2020 in Extremadura

28-52 Joan Carles Membrado-Tena | Ghaleb Fansa
Toponimia, paisaje y ciencia. El caso de los nombres de municipio de la Plana de Castelló (País Valenciano)
Toponymy, landscape and science. The case of municipality names of la Plana de Castelló (Valenciana, Spain)

53-72 Encarnación Gil-Meseguer | Miguel Borja Bernabé-Crespo | José María Gómez-Espín
El Campo de Murcia, un territorio de baja densidad de población en el Sureste de España
Campo de Murcia, an area of low density of population in Southeastern Spain

73-92 Marcela Antonia Seguel Aburto | Horacio Samaniego
Observación espacial y análisis de la relación entre las emisiones atmosféricas de CO_2 y el tamaño de las ciudades en Chile
Spatial observation and analysis of the relationship between atmospheric CO2 emissions and the size of cities in Chile

93-128 José Manuel Gómez Giménez | Teresa Vieira de Sá Marques | Agustín Hernández Aja
Procesos urbanos funcionales en Iberia: una aproximación a la integración del territorio urbano más allá de la metropolización
Functional urban processes in Iberia: an approach to the integration of the urban territory beyond metropolization processes

129-148 Rafael Sebastiá-Alcaraz | Emilia María Tonda-Monllor
Geoinformación para la memoria democrática
Geoinformation for democratic memory

149-177 Antonio Moreno Jiménez | María Jesús Vidal Domínguez | Pedro Martínez Suárez
Cuantificación de la vulnerabilidad humana ante la degradación del aire en Madrid: un estudio apoyado en geotecnologías
Quantifying human vulnerability to air degradation hazards in Madrid: a geotechnologies-based study

178-198 Alexis Ordaz | Jaime Amador Hernández | Juan Carlos Garatachia
Aproximación cartográfica a la vulnerabilidad estructural ante sismos empleando una metodología cualitativa: aplicación para la Ciudad de Toluca
Cartographic approach to structural vulnerability to earthquakes using a qualitative methodology: application to Toluca City

199-220 Jorge Olcina Cantos | Antonio Oliva Cañizares
Medidas estructurales ***versus*** cartografía de inundación en la valoración del riesgo en áreas urbanas: El caso del barranco de las Ovejas (Alicante, España)
Structural measures versus flood mapping in risk management in urban areas: The case of the Barranco de las Ovejas (Alicante, Spain)

221-240 Federico Fernández Christlieb | Pedro Urquijo Torres
El altepetl nahua como paisaje: un modelo geográfico para la Nueva España y el México Independiente
Altepetl as a landscape: a geographical model for New Spain and Independent Mexico

241-262 Jesús Vargas Molina
Análisis sobre el cumplimiento de los Planes de emergencia por sequía para abastecimientos urbanos en Andalucía
Compliance assessment of urban supply systems drought plans in Andalusia

263-286 Carolina Del Valle Ramos | Pilar Almoguera Sallent
Envejecimiento demográfico y (des)población en las ciudades medias interiores de Andalucía (2008-2018)
Demographic aging and (de)population in medium-sized cities in the interior of Andalusia (2008-20018)

287-307 Juan A. Marco-Molina et al.
Cartografía corológica de detalle y calentamiento global: ***Genista longipes*** Pau en la Serra d'Aitana (Alicante, España)
Corological cartography of detail and global warming: Genista longipes *Pau in the Serra d'Aitana (Alicante, Spain)*

308-329 Maria E. Sevillano. | Luis C. Bravo. | Luis C. Alatorre. | Elkin J. Salcedo
Identificación de zonas de inundación a partir de imágenes (SAR) y de eventos históricos de inundación: caso de estudio Santiago de Cali, Colombia
Identification of flood zones from images (SAR) and historical flood events: case study Santiago de Cali, Colombia

330-329 Lucía M. Laffeuillade | Federico G. Barragán | Alejandra M. Geraldi | Johanna Arias
Modelo de localización óptima de balnearios mediante análisis espacial en la provincia de Buenos Aires. República Argentina
Optimal location model of spas through spatial analysis in the province of Buenos Aires. Argentinian republic

Reseñas bibliográficas / Bibliographical references

350-357 Eguzki Urteaga
Reseña de *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale*

358-362 Marina Frolova
Reseña de *España: Geografías para un Estado posmoderno*

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9384
Cárdenas, G.; Nieto, A. (2020). El Enfoque LEADER en el nuevo FEADER 2014-2020 en Extremadura
Cuadernos Geográficos 59(2), 5-27

El Enfoque LEADER en el nuevo FEADER 2014-2020 en Extremadura

Gema Cárdenas Alonso[1] | Ana Nieto Masot[2]

Recibido: 13/05/2019 | Aceptado: 03/10/2019

Resumen

A lo largo de la historia de la Política de Desarrollo Rural europea y del Método LEADER (Liaisons entre activitiés de Developement de L'Economie Rural), el Reglamento que los rige ha ido experimentando modificaciones con el fin de brindar, siempre, mayor apoyo al desarrollo de las áreas rurales europeas más desfavorecidas. Actualmente, es el FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural) el Fondo Europeo financiador de estas ayudas, estando inmerso en el Periodo de Programación 2014-2020 y con novedades respecto al anterior. Así, en este trabajo se pretende analizar el papel de LEADER en el actual periodo de programación en Extremadura y determinar cómo es la distribución territorial de las ayudas. Se podrá ver cómo hay diferencias en el funcionamiento del Enfoque LEADER y cómo en la región extremeña variables demográficas y socioeconómicas siguen actuando como factores de localización de las inversiones al desarrollo rural.

Palabras claves: Desarrollo Rural; Estrategia de Desarrollo Local Participativo; Extremadura; Grupo de Acción Local; Periodo de Programación 2014-2020

Abstract

The LEADER Approach in the new EAFRD 2014-2020 in Extremadura

Throughout the history of the European Rural Development Policy and the LEADER (Liaisons entre activitiés de Developement de L'Economie Rural) Approach, the Regulation that heads them has experienced changes in order to provide greater support for the development of the most disadvantaged European rural areas. Currently, the EAFRD (European Agricultural Fund for Rural Development) finances this aid, which is immersed the Programming Period 2014-2020 with certain changes compared to the previous one. Thus, this paper intends to analyze the role of LEADER in the current Programming Period and to know how the territorial distribution of it is. It will be possible to see how there are differences in the operation of the LEADER Approach and how demographic and socioeconomic variables continue to act as location factors of rural development investments in Extremadura.

Key words: Rural development; Participatory Local Development Strategy; Extremadura; Local Action Group; Programming Period 2014-2020

1. INTERRA, Universidad de Extremadura, gemacardenas@unex.es
2. INTERRA, Universidad de Extremadura, ananieto@unex.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

1. Introducción

A mediados de los años 80 la UE (Unión Europea) comienza a ser realmente consciente de la existencia de desequilibrios espaciales y desigualdades socioeconómicas en sus áreas rurales más desfavorecidas. Estas experimentan importantes excedentes agrarios, bajos niveles de renta y débiles sistemas de producción (Nieto y Cárdenas, 2015) que causan problemas de desempleo, emigración y envejecimiento de la población, así comonotables diferencias respecto a las zonas urbanas (Commins, 2004; Shucksmith, 2004; Shucksmith y Chapman, 1998), problemas todosmuy analizados por diversos autores (Grimes, 2000; Taylor y Bradley, 1997; Terluin, 2003). Por ello, la UE apostará por la creación y puesta en marcha de políticas, iniciativas o acciones destinadas a corregir, en lo posible, las diferencias territoriales existentes, entre las que se encuentra la dedicada al desarrollo rural bajo el conocido como Método LEADER (Liaisons entre activitiés de Developement de L'Economie Rural) (Dax y Fischer, 2018). Este es un modelo de desarrollo que surge, a principios de los años 90, con la Iniciativa Comunitaria LEADER con el objetivo principal de activar el potencial de las zonas rurales y mantenerlas con un nivel demográfico adecuado a través de la diversificación de sus actividades económicas mediante la conservación de su patrimonio, tanto natural como histórico, las ayudas al Turismo Rural, a la comercialización e industrialización del sector agrario o el fomento del uso de las nuevas tecnologías (Alario y Baraja, 2006; Febles et al., 2005) a través de la creación y puesta en marcha de nuevas actividades o proyectos cofinanciados por los Fondos Estructurales europeos, las administraciones nacionales (AGE (Administración General del Estado) y CCAA (Comunidades Autónomas)) y agentes o actores privados (población local) (Nieto y Cárdenas, 2018).

Durante los 25 años de aplicación de LEADER, la pretensión ha sido, y es actualmente como se verá en epígrafes siguientes, convertir a las zonas rurales en lugares más atractivos y adecuados para vivir y trabajar y en los que las condiciones de vida atraigan a personas de todas las edades invirtiendo, así, sus procesos de envejecimiento y despoblación y dotándolas de todos los equipamientos y servicios necesarios para su desarrollo (MAPA, 2004).

Al Método LEADER se le ha considerado como un modelo innovador (Buller, 2002; Kovach, 2000; Osti, 2000) y alternativo de gestión de políticas públicas, así como que ha contribuido en la incorporación de nuevos principios a las teorías del desarrollo neoendógeno (Navarro et al., 2018a), suponiendo su transformación y su recomposición por la incorporación de nuevos actores no políticos relacionados con la Administración en los distintos niveles de decisión (Abad, 2013, 2014; Pemán y Jiménez, 2013) a través de un enfoque «bottom-up». De este modo, se implica a la población local, mediante la incorporación de empresarios, autónomos, asociaciones o colectivos, en la toma de decisiones y en el diseño de las estrategias de desarrollo rural territorial. Además, el Método LEADER pasará de ser una experiencia piloto en sus comienzos a principios de los 90 a un eje propio de actuación del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) en el periodo de programación 2007-2013. Así, LEADER dejará de ser una Iniciativa Comunitaria independiente y con autogobierno y será inserta en programas regionales, lo cual se puede considerar como el gran cambio en LEADER y que, más tarde, en el periodo de programación 2014-2020, se mantiene.

Son los Grupos de Acción Local (GAL) los encargados de la gestión y correcta ejecución de las ayudas LEADER, así como de diseñar y poner en marcha la Estrategia de Desarrollo Rural de su territorio de actuación, siendo considerados como herramienta clave en la consecución del desarrollo rural sostenible del medio rural europeo desde la Cumbre de Johannesburgo de 2002

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

(Bjärstig y Sandström, 2017). Diversos autores han definido a estos partenariados público-privados como acuerdos de colaboración en los que actores de dos o más esferas de la sociedad (agentes estatales, económicos y/o civiles) están involucrados en un proceso no jerárquico en busca del desarrollo sostenible(Van Huijstee y Leroy, 2007) o como organizaciones empresariales, sin ánimo de lucro, que aspiran a mejorar la calidad ambiental o la utilización de los recursos naturales a través de actividades voluntarias definidas conjuntamente en procesos de toma de decisiones (Long y Arnold, 1995). Así, los GAL, con el Método LEADER, contribuyen en la promoción del desarrollo endógeno como medio para generar mayor capacidad de lucha de los pobladores rurales ante la competencia global, la crisis económica o la exclusión social (Ray, 1999a, 1999b; Shucksmith, 2010; Navarro et al., 2018b).

Actualmente, Extremadura, área de estudio de este trabajo, es región predominantemente rural-según la OCDE (más del 50% de su población vive en municipios rurales con menos de150 hab/km^2) y la única en el periodo actual (2014-2020) en España con su PIB por debajo del 75% de la media europea (Sancho y Reinoso, 2012). Así, es beneficiaria, desde los inicios, de las ayudas al desarrollo rural en casi la totalidad de su territorio. Presenta graves problemas demográficos y económicos: tiene poco más de 1 millón de habitantes muy dispersos por el territorio (con una densidad de población de 27 hab/km^2) y el sector agrario aún representa un alto porcentaje en el empleo regional y, en algunos territorios,aporta escaso rendimiento económico por su atraso tecnológico y por los condicionantes físicos. La población extremeña se concentra mayoritariamente en los núcleos económicamente más desarrollados que se localizan en torno a las principales vías de comunicación (A-5 y Vía de la Plata) así como en sus *hinterlands* y en las zonas agrarias más productivas (zonas regadío y secano de vid y olivo) y en donde, consecuentemente, se centralizan las mayores oportunidades de empleo, las rentas más elevadas y una mayor disposición de equipamientos y servicios (Nieto y Cárdenas, 2017).

En la región extremeña se crearon los 4 primeros GAL en 1991 en sus áreas más deprimidas (zonas de montaña y penillanura), con LEADER I; posteriormente, se ponen en marcha LEADER II y LEADER + con nuevos objetivos y planteamientos, ya que al primero aún se le consideraba como experiencia piloto, introduciendo en los siguientes la idea de promover acciones innovadoras y de cooperación territorial, así como reflexionar sobre las necesidades de cada territorio de actuación a más largo plazo. La respuesta del mundo rural para acogerse a las ayudas al desarrollo rural fue tal que la capacidad financiera, a nivel nacional y europeo, resultó insuficienteen territorios rurales como el extremeño. Así, en 1996 se crea, en España, el «Programa Operativo para el Desarrollo y Diversificación Económica de Zonas rurales» (PRODER), el cual se ejecuta durante los periodos 1995-1999 y 2000-2006, junto a LEADER II y LEADER + (Nieto y Gurría, 2010) y que sirvió como complemento de LEADER al concedérselo a aquellos territorios que no habían accedido a la financiación europea, conformándose, finalmente, 24 GAL (10 LEADER y 14 PRODER).

En 2007-2013, el funcionamiento de todos los GAL se integra en el Eje 4 del nuevo Fondo Europeo que subvenciona las ayudas al desarrollo rural (FEADER) bajo normativa del Reglamento (CE) nº 1698/2005 del Consejo de 20 de septiembre relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) para el periodo 2007-2013 y que se mantiene en el actual, 2014-2020, con el Reglamento (CE) nº 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 1698/2005 del Consejo.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Durante el primer periodo de programación del FEADER las ayudas se aplicaban mediante cuatro ejes de actuación, cada uno con una serie de medidas horizontales definidas con anterioridad en el Plan Nacional de Desarrollo Rural (PNDR) 2007-2013. Los ejes de actuación fueron: Eje 1. Aumento de la competitividad del sector agrícola y forestal; Eje 2. Mejora del medio ambiente y del entorno rural; Eje 3. Calidad de vida en las zonas rurales y diversificación de la economía rural; Eje 4. LEADER. En Extremadura, el «Método LEADER» se aplicó como estrategia de desarrollo local por zonas mediante partenariados entre los sectores público y privado (los GAL). Estos gestionaron el Eje 4, la mayor parte de la financiación del 3 (ya que el 1,13% de las submedidas del Eje 3 fueron gestionadas directamente por el gobierno regional de Extremadura) y una submedida del Eje 1, para financiar proyectos en agroindustria de mayor envergadura económica que la permitida en LEADER.

Como resultado de la aplicación de LEADER en Extremadura se produce la creación y consolidación de 24 GAL (Mapa 1) que ocupan el 89,7% de la superficie regional, el 98,9% de los municipios y el 70,9% de la población total (INE, 2017). Así, prácticamente la totalidad del territorio extremeño se encuentra bajo el amparo de las ayudas al desarrollo rural (excepto las ciudades de Badajoz, Cáceres, Mérida y Plasencia, los únicos municipios con más de 40.000 habitantes). Desde LEADER II y PRODER I, los GAL extremeños han ejecutado más de 11.000 proyectos, con una inversión de más de 540 millones de euros, de los que el 50,8% provino de fondos públicos (el 72,9% de los Fondos Estructurales y el 27,09% del Estado español) y el 48,4% restante de la inversión de promotores privados. Los mejores resultados se han experimentado en las zonas rurales más desarrolladas demográfica y económicamente de la región en cuanto que es en ellas en donde más proyectos se han puesto en marcha y con mayores inversiones, dedicados mayoritariamente a la creación y/o modernización de Pymes y a Valorización de la Producción Agraria. Estas son las zonas agrarias más productivas (de regadío y secano de vid y olivo); las ubicadas en torno a las principales vías de comunicación y centros urbanos y las principales cabeceras comarcales, territorios más consolidados y que no necesitan tanto los efectos positivos de este tipo de ayudas como ocurre en otras zonas más envejecidas y despobladas situadas en áreas de montaña e interior de la región extremeña (Nieto y Cárdenas, 2018).

En diciembre de 2013, con la aprobación del FEADER y del resto de Fondos Estructurales y de Inversión Europeos (Fondos EIE) para el periodo 2014-2020, se completa el diseño de la Política de Desarrollo Rural para este periodo, estando reglada por el Reglamento (CE) nº 1305/2013 de ayuda al desarrollo rural. Es aquí donde parten los dos objetivos de este trabajo: el primero, analizar el funcionamiento de LEADER en el periodo de programación vigente (2014-2020), con el caso de estudio de la región extremeña, y mostrar si se producen cambios respecto al periodo anterior, y el segundo, determinar si se tiende hacia el mismo proceder que en etapas anteriores en cuanto a la distribución de las ayudas económicas, concentradas en las áreas rurales más desarrolladas demográfica y socioeconómicamente (Nieto y Cárdenas, 2015, 2018).

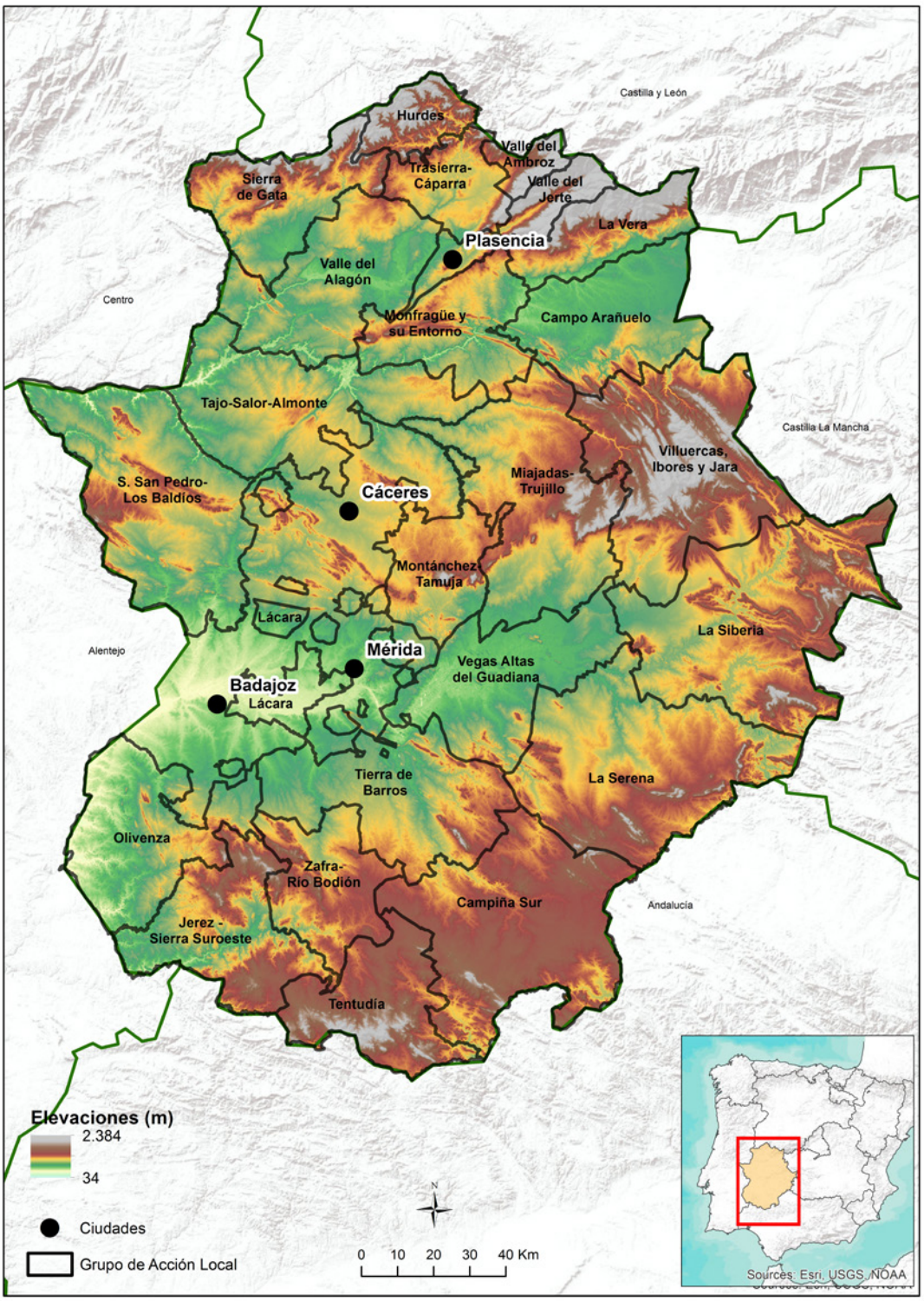
Como nueva contribución respecto a trabajos previos, en este se aportan ya los primeros cuadros financieros aprobados para cada uno de los GAL extremeños (datos facilitados por la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio) y unos primeros resultados en cuanto a la distribución de las ayudas y sus posibles efectos en la región extremeña, partiendo de las tendencias experimentadas en etapas previas.

Tras este primer epígrafe introductorio, el trabajo continúa con un segundo en el que se detalla la metodología, un tercero de resultados con tres subepígrafes, uno donde se estudia el reglamento

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de LEADER para el periodo 2014-2020 y sus similitudes y diferencias respecto a los periodos anteriores, uno con la financiación de LEADER y otro en el que se analiza la distribución territorial de las inversiones aprobadas por los GAL extremeños relacionándola con indicadores demográficos y socioeconómicos. Por último, se termina con un epígrafe con las conclusiones.

Mapa 1. Grupos de Acción Local en Extremadura (2014-2020)



Fuente: Base Topográfica Nacional 1:25.000. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2. Metodología

Para la consecución de los objetivos planteados en este trabajo se ha llevado a cabo, en primer lugar, la recopilación de información sobre Extremadura y las ayudas de Desarrollo Rural a partir de la revisión de documentación legal y administrativa sobre el FEADER y LEADER, tanto a nivel europeo como nacional y regional, así como de la elaborada por REDEX (Red Extremeña de Desarrollo Rural) y los GAL. De este modo, se han estudiado los reglamentos europeos referidos al FEADER, el Marco Nacional 2014-2020, el PNDR España 2014-2020, los planes de desarrollo regionales y, de manera concisa, el Plan de Desarrollo Regional (PDR) Extremadura 2014-2020.

En segundo lugar, como base del proceso metodológico, está la elaboración de una Base de Datos alfanumérica con la distribución de las inversiones aprobadas de LEADER por GAL y medidas de actuación para los periodos de programación 2007-2013 y 2014 -2020, cuya fuente es la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura, así como con variables referentes a la población extremeña (2013-2017), los índices de Vejez y Actividad empresarial para los años 2016 y 2015, respectivamente, y el Nivel Socioeconómico, para el 2015. Las fuentes son el INE (Instituto Nacional de Estadística) y el Atlas Socioeconómico de Extremadura 2017.

Para la obtención de resultados y el análisis de los mismos, la Base de Datos alfanumérica anterior ha sido unida a una base cartográfica representativa de los GAL extremeños a través de un SIG (Sistema de Información Geográfica). Con este se ha empleado un modelo de datos georrelacional asociando la información alfanumérica a una gráfica en forma de mapas para realizar análisis de localización y distribución espacial.

3. Resultados y discusión

3.1. Reglamento de LEADER en el periodo 2014-2020

La política de desarrollo rural europea ha ido evolucionando con el fin de responder a los desafíos a los que se enfrentan los territorios rurales, y uno de los acontecimientos más recientes, de la mano de la reestructuración de la Política Agraria Común (PAC), se completó el 22 de diciembre de 2013 con la aprobación de la legislación básica para el periodo 2014-2020.

Para la Comisión Europea, la Estrategia Europa 2020 establece que el crecimiento económico y futuro de la UE tiene que ser inteligente, sostenible e inclusivo, centrado en las áreas de empleo, innovación, educación, reducción de la pobreza y clima/energía (Lois *et al.*, 2013). En base a esto y a los objetivos generales de la PAC (Comisión Europea, 2010), en el Reglamento (CE) nº 1305/2013 de ayuda al desarrollo rural se identifican tres objetivos estratégicos en el nuevo periodo de la política de desarrollo rural de la UE, estos son: 1. Mejora de la competitividad de la agricultura; 2. La gestión sostenible de los recursos naturales y la acción del clima; 3. Desarrollo territorial equilibrado de las zonas rurales. Son muchas las características principales que se mantienen respecto al periodo 2007-2013, concretamente la aplicación de la política a través de PDR nacionales y/o regionales de siete años para los que la UE ha establecido seis prioridadesa las que se deben acoger obligatoriamente esos PDR regionales y/o nacionales, y con las que se busca dar soluciones a los tres objetivos anteriormente presentados, haciendo especial hincapié en fomentar la organización de la cadena alimentaria, la transformación y comercialización de los

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

productos agrícolas, el bienestar animal y la gestión de riesgos en el sector agrícola. De manera concreta, las seis prioridades se exponen en la siguiente Tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Prioridades de Desarrollo Rural para el Periodo 2014-2020

1. Fomento de la transmisión de conocimiento en la agricultura, silvicultura y zonas rurales
2. Mejora de la competitividad en todas las clases de agricultura y de la viabilidad de las explotaciones agrícolas
3. Fomento de una organización de la cadena de alimentos y gestión de riesgo en la agricultura
4. Restauración, conservación y mejora de ecosistemas dependientes de la agricultura y la silvicultura
5. Fomento de la eficiencia de recursos y apoyo al cambio hacia una economía baja en carbono y resistente al clima en el sector agrícola, de alimentación y forestal
6. Fomento de la inclusión social, reducción de la pobreza y desarrollo económico en las zonas rurales

Fuente: (ComisiónEuropea, 2013). Elaboración propia.

Cada una de estas prioridades establece ámbitos específicos de intervención («ámbitos principales» o «áreas de enfoque») y son la base de actuación de la programación y desarrollo del FEADER. De este modo, en el caso de España, con 18 PDR (17 regionales, más uno a nivel nacional), los objetivos se fijan en cada uno de ellos en relación a las características y necesidades de sus territorios de actuación, con una serie de medidas con las que se busca alcanzar las pretensiones propuestas con una financiación implantada. Además, los PDR deben seguir lo establecido en el Marco Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020 para España (Comisión Europea, 2016) donde se establecen diez elementos comunes (Tabla 2):

Tabla 2. Elementos del Marco Nacional comunes y obligatorios para los PDR españoles

1. Servicios de gestión, sustitución y asesoramiento de las explotaciones agrícolas
2. Inversiones en activos físicos para mejorar el rendimiento global y la sostenibilidad de las explotaciones agrícolas y las infraestructuras relacionadas; transformación, movilización y comercialización de productos agrícolas
3. Desarrollo de explotaciones agrícolas y empresas, centrando los esfuerzos en jóvenes agricultores
4. Inversiones en el sector de la silvicultura
5. Pagos agroambientales y climáticos y promoción de cambios en prácticas agrícolas con aportación positiva al medio ambiente y al clima
6. Agricultura ecológica
7. Ayudas a zonas con limitaciones naturales
8.Pagos para compromisos ambientales y climáticos forestales y promoción de cambios en prácticas forestales con aportación positiva al medio ambiente y el clima
9. Ayuda para la creación y el funcionamiento de grupos operativos de la AEI (Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas) y ayudas para proyectos piloto y el desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías
10. Desarrollo local de LEADER, apoyo a la concepción y la ejecución de estrategias de Desarrollo Local Participativo

Fuente: (Comisión Europea, 2016). Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En el mes de julio del año 2013 se acordó la elaboración del ya mencionado Programa Nacional de Desarrollo Rural (PNDR) español, aparte de los 17 regionales, en la Conferencia Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural aprobado oficialmente por la Comisión el 26 de mayo de 2015. Al PNDR español se le asignó, de manera específica, una cantidad máxima del FEADER de casi 238 millones de euros, más 191 millones de euros de cofinanciación nacional (con el MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) como gestor y el FEGA (Fondo Europeo de Garantía Agraria) como organismo pagador) y 6 millones de euros de complementos adicionales de financiación nacional. El reglamento europeo establece 20 medidas de desarrollo rural (Tabla 3), entre las cuales en el PNDR 8 son obligatorias a partir de las 6 prioridades y ámbitos de actuación señalados por el Reglamento del FEADER y según el marco competencial del MAGRAMA y la resolución de las necesidades detectadas. Así, cada Comunidad Autónoma española deberá incluir obligatoriamente esas 8 medidas (ver en negrita en la Tabla 3) en sus PDR y pueden incluir opcionalmente otras de las restantes entre las que se encuentra la dedicada a LEADER, la medida 19.

Tabla 3. Medidas de Desarrollo Rural del Reglamento (UE) nº 1305/2013

M01. Acciones de transferencia de conocimientos e información	M11. Agricultura ecológica
M02. Servicios de asesoramiento, gestión y sustitución de explotaciones agrarias	M12. Pagos al amparo de Natura 2000 y de la Directiva Marco del Agua
M03. Regímenes de calidad de productos agrarios y alimenticios	M13. Ayuda a las zonas con limitaciones naturales u otras limitaciones
M04. Inversiones en activos físicos (industrias y regadíos)	M14. Bienestar animal
M05. Reconstitución del potencial agrícola dañado por desastres naturales e implantación de medidas preventivas	**M15. Servicios silvopastoriles y climáticos y conservación de los bosques**
M06. Desarrollo de explotaciones agrícola y empresas	**M16. Cooperación**
M07. Servicios básicos y renovación de poblaciones (caminos naturales)	M17. Gestión del riesgo
M08. Inversiones y mejoras en zonas forestales	M18. Seguros para cultivos, plantas y animales
M09. Creación de grupos y organizaciones de productores	M19. Apoyo para el desarrollo local de LEADER (DLP «Desarrollo Local Participativo»)
M10. Agroambiente y clima	**M20. Asistencia técnica y creación de redes**

Fuente: MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación): Elaboración propia.

Así, ante la anterior normativa, LEADER se centra en la sexta prioridad de la UE (Fomento de la inclusión social, reducción de la pobreza y desarrollo económico en las zonas rurales), en el elemento 10 del Marco Nacional España 2014-2020 (Desarrollo local de LEADER, apoyo a la concepción y la ejecución de estrategias de Desarrollo Local Participativo) y en la medida 19 (Apoyo para el desarrollo local de LEADER - DLP (Desarrollo Local Participativo).

En cuanto a las principales novedades que afectan a LEADER, de manera concreta:

- Multifondo. En el nuevo periodo, las inversiones del FEADER se pueden complementar con ayudas de otros fondos de la UE en pro del desarrollo de las zonas rurales, del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), el Fondo Social Europeo (FSE), el Fondo de Cohesión (FC) y/o el Fondo Marítimo y de Pesca (FEMP). Así, los GAL, que afrontan importantes retos como es la despoblación, la dotación de servicios básicos, etc., tienen la oportunidad de mejorar sus recursos económicos al poder acogerse al llamado «multifondo» para financiar sus proyectos. Esto les brinda la posibilidad de compatibilizar diferentes fondos europeos con el FEADER y

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

facilitar la financiación de muchos de sus proyectos. Sin embargo, se habla de oportunidad que se les brinda, ya que en el caso español son las CCAA las que deciden si tomarla o no para la aplicación de sus PDR (Red Rural Nacional, 2015). De todos modos, existen un Marco Estratégico Común (MEC) y Contratos/Acuerdos de Asociación en los que se refleja la estrategia común de la UE para cada Estado miembro y cómo han de coordinarse y utilizar los distintos Fondos EIE.

- Reserva de eficacia. Muy importante es la novedad de la reserva de eficacia, la cual consiste en asignar, a las CCAA en el caso español, un pequeño porcentaje del presupuesto en función de la consecución de los objetivos previstos en periodos anteriores, si bien esto podría suponer un límite a la innovación en el momento de la selección de los proyectos a ser gestionados por los GAL, dado que, si existe una bonificación por cumplir con los presupuestos algunos GAL pueden optar por aprobar todos los proyectos primando la cantidad en lugar de la calidad.
- A pesar de que los GAL deben acogerse a ciertas prioridades, así como deben seguir una serie de pautas establecidas en el Reglamento, se les da la libertad de definir sus estrategias en cuanto a objetivos, acciones y priorización (Esparcia y Escribano, 2012; 2015), por lo que no tienen que ceñirse a medidas específicas de Turismo Rural, Pymes, Calidad de vida,…, como ocurría en el periodo 2007-2013[3], dado que ahora todos los proyectos están gestionados con una única medida, la M19. Esto significa que cada GAL sigue diseñando su estrategia territorial de desarrollo rural, pero esta vez con un mayor margen de maniobra según las características y necesidades de sus territorios y de la población que los habita. Así, contando con esto y con que en cada GAL están representados todos los colectivos y actores, será una opción más idónea que la de reglamentos anteriores, al ser buenos conocedores de las necesidades y potencialidades de sus municipios.

De este modo, la política de desarrollo rural europea, para el periodo 2014-2020, apuesta por los GAL como gestores de las operaciones y acciones a desarrollar y por la importancia de la continuidad de LEADER. Sin embargo, los cambios introducidos les brindan un mayor apoyo y benefician su labor de creación y aplicación de la estrategia de desarrollo de sus territorios de actuación (Dax y Copus, 2016; Lastra et al., 2014).

3.2. Financiación de LEADER en el PDR 2014-2020 de la región de Extremadura

El PDR extremeño es el cuarto mayor programa español con una asignación del 10,74% del total nacional, estando precedido por Andalucía, con más del doble (23,02%), Castilla-La Mancha (13,83%) y Castilla y León (11,68%). Sin embargo, si se tiene en cuenta la población (en el año 2016, Extremadura tenía 1.087.779 habitantes; Andalucía, 8.388.107; Castilla y León, 2.447.519; y Castilla-La Mancha, 2.041.631), Extremadura es la mayor beneficiaria de las ayudas al Desarrollo Rural en España. Su PDR 2014-2020 fue aprobado en noviembre de 2015, presentando las prioridades de la región para el gasto de sus 1.118 millones de euros (casi 891 millones de euros correspondientes al FEADER y 297 millones de euros de cofinanciación nacional (AGE y Junta de Extremadura)). Respecto al periodo 2007-2013, la financiación del FEADER ha experimentado un incremento del 14,2%, mientras que la cofinanciación de las administraciones nacionales ha disminuido un 27,3%.

3. La eliminación de las líneas estratégicas en el Periodo de Programación 2014-2020 es una novedad respecto al periodo anterior (2007-2013), si bien, ya en PRODER II se puso en marcha con el fin de fomentar la innovación.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Extremadura ha añadido otras 8 medidas en su PDR, lo cual viene a mostrar las líneas por las que se apuesta para el desarrollo rural de la región, dejando atrás las medidas 05 (*Reconstitución y medidas preventivas*), 12 (*Ayudas «Natura 2000» y ayudas relacionadas con la Directiva 2000/60/CE*), 14 (*Ayudas relativas al bienestar de los animales*), 17 (*Mutualidades para adversidades climáticas, enfermedades animales y vegetales, infestaciones por plagas e incidentes medioambientales*; *Instrumento de estabilización de las rentas*) y 18 (*Seguro para cultivos, plantas y animales*). Las nuevas medidas, entre ellas la de LEADER, son la 02, 03, 06, 10, 11, 13, 19 (LEADER o EDLP) y 113.

Las tres mayores medidas del PDR extremeño, en términos presupuestarios, son la 04 (Inversiones en activos físicos con el 32,6%), la 10 (Agroambiente y Clima con el 14,4%) y la 08 (desarrollo de zonas forestales y bosques con 12,1%). En el caso del enfoque LEADER (medida 19), presenta el 9,3% y es la cuarta en volumen de financiación dentro del PDR regional. Dentro de ella, sólo se han definido cuatro submedidas, sobre todo para diferenciar las ayudas que irán destinadas a la preparación y gestión del proyecto (19.1 y 19.4), a cooperación con otras entidades (19.3) y a la ayuda mediante cofinanciación de proyectos (19.2), que es la realmente definitoria de LEADER. A continuación, se detallan las mismas:

- 19.1. *Ayuda preparatoria*. El objetivo principal es la creación de capacidades, formación y establecimiento de redes para la preparación y puesta en marcha de una estrategia de desarrollo local, para lo cual se deben establecer condiciones equitativas entre todos los GAL, apoyar a estos en la creación y adaptación de sus estrategias y ayudarlos a preparar la transición entre el antiguo periodo de programación y el nuevo. Junto a la submedida 19.4 recibe el 16,4% del presupuesto para la medida 19.
- 19.2. *Ayuda para la realización de operaciones conforme a la estrategia de Desarrollo Local Participativo (DLP)*. Esta submedida engloba las acciones de formación e información de los agentes económicos y sociales cuya actividad se desarrolle en el ámbito cubierto por la EDLP de cada GAL; inversiones en transformación y comercialización de productos agrícolas; creación de empresas para las actividades no agrícolas en zonas rurales; inversiones en la creación y el desarrollo de actividades no agrícolas; servicios básicos para la economía y la población rural; renovación de poblaciones en las zonas rurales; mantenimiento, recuperación y rehabilitación del patrimonio rural; y apoyo a la innovación social, la gobernanza multinivel y la dinamización social y económica. A esta submedida se le ha otorgado el 82,24% de la financiación de la medida 19.
- 19.3. *Preparación y realización de las actividades de cooperación del GAL*. Con el fin de reforzar la EDLP, es importante que las áreas rurales afronten cambios similares y que procuren aprender unas de otras, mejorando los procesos de gobernanza y de movilización del potencial de desarrollo endógeno de las zonas rurales. Los principales objetivos son: desarrollar la capacidad local de cooperación e impulsar la vertebración social de la población y potenciar la cooperación entre los sectores público y privado mediante la estimulación de la participación social, económica e institucional, el incentivo de planteamientos innovadores y el fomento de infraestructuras y equipamientos de gestión colectiva entre municipios. Esta submedida obtiene el 1,4%.
- 19.4. *Ayuda para los costes de explotación y animación*. Con esta submedida se pretende apoyar al funcionamiento de los GAL garantizando que el diseño, la aplicación y la gestión de la estrategia comarcal se realicen adecuadamente según las características y necesidades del territorio y de la población.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Respecto al periodo anterior, 2007-2013, la cantidad total asignada a LEADER presenta una disminución del 3% de financiación de la contribución pública (FEADER, AGE y CCAA), siendo mayor esta disminución en la cantidad recibida del FEADER (9%). En cuanto a cantidades totales previstas (inversión pública más privada), según los cuadros financieros facilitados por la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio, se experimenta una disminución del 17% en base a las cantidades también previstas en el periodo anterior (2007-2013), aumentando la diferencia (35%) si se tiene en cuenta la inversión total final en el primer periodo y la prevista para 2014-2020, ya que en el periodo 2007-2013, por primera vez, no se superaron finalmente las cantidades anunciadas debido, sobre todo, a dificultades ocasionadas por la crisis económica.

Así, a través del PDR y de la medida 19, los GAL de Extremadura pretenden poner en marcha iniciativas locales que afectarán a más del 70% de la población regional, dotando a las zonas rurales de mejores servicios básicos e infraestructuras, así como crear más de 1.000 nuevos puestos de trabajo. Los GAL proyectan, además, tomar ventaja tomando recursos ya existentes a través de la revalorización de productos y mercados locales de manera que se generen mayores oportunidades de empleo y se potencie la mejora de la productividad en todos los sectores, aprovechando servicios e infraestructuras creadas en periodos anteriores de LEADER.

Por último, según el PDR para Extremadura en el periodo 2014-2020, en el caso de la coordinación con los otros Fondos en lo que respecta a la financiación de las EDLP, estas, en Extremadura, no se van a aplicar con el «multifondo», de manera que el enfoque LEADER será exclusivamente financiado por el FEADER. Lo mismo ocurre con las regiones de Castilla – La Mancha, Castilla y León, Galicia, Aragón, Canarias e Islas Baleares. El resto de CCAA españolas sí reflejan la posibilidad de cofinanciar proyectos con los demás Fondos EIE, pero siempre manteniendo la coherencia de las estrategias diseñadas.

3.3. Distribución territorial de LEADER 2014-2020 en Extremadura

Los GAL extremeños se enfrentan a un verdadero reto en cuanto a la creación de su estrategia de desarrollo teniendo en cuenta que la región presenta una estructura empresarial débil, con un limitado acceso al crédito y a otras fuentes de financiación, sin olvidar sus características demográficas y socioeconómicas regresivas por la continua pérdida de población joven, la cual sería el sustento de los empleos creados a través de los proyectos LEADER, y los recortes de los gastos públicos debido a la crisis económica española iniciada en 2007. Sin embargo, por otro lado, no se puede olvidar la industria agroalimentaria y exportadora en zonas como Tierra de Barros, las Vegas del Guadiana o Valle del Jerte y La Vera, así como la actividad emprendedora que en los últimos años caracteriza a determinados sectores de la población rural, la cual, en muchos casos, viene tomando provecho del rico patrimonio natural de la región desde los inicios de LEADER para fomentar el Turismo o la mejora del sector agropecuario.

Tras diversos estudios previos (Nieto y Cárdenas, 2015; 2017; 2018), se ha podido observar cómo en Extremadura, desde LEADER II hasta el periodo 2007-2013, sus áreas más desarrolladas demográfica y socioeconómicamente (áreas de secano y regadío, las principales cabeceras comarcales y las circundantes a las principales vías de comunicación) son las que han estado concentrando gran parte de las inversiones gestionadas por los GAL, debido, sobre todo, a una mayor existencia de iniciativa privada y una mayor posibilidad de generar actividad y empleo futuros. Aunque esto pueda considerarse lógico y sostenible, lo que se busca con la política de desarrollo

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

rural europea es lo contrario, crear una mayor diversificación y desarrollo económico de las áreas rurales más desfavorecidas y frenar sus procesos de despoblación y envejecimiento.

En el Mapa 2 se puede observar la distribución territorial aprobada, por GAL, de la medida 19 en Extremadura para el periodo 2014-2020. Las cantidades oscilan entre los 5.244.354 euros (para DIVA en Valle del Ambroz, en el norte de Cáceres) y los 6.929.753 euros (para FEDESIBA, en Tierra de Barros, en la provincia de Badajoz). Con una diferencia de casi 1.700.000 euros, las menores cuantías son para GAL de la provincia cacereña, mayoritariamente en comarcas serranas del norte, con menor población y más envejecida y que ya en periodos anteriores mostraron menor iniciativa privada y menores proyectos de gran envergadura económica (Nieto y Cárdenas, 2018). En el lado opuesto, los GAL que presentan las mayores inversiones, de 6.500.001 a 6.929.753 euros, son los de Tierra de Barros, Miajadas-Trujillo, Tajo-Salor-Almonte, La Serena y Campiña Sur. Tierra de Barros es una de las zonas con mayor desarrollo socioeconómico de la región, dada la productividad agraria de sus tierras; Miajadas-Trujillo y Tajo-Salor-Almonte son comarcas muy cercanas a la ciudad de Cáceres; y los GAL de La Serena y Campiña Sur surgieron en las primeras etapas de LEADER, por lo que cuentan con gran experiencia. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las cantidades previstas inicialmente siempre han sido menores a las ejecutadas finalmente en todos los periodos de programación (Nieto y Cárdenas, 2015).

En el periodo 2007-2013, a nivel regional, se experimentó un aumento del 29,24% (casi 51 millones de Euros) respecto a lo planteado, debido, sobre todo, a la cofinanciación privada, pero gastándose más de la mitad del total invertido prácticamente en los dos últimos años. Tan solo tres GAL (La Vera, Campo Arañuelo y Montánchez-Tamuja) vieron disminuir las cantidades propuestas respecto a los cuadros financiaros iniciales (Mapa 3), debido a la crisis económica de sus sectores productivos agrarios (el tabaco fundamentalmente en las zonas del Norte), así como por las dificultades administrativas a las que se tuvieron que enfrentar. El resto de GAL superó las cantidades planeadas, destacando sobremanera los casos de Tierra de Barros, que casi las duplicó, y Lácara, con un aumento del 200%, estando ambos grupos localizados en territorios con mayor productividad agraria de Extremadura (con aprovechamientos de regadío, vid y olivo). Además, como se ha mencionado en párrafos previos, son GAL que tradicionalmente han gestionado grandes cantidades, precisamente por situarse en estas áreas más desarrolladas de la región (bien por su productividad agraria, bien por su cercanía a áreas urbanas).

Todos los GAL presentan presupuestos inferiores a lo ejecutado en el periodo anterior, siempre son cautelosos a la hora de aprobar sus planes financieros. También hay que tener en cuenta que en el anterior período, por el retraso de inicio del programa, se ejecutaron los fondos casi al final del mismo. Así, se confía en que de nuevo ejecuten cuantías mayores en el periodo 2014-2020 tal y como ocurrió en el periodo 2007-2013 en la mayor parte de los GAL (Mapa 3), en que puedan volver a ampliar la participación privada y en que no se tengan que devolver fondos a Europa, tal y como ha ocurrido con otros Fondos Estructurales en la región.

Como ha ocurrido en periodos anteriores, variables demográficas y socioeconómicas parecen ser definitorias para la distribución de los fondos.

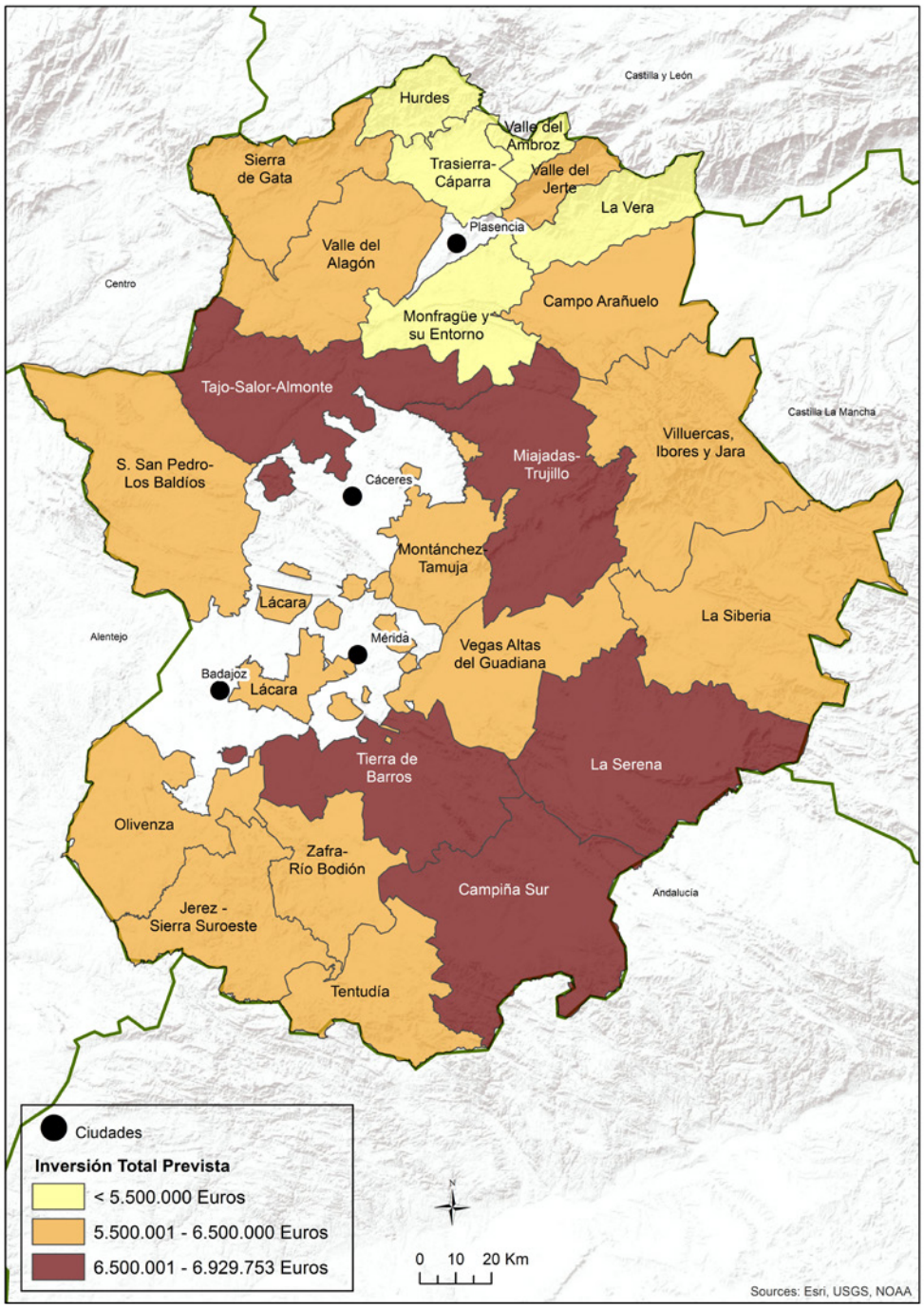
En los mapas 4 a 7 están representadas, respectivamente, la distribución de la población extremeña para el periodo 2013-2017, el Índice de Vejez en el año 2016 (calculado a partir del porcentaje de personas mayores), el Índice de Actividad Empresarial en el 2015 (índice obtenido en función del impuesto correspondiente al total de actividades económicas empresariales: industriales, comerciales y de servicios y que expresa la participación de la actividad económica empresarial (en

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

tanto por diez mil) de cada municipio respecto al total de la región) y el Nivel Socioeconómico, también en 2015 (calculado a partir de la Renta per cápita y el Nivel educativo). Se trata de índices publicados por el Atlas Socioeconómico de Extremadura en el año 2017.

De este modo, se puede apreciar cómo los GAL más perjudicados, en cuanto a las ayudas al desarrollo rural, son los que poseen menor población, mayores índices de vejez, menor actividad empresarial y bajo nivel socioeconómico, esto, sobre todo, en los casos de los GAL del norte y este de la región.

Mapa 2. Distribución territorial de la medida 19

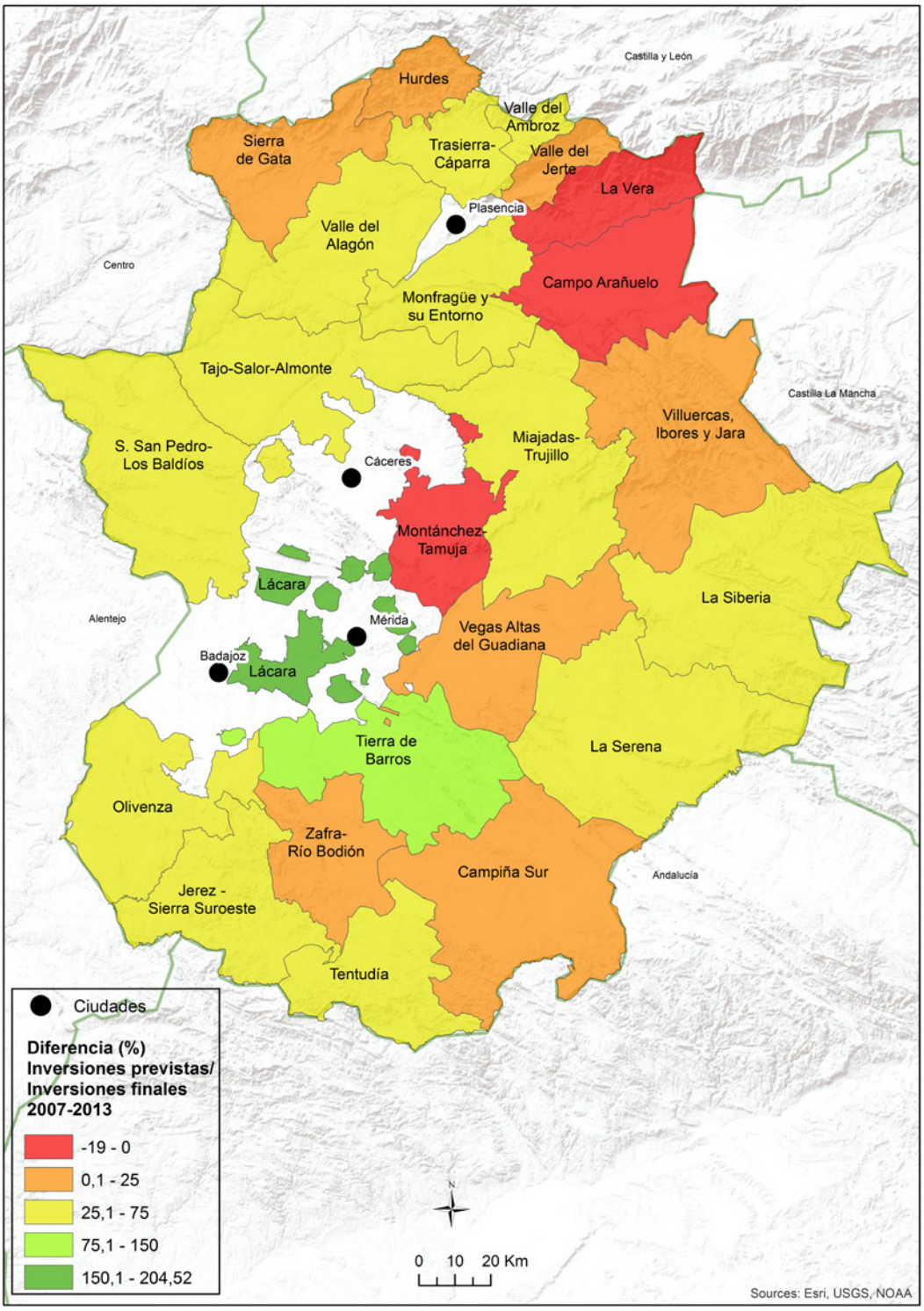


Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura y Base Topográfica Nacional 1:25.000. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9384

Mapa 3

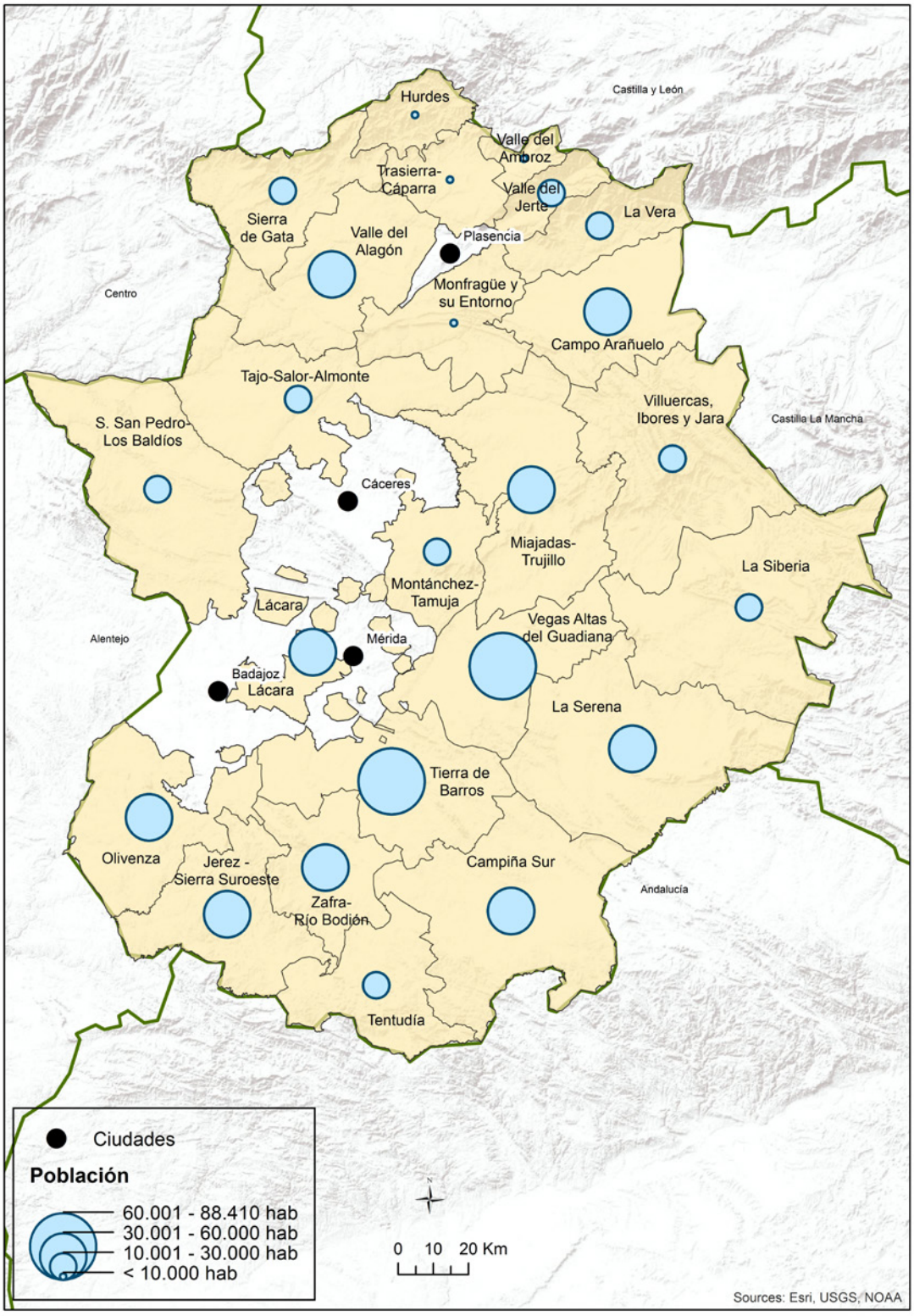


Diferencia (%) Inversión final/Inversión aprobada inicial 2007-2013
Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura y Base Topográfica Nacional 1:25.000. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9384

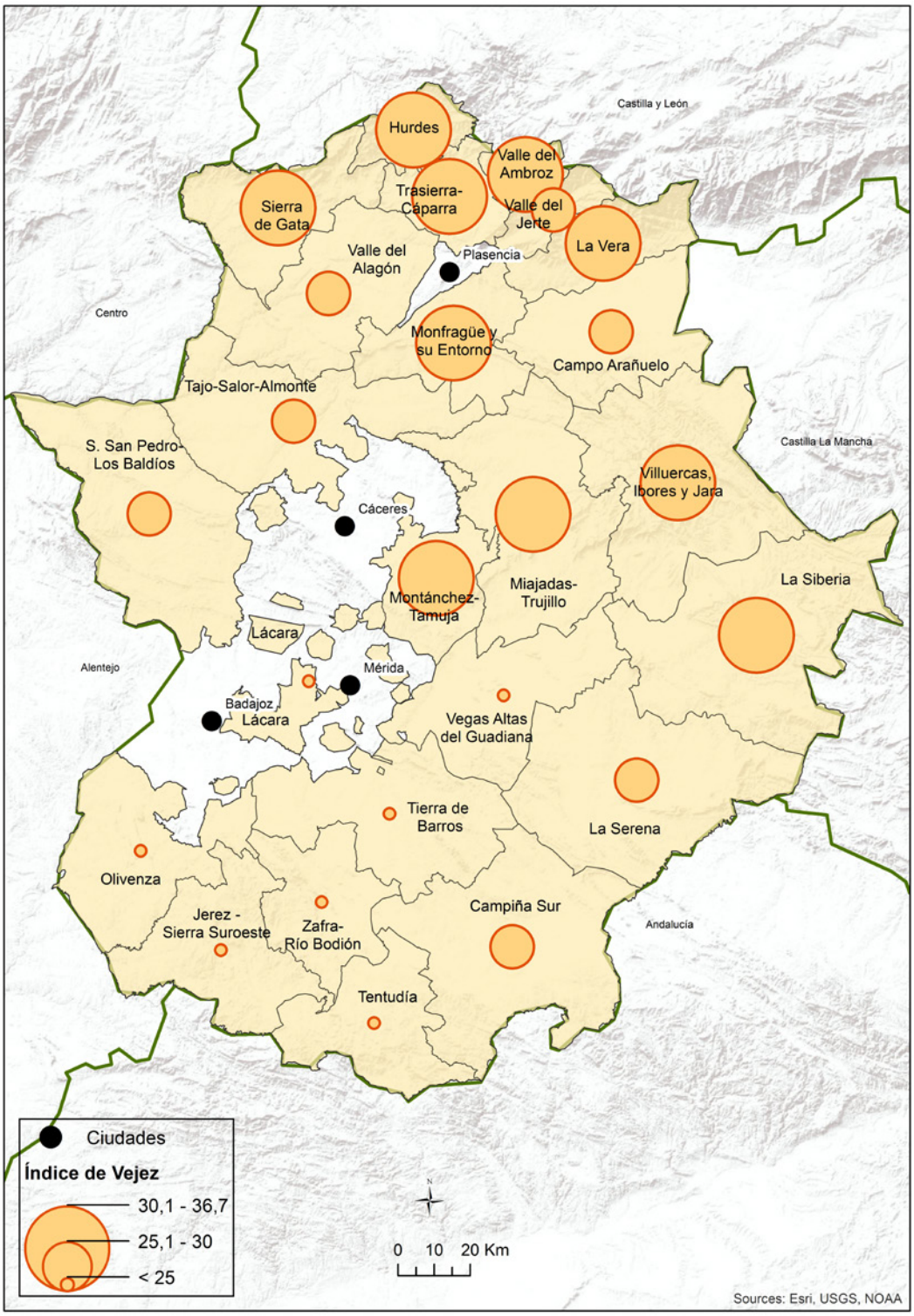
Mapa 4. Distribución de la población extremeña 2013-2017



Fuente: INE y Base Topográfica Nacional 1:25.0000. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Mapa 5. Índice de Vejez en Extremadura 2016

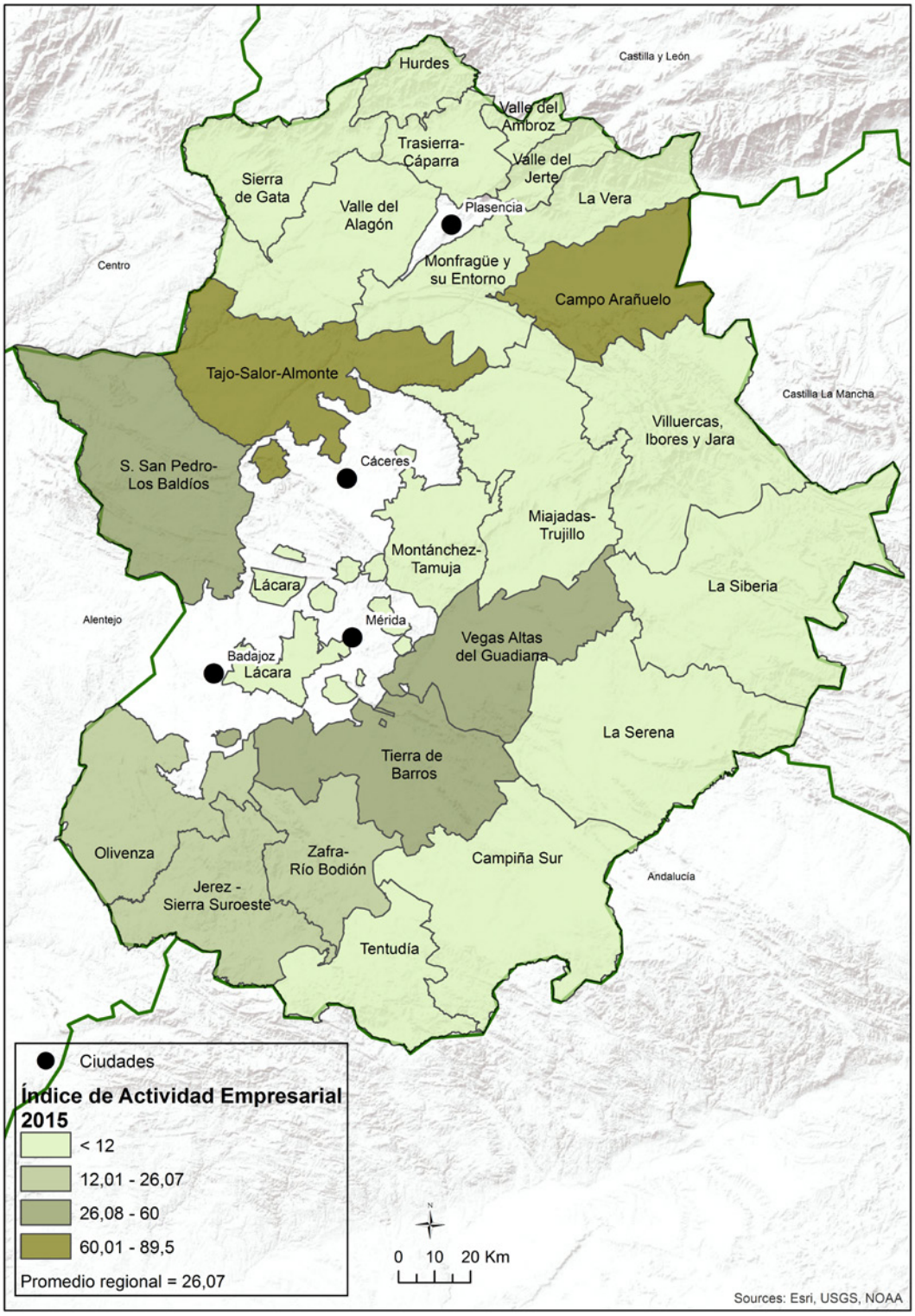


Fuente: Atlas Socioeconómico de Extremadura 2017 y Base Topográfica Nacional 1:25.000. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9384

Mapa 6. Índice de Actividad Empresarial de Extremadura 2015

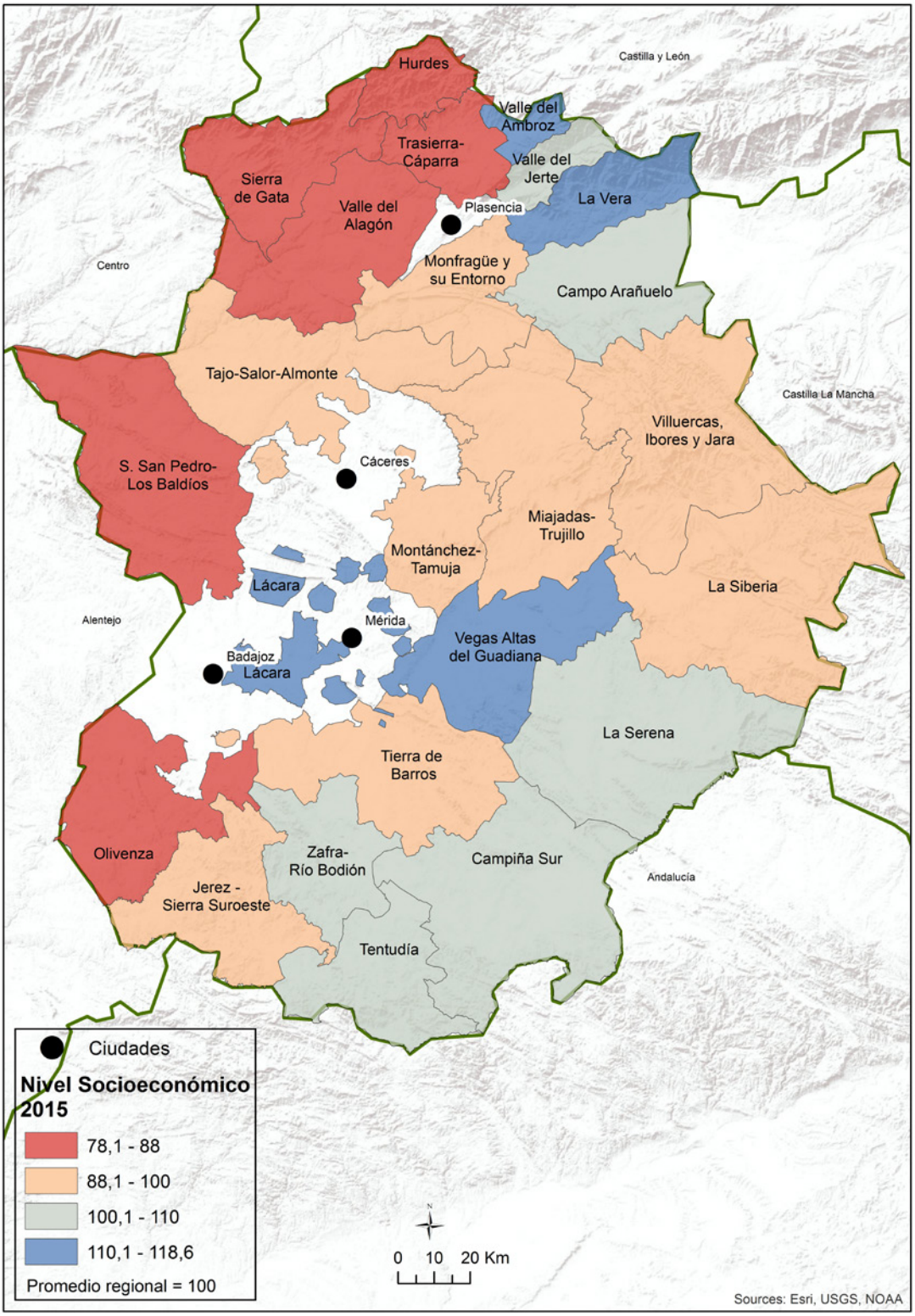


Fuente: Atlas Socioeconómico de Extremadura 2017 y Base Topográfica Nacional 1:25.000. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9384

Mapa 7. Nivel Socioeconómico de Extremadura 2015



Fuente: Atlas Socioeconómico de Extremadura 2017 y Base Topográfica Nacional 1:25.000. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Los GAL que tienen asignadas las mayores cantidades para el nuevo periodo de programación son los coincidentes con las zonas o bien más pobladas y menos envejecidas (Tierra de Barros), cercanas a las principales áreas urbanas de la región y con cabeceras comarcales sobresalientes en la región (Tajo- Salor- Almonte y Miajadas-Trujillo) o bien que, en periodos anteriores, a pesar de presentar características demográficas y socioeconómicas regresivas, los equipos técnicos de sus GAL han movilizado mayor número de proyectos y tienen mayor experiencia con LEADER al haber sido creados en las primeras etapas, como ocurre con La Serena y La Siberia.

Así, parece cumplirse la premisa establecida por la Comisión Europea de «premiar» la mayor consecución de los objetivos financieros de etapas anteriores, al ser los GAL con mayor ejecución de proyectos y fondos desde LEADER II hasta el periodo 2007-2013 los que disponen de más cantidades para el nuevo, dejando nuevamente, y como si de un ciclo vicioso se tratase, a las zonas que han sido, son y serán (si se mantiene la misma tendencia) las más desfavorecidas de Extremadura en cuanto a población, iniciativa privada o emprendimiento.

4. Conclusiones

Con el fin de mejorar el desarrollo de las zonas rurales europeas, que venían experimentando un fuerte proceso emigratorio, y con esto, pérdida significativa de población y envejecimiento, desde principios de los años 90 se está aplicando en ellas el Método LEADER, un método considerado alternativo y diferente de distribución de ayudas públicas, ya que se lleva a cabo mediante la creación y desarrollo de estrategias basadas en las posibilidades del territorio, así como en las necesidades de su población, contando con la participación de esta a través de los GAL, partenariados público-privados en los que se encuentran representados todos losactores del área de actuación: administración, empresas, autónomos, colectivos sociales, asociaciones,...

De este modo, a lo largo de la historia de la Política de Desarrollo Rural de la UE y de LEADER, en sus sucesivos periodos de programación, son diversas las modificaciones realizadas, siempre buscando mejorar y brindar más apoyo al desarrollo rural europeo, y si existe un hito importante, por los cambios producidos, es la creación de un Fondo único para el desarrollo rural con el que las ayudas son financiadas por una serie de medidas bajo cuatro ejes de actuación, el FEADER. Sin embargo, a cierre del Programa, en el año 2015, tras disfrutarse de dos años más adicionales para la liberación de fondos tras el discurrir del periodo 2007-2013, los resultados no fueron los esperados. Durante este periodo, fueron muchas las dificultades a las que se tuvieron que enfrentar los GAL, concretamente los de Extremadura. Según la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio y REDEX, ya desde los inicios del periodo se trabajó con retraso, por lo que los GAL no pudieron cumplir con el gasto de las cantidades previstas. Gran parte de este problema se debió al incumplimiento, por parte de la Junta de Extremadura y del Gobierno central, en la cofinanciación pública, originando que, por ejemplo, tras la anualidad de 2010, Extremadura perdiera 57 millones de fondos europeos por proyectos no ejecutados. Después, en el año 2015, aún se estaban gestionando presupuestos y gastos de proyectos paralizados por el retraso en la aprobación de los programas, de manera que, en tan solo tres meses de ese mismo año se tuvieron que ejecutar 45 millones para no ser devueltos. Mientras tanto, los GAL extremeños empezaban a diseñar sus nuevas estrategias, por lo que tenían dos frentes abiertos y a ninguno le podían dedicar el tiempo y trabajos merecidos. Diversos GAL de la región se encontraron, aparte de lo ya comentado en líneas superiores, con dificultades para dinamizar a la población de sus núcleos más deprimidos, con un tejido empresarial poco consolidado y con tener que ceñirse a

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

medidas concretas de Turismo, mejora del Patrimonio y el Medio Ambiente o creación de Pymes presentes en el Reglamento y que quizás no convenían a sus comarcas. Así, las zonas más desarrolladas de Extremadura son las que gastaron mayores cantidades del FEADER y, dentro de ellas, los municipios considerados cabeceras comarcales y que poseen la mayor parte de la población, las mayores oportunidades de empleo e infraestructuras y servicios, así como los empresarios más solventes y decididos a invertir en su territorio. En el nuevo periodo de programación 2014-2020, a tenor de los cuadros financieros con las cantidades previstas para cada uno de los GAL, parece que las tendencias serán similares, sino las mismas, puesto que son los grupos de las zonas agrarias más productivas y cercanas a las principales ciudades, con mayor número de habitantes y actividad económica, los que mayores fondos han recibido del FEADER para aplicar sus EDLP a través de la medida 19, son esos GAL que desde LEADER II muestran mayor eficacia y eficiencia en cuanto a la ejecución de LEADER.

Desde la UE y los distintos Estados miembros se pretende dar solución y revertir lo hasta ahora conseguido a través de la reformulación del reglamento para el periodo 2014-2020. Se ha eliminado la concepción por ejes de actuación y se ha vuelto a las medidas, a una estructura más simple, otorgando mayor libertad de ejecución a los GAL, pues eligen las medidas a las que acogerse, aparte de las del PNDR. Sin embargo, según la AEVAL (Agencia Estatal de Evaluación de las Políticas Públicas y la Calidad de Servicios) en su Informe Final de 2017 sobre Evaluación de la implementación del PNDR para España en el periodo 2014-2020, el desarrollo de este está siendo lento y desigual según las medidas, con un nivel de ejecución generalmente bajo, lo cual implica un riesgo alto de incumplimiento de sus objetivos y, consecuentemente, de los de los PDR regionales y de las estrategias de los GAL.

A pesar de los inconvenientes, el Enfoque o Método LEADER se mantiene prácticamente en los mismos términos, prestando atención al diseño y puesta en marcha de EDLP por los GAL, a los partenariados entre los agentes públicos y privados, a la aproximación bottom-up y a la capacidad de estas asociaciones para decidir cuáles son las potencialidades de su territorio y, así, qué proyectos poner en marcha en los distintos sectores económicos según sean más o menos beneficiosos. Con todo esto, es claro el gran valor añadido que supone este modelo de desarrollo a través de los GAL, por su mayor precisión a la hora de identificar necesidades, por el mayor grado de compromiso de los agentes que intervienen y por el mayor margen para la innovación a la hora de aportar soluciones. Sin embargo, según la experiencia de las etapas anteriores, es necesaria una mejora en la gobernanza de las políticas rurales y en el diseño de las mismas. En aquellos territorios con indicadores demográficos y económicos más regresivos debería existir una menor exigencia de participación privada en proyectos que el GAL y su estrategia considere que son prioritarios por la creación de empleo y/o sinergias con otros sectores económicos, así como por ser de mayor envergadura económica, como se consiguió en el anterior periodo en Extremadura con la inclusión de una submedida del Eje 1 para ser gestionada por los GAL. Además, en el caso extremeño, se ha desperdiciado la gran oportunidad que supone acogerse al «multifondo», es decir, cofinanciar ciertos proyectos con los demás Fondos EIE, con los cuales, finalmente, se persigue lograr el mismo objetivo: el desarrollo territorial de las áreas europeas más desfavorecidas con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y revertir los procesos de despoblación y envejecimiento.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

5. Agradecimientos

Agradecer a los revisores por la labor desempeñada y por sus comentarios, los cuales contribuyen a una mayor calidad del trabajo. Además, agradecer al Vicerrectorado de Investigación, Transferencia e Innovación, de la Universidad de Extremadura, por la concesión de la Ayuda «Acción III» del Plan de Iniciación a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2017, con la que ha sido posible la realización de este trabajo.

6. Referencias Bibliográficas

- Abad, L.D. (2013). *Territorio, cooperación y desarrollo: la iniciativa europea Leader como modelo de gobernanza en espacios periurbanos: dos casos de estudio en la Comunidad de Madrid: las comarcas de la Sierra Norte y de las Vegas.* Universidad Complutense de Madrid.
- Abad, L. D. (2014).Gobernanza en espacios periurbanos a través de la iniciativa europea LEADER. El caso de la Comarca madrileña de Las Vegas. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense,* 34(1), 9-32. doi:https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n1.45190.
- Alario, M. & Baraja, E. (2006). Políticas públicas de desarrollo rural en Castilla y León:¿Sostenibilidad consciente o falta de opciones? LEADER II, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 41, 267-294.
- Bjärstig, T. & Sandström, C. (2017). Public-private partnerships in a Swedish rural context-A policy tool for the authorities to achieve sustainable rural development?, *Journal of Rural Studies,* 49, 58-68. doi: https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.11.009.
- Buller, H. (2002). Re-Creating Rural Territories: LEADER in France,*Sociologia Ruralis,* 40 (2), 190-199.
- Cárdenas, G. &Nieto, A. (2016). Desarrollo rural en Extremadura. Perspectivas de futuro (2014-2020), Ruíz, Ángel, Serrano de la Cruz, Manuel Antonio y Plaza, Julio (Eds.), *Treinta años de Política Agraria Común en España: Agricultura y multifuncionalidad en el contexto de la nueva ruralidad,* 279-292.
- Comisión Europea (2010). The CAP towards 2020: Meeting the food, natural resources and territorial challenges of the future. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels,* 18.
- Comisión Europea (2016). *Fact Sheet: El Marco Nacional de desarrollo rural 2014-2020 de España.*
- Commins, P. (2004). Poverty and social exclusion in rural areas: characteristics, processes and research issues, *Sociologia Ruralis,* 44(1),60-75.
- Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio. (2016). *DOE nº 49 11 Marzo de 2016, DECRETO 26/2016, de 8 de marzo, por el que se regula la concesión directa de ayudas a las organizaciones candidatas preseleccionadas para obtener la condición de Grupos de Acción Local de Extremadura, para la preparación de sus estrategias de Desarrollo Local Participativo.*
- Dax, T. & Copus, A. 2016). The Future of Rural Development, Regonnaud, G. (Ed.), *Research for A(GRI Committee - CAP Reform Post - 20020 - Challenges in Agriculture*, European Parliament, Directorate-General for Internal Policies, 221-303.
- Dax, T. & Fischer, M. (2018). An alternative policy approach to rural development in regions facing population decline,*European Planning Studies,* 26(2), 297-315. doi: https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1361596.
- Esparcia, J. & Escribano, J. (2012). La dimensión territorial en la programación comunitaria y el nuevo marco de políticas públicas: desarrollo rural territorial, reforma de la PAC y nuevo LEADER,*Anales de Geografia de la Universidad Complutense,* 32(2), 227-252. doi: https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2012.v32.n2.39719
- Esparcia, J. & Escribano, J. (2015). Del enfoque LEADER al enfoque territorial y al Desarrollo Local Participativo, *Redes de innovación y desarrollo local en el medio rural*, Compés, R., García, J.M. y Aguilar, J. (Eds), 48-70.
- Febles, M. F., García, J. L. & Zapata, V. M. (2005). La iniciativa comunitaria LEADER en España, *Boletin de la Asociacion de Geografos Espanoles*, 39, 361-398.
- Grimes, S. (2000). Rural areas in the information society: diminishing distance or increasing learning capacity?,*Journal of Rural Studies*, 16(1), 13-21.
- Junta de Extremadura (2015). *Programa de Desarrollo Rural en Extremadura 2014-2020.*

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Kovach, I. (2000). LEADER, a new social order, and the Central-and East-European Countries, *Sociologia Ruralis*, 40(2),181-189.
- Lastra, X., Tolón, A. & García, M. A. (2014).Futuro de la política de desarrollo rural en Europa. Aspectos principales de la normativa para el periodo de programación 2014-2020, *Observatorio Medioambiental*, 17, 91-139.
- Lois, R.C, Feal, A., & Paül, V. (2013). La dimensión territorial de la Estrategia Europa 2020. Las regiones europeas en la senda oficial para salir de la crisis, *Ería,* 92,211-242.
- Long, F. J. & Arnold, M. B. (1995). *The power of environmental partnerships*, Harcourt College Pub.
- MAPA (2004). «El estado de la cooperación en LEADER +. Mucho en común»,*Actualidad Leader. Revista de desarrollo rural*, 26.
- Navarro, F., Cejudo, E. & Cañete, J. A. (2018a). Emprendedores y proyectos fallidos de LEADER y PRODER en Andalucía en el periodo 2000-2006. Perfil y motivos de desistimiento, Estudios Geográficos, 79 (284), 141-166. doi: https://doi.org/10.3989/estgeogr.201806
- Navarro, F., Cejudo, E. & Cañete, J. A. (2018b). Análisis a largo plazo de las actuaciones en desarrollo rural neoendógeno. Continuidad de las empresas creadas con la ayuda de LEADER y PRODER en tres comarcas andaluzas en la década de 1990. AGER. Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, 25, 189-219.
- Nieto, A. & Cárdenas, G. (2015). El Método LEADER como política de desarrollo rural en Extremadura en los último 20 años (1991-2013), *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,* 69, 139-162. doi:https://doi.org/10.21138/bage.1893
- Nieto, A. & Cárdenas, G. (2017). Análisis del método LEADER (2007-2013) en Extremadura mediante técnicas SIG y Análisis Multivariado,*Cuadernos Geográficos,* 56(1), 148-171
- Nieto, A. & Gurría, J. L. (2010). El modelo rural y el impacto de los programas LEADER y PRODER en Extremadura (Propuesta metodológica),*Scripta Nova. Revista electónica de Geografía y Ciencias Sociales,* XIV(340).
- Nieto, A. & Cárdenas, G. (2018). The Rural Development Policy in Extremadura (SW Spain): Spatial Location Analysis of LEADER Projects,*ISPRS International Journal of Geo-Information,* 7(2). doi: https://doi.org/10.3390/ijgi7020076
- Osti, G. (2000). LEADER and Partnerships: The Case of Italy,*Sociologia Ruralis,* 40(2), 172-180.
- Pemán, I. & Jiménez, G. (2013). La Gobernanza multinivel como alternativa a la gestión del desarrollo del medio rural, Diputación de Zaragoza.
- Ray, C. (1999a). Endogenous development in the era of reflexive modernity,*Journal of rural studies,* 15(3), 257-267.
- Ray, C. (1999b). Towards a Meta-Framework of Endogenous Development: Repertoires, Paths, Democracy and Rights, *Sociologia ruralis,* 39(4), 522-537.
- Red Rural Nacional (2015). *Desarrollo Rural y Sostenible*, MAGRAMA.
- Reglamento (UE) nº 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) (2013).
- Sancho, J. & Reinoso, D. (2012). La delimitación del ámbito rural: una cuestión clave en los programas de desarrollo rural, *Estudios geográficos,* 73(273),599-624. doi: 10.3989/estgeogr.201221
- Shucksmith, M. (2004). Young people and social exclusion in rural areas, *Sociologia Ruralis,* 44(1), 43-59.
- Shucksmith, M. (2010). Disintegrated Rural Development? Neo-endogenous Rural Development, Planning and Place-Shaping in Diffused Power Contexts, *Sociologia ruralis,* 50(1), 1-14.
- Shucksmith, M. & Chapman, P. (1998). Rural development and social exclusion, *Sociologia Ruralis,* 38(2), 225-242.
- Taylor, J. & Bradley, S. (1997). Unemployment in Europe: A comparative analysis of regional disparities in Germany, Italy and the UK, *Kyklos,* 50(2), 221-245.
- Terluin, I. J. (2003). Differences in economic development in rural regions of advanced countries: an overview and critical analysis of theories, *Journal of rural studies,* 19(3), 327-344.
- Van Huijstee, M. M., Francken, M. & Leroy, P. (2007). Partnerships for sustainable development: a review of current literature,*Environmental Sciences,* 4(2), 75-89.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Sobre las autoras

Gema Cárdenas Alonso

Es Doctora en Desarrollo Territorial Sostenible por la Universidad de Extremadura tras haber sido beneficiaria de una beca predoctoral del Gobierno de Extremadura y haber cursado los másteres oficiales en *Desarrollo Rural* y en *Tecnologías de la Información Geográfica: SIG y Teledetección*, en la misma Universidad. Actualmente pertenece al Instituto de Investigación INTERRA de la Universidad de Extremadura.

Sus trabajos están relacionados principalmente con el tema de su Tesis Doctoral, el estudio de la implantación de la Política de Desarrollo Rural en Extremadura, pero siempre intentando abarcar más campos propios de la Geografía, como son las Tecnologías de la Información Geográfica (SIG, recreaciones virtuales en 3D, programación y creación de geovisores,…), la Demografía y el Turismo Rural.

Entre sus recientes trabajos: "Spatial Analysis of the Rural-Urban Structure of the Spanish Municipalities", 2020, en *ISPRS International Journal of Geo-Information;* "Principal Component Analysis of the LEADER Approach (2007–2013) in South Western Europe (Extremadura and Alentejo)", 2019, *Sustainability*; "The Rural Development Policy in Extremadura (SW Spain): Spatial Location Analysis of Leader Projects", 2018, *ISPRS International Journal of Geo-Information;* y "Towards Rural Sustainable Development? Contributions of the EAFRD 2007–2013 in Low Demographic Density Territories: The Case of Extremadura (SW Spain)", 2017, *Sustainability*.

Ana Nieto Masot

Es Doctora en Geografía por la Universidad de Extremadura, Máster en SIG por la Universidad de Girona y Profesora Contratada Doctor en la misma. Su investigación se ha centrado en Desarrollo Rural, Demografía, Geografía Económica y en las nuevas Tecnologías de la Información Geográfica.

Ha dirigido 6 Proyectos y/o Contratos I+D y participado como colaborador en una veintena de ellos, además de realizar estancias de investigación en Universidades (Lancashire, Coimbra, Barcelona, CSIC). Destacar más de 60 publicaciones en artículos, libros y aportaciones a congresos y conferencias.

Entre sus recientes trabajos: "Spatial Analysis of the Rural-Urban Structure of the Spanish Municipalities", 2020, en *ISPRS International Journal of Geo-Information;* "Principal Component Analysis of the LEADER Approach (2007–2013) in South Western Europe (Extremadura and Alentejo)", 2019, *Sustainability*; "The Rural Development Policy in Extremadura (SW Spain): Spatial Location Analysis of Leader Projects", 2018, *ISPRS International Journal of Geo-Information;* y "Towards Rural Sustainable Development? Contributions of the EAFRD 2007–2013 in Low Demographic Density Territories: The Case of Extremadura (SW Spain)", 2017, *Sustainability*; y "Análisis de la distribución espacial de equipamientos educativos (0–16 años) en Extremadura a escala de detalle", también en 2018, en el *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles.*

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9453
Membrado-Tena, J. C.; Fansa, G. (2020). Toponimia, paisaje y ciencia
Cuadernos Geográficos 59(2), 28-52

Toponimia, paisaje y ciencia. El caso de los nombres de municipio de la Plana de Castelló (País Valenciano)

Joan Carles Membrado-Tena [1] | Ghaleb Fansa [2]

Recibido: 27/05/2019 | Aceptado: 23/10/2019

Resumen

Los topónimos son nombres propios que a menudo describen rasgos naturales y culturales de un paisaje y que suelen fosilizarse en el tiempo. La perspectiva diacrónica que ofrecen algunos topónimos permite reconstituir virtualmente parte de los elementos naturales y culturales de paisajes desaparecidos. La toponimia, además, posee un valor referencial, ya que designa lugares y los distingue entre sí. También tiene un valor identitario, ya que los habitantes de un lugar se sienten afectivamente vinculados a su lugar de residencia y, por tanto, al nombre que lo designa. Por último, es también una ciencia ideológica, porque el contexto político condiciona la elección de un topónimo preciso y no de otros también plausibles. En este artículo, que se centra en el caso de los municipios de la comarca valenciana de la Plana de Castelló, llevamos a cabo un método de clasificación e interpretación novedoso, ligado al auge de la toponimia crítica surgido con el cambio de milenio entre los geógrafos anglosajones. A partir de este método se detectan ciertos modelos de comportamiento toponímico que ayudan a entender el contexto ideológico dominante en el área de estudio. Estos modelos son extrapolables a otros territorios afines.

Palabras clave: toponimia; paisaje; identidad; ideología; La Plana de Castelló

Abstract

Toponymy, landscape and science. The case of municipality names of la Plana de Castelló (Valenciana, Spain)

Place names (*toponyms*) are proper nouns describing natural and cultural features of a landscape. They often become *fossilized* over time. The diachronic perspective offered by some place names allows to virtually reconstitute part of the natural and cultural elements of disappeared landscapes. Toponymy also has a referential value, because it designates places and distinguishes them from other places. It also has an identity value, since the inhabitants of a place feel affectionately linked to their living place and, therefore, to the place name. Finally, it is also an ideological science, because the political context determines the choice of one precise place name and not another plausible one. In this paper, which focuses on the case of the municipalities of the Valencian region of La Plana de Castelló, we carried out a new method of classification and interpretation, linked to the rise of critical toponymy recently developed among English-speaking geographers.

1. Universitat de València, joan.membrado@uv.es
2. Universitat de València, ghaleb.fansa@uv.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Certain patterns of toponymic behavior are detected from this study method, which help us to understand the dominant ideological context in our study area. These patterns can be extrapolated to other related territories.

Keywords: toponymy; landscape; identity; ideology; La Plana de Castelló

1. Introducción

Tras la colonización de un territorio virgen, las personas que lo ocupan tienen la necesidad de darle nombre para identificarlo en el espacio. Normalmente, para etiquetar un lugar por primera vez, los colonos suelen designarlo mediante un nombre común que describe los rasgos naturales más llamativos del paisaje. Con la transformación humana del territorio, se hace necesario crear nueva toponimia que designe los nuevos paisajes culturales (que, a veces, reciben el nombre de la persona que los creó). Posteriormente, si el control del territorio se ejerce mediante un poder jerárquico y centralizado, desde las élites políticas se puede crear nueva toponimia que naturalice sus estructuras de poder. Cuando nuevos colonos y nuevos idiomas se establecen en un territorio que antaño había sido ocupado y etiquetado, es muy frecuente que muchos de los topónimos antiguos sobrevivan, pero ya no con valor semántico *per se*, sino solo con valor referencial (para designar un punto en el territorio). El estudio y análisis de la toponimia, especialmente de la fósil (aquella cuyo valor semántico no se entiende en la lengua actual de ocupación), permite la reconstrucción virtual de paisajes en un territorio.

El objetivo principal de este artículo es el análisis de los topónimos de municipio existentes en la comarca valenciana de la Plana de Castelló, con el fin de reconstituir virtualmente una parte significativa del paisaje perdido de este territorio, y que se enmarca en dos tipos principales de topónimos: aquellos que describen rasgos naturales del paisaje y aquellos que designan características culturales del mismo. Por otro lado, también se examina el origen histórico-lingüístico de los topónimos estudiados, que se enmarca en cuatro etapas y lenguas principales: prerromanas, latina, árabe y catalana/valenciana.

Otro objetivo de este artículo es analizar el concepto de toponimia y las diferentes funciones (referencial, semántica, identitaria, ideológica) que se atribuyen a los topónimos, así como su relación esencial con el paisaje. Dicha relación se sustenta no solo en que el valor semántico de los topónimos se refiere principalmente a rasgos del paisaje y posee la capacidad para la reconstrucción de paisajes perdidos, sino también a que ambos conceptos poseen un alto grado de subjetividad en tanto que interpretaciones o percepciones que llevan a cabo las personas sobre un territorio.

Un último objetivo de este artículo es analizar los avances científicos realizados desde la geografía en el campo de la toponimia en las últimas décadas. A pesar de ser una disciplina eminentemente geográfica, la toponimia ha sido tradicionalmente poco valorada por los geógrafos por su supuestamente escaso contenido científico. Era acusada por los positivistas de no poseer una base sólida científica y por la geografía radical de no profundizar en aspectos ideológicos e identitarios. En este artículo repasaremos el giro crítico que desde la geografía –especialmente la anglosajona– se ha dado a este respecto.

El artículo cuenta con una primera parte que aborda el marco teórico y se subdivide en tres epígrafes: función de los topónimos, toponimia y paisaje, y toponimia y ciencia. A continuación, se explica la metodología y el caso de estudio (la Plana de Castelló). En el apartado de resultados

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

se explica la semántica y el origen histórico-lingüístico de los topónimos municipales de la comarca de estudio. En la discusión se relacionan los resultados con el marco teórico explicado previamente. Por último, en la conclusión se argumenta la aportación de este artículo a la ciencia toponímica y geográfica, en general.

1.1. Marco teórico

1.1.1. Sobre la función de los topónimos

La toponimia es la rama de la onomástica que estudia los nombres de lugar. Se trata de una disciplina de síntesis donde convergen de manera complementaria la historia, la geografía y la lingüística (Tort, 2001). Además, otras ciencias auxiliares de la toponimia son la sociolingüística, la psicolingüística, la psicología social, la antropología, el derecho o la ciencia política (Dorion, 1984; Zelinsky, 1997). Querol (1995, p. 65) defiende que la casuística que encierra la toponimia es tan variada que hay infinitas maneras de abordarla, sin que ninguna deba prevalecer sobre el resto. Aparte de los campos de conocimiento mencionados, podemos añadir otros tan aparentemente alejados de la toponimia como la teledetección (Membrado-Tena, 2016 y 2017).

Las personas necesitan dar nombre a los lugares donde viven con el fin de identificarlos y localizarlos en el espacio y poder comunicarse e interactuar acerca de ellos. Por lo tanto, los topónimos poseen, en primer lugar, un valor referencial. Además, los topónimos normalmente derivan de un nombre común y poseen, por tanto, un valor semántico, que suele describir un rasgo del paisaje (topografía, hidrografía, fauna o flora, propiedad o uso del suelo), o un determinado contexto político o histórico. Los topónimos poseen, por tanto, una función referencial pero también otra semántica. Por un lado, se refieren a un espacio determinado de la superficie terrestre, acotado por unos límites más o menos definidos; por otro, están formados por uno o más nombres genéricos con un significado más o menos transparente. Este nombre común es el que describe los rasgos del paisaje y ayuda a su interpretación (Seidl, 2008; Siwei et al., 2016).

El análisis etimológico de un topónimo –cuando este no posee un significado transparente– permite analizar su semántica y obtener un documento histórico que posibilita la reconstrucción virtual de paisajes desaparecidos, como veremos en el punto 1.1.2. Dicho análisis requiere la ayuda de disciplinas como la filología, pero también de la geografía (a través de la observación del paisaje) y de la historia (que explica el contexto político).

Además de ser un instrumento para interpretar el paisaje, la toponimia constituye también un patrimonio inmaterial que define a las personas que habitan un determinado territorio. Posee, por tanto, una función identitaria. En una fase inicial los habitantes de un territorio dieron nombre a los lugares de su entorno; posteriormente, esos topónimos han acabado por configurar y dar personalidad cultural e identidad a esas mismas gentes (Arroyo-Ilera, 2018, p. 302). Los topónimos refuerzan la identidad de un lugar ya que son símbolos que lo designan y definen, y que fortalecen los lazos emocionales con el espacio (Jordan, 2012, p. 125). Los topónimos han de ser entendidos como parte de un proceso socio-espacial remoto que, en el presente, proporcionan un vínculo afectivo con las personas (Fuchs, 2015).

Además, la toponimia posee también una función ideológica, política o, como dice Rosselló (2004), *patriótica*. Con ello, se entra en cuestiones de carácter sociopolítico y sociolingüístico como son la normalización y oficialización toponímica. Un ejemplo cercano de la politización

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de la toponimia lo encontramos en el topónimo *País Valenciano*. Durante la Segunda República española este término se generalizó entre los grupos valencianistas como sinónimo y versión actualizada del nombre histórico *Reino de Valencia*. Con la llegada de la democracia todas las fuerzas políticas constitucionalistas abogaron por el término *País Valenciano* como nombre oficial para la nueva comunidad autónoma valenciana. Sin embargo, las fuerzas políticas (y la prensa) de derecha herederas del franquismo pronto abandonaron su adhesión al topónimo País Valenciano al considerarlo demasiado potente desde el punto de vista identitario; con el fin de desterrarlo llevaron a cabo una campaña de desprestigio hacia el topónimo, acusándolo arbitrariamente de pancatalanista y antivalenciano, y tras varios años de ataques contra el topónimo, en el estatuto de autonomía de 1982 se abogó por oficializar el topónimo *Comunidad Valenciana*, sin tradición y carente de poder identitario alguno (Membrado-Tena, 2014, p. 201). Otro paradigma de cambio toponímico de carácter ideológico en València es el de *Sagunto*, derivado del nombre latino histórico de la ciudad de Morvedre (del latín tardío MURO VETERE), que fue restaurado en 1874 cuando el general Martínez Campos dio allí el golpe de estado que puso fin a la Primera República Española y restauraba la monarquía borbónica, al tiempo que la retórica imperial asociada a la antigua SAGUNTUM. Similar es el caso de la siciliana ciudad de Agrigento, cuyo nombre tradicional era Girgenti hasta que, en 1927, en pleno periodo fascista mussoliniano, recuperó e italianizó su nombre histórico latino (AGRIGENTUM). También en Sicilia, el nombre popular de su gran volcán es *Mongibello* (del latín MONS y el árabe *jabal*), pero oficialmente es conocido con la forma clásica griega *Etna*.

Un ejemplo paradigmático de la perspectiva ideológica o patriótica/nacionalista de la toponimia lo vemos en la España franquista (1936/9-1977): «Avenida del Generalísimo» era el nombre de las dos grandes avenidas de Madrid y de Barcelona (actuales *Paseo de la Castellana* y *Avinguda Diagonal*, respectivamente). La mayoría de los topónimos con vínculos franquistas han sido sustituidos en la democracia, y en los territorios de lengua gallega, vasca o catalana/valenciana los topónimos, en general, han sido traducidos o recuperados en la lengua propia de estos territorios, cuyo uso oficial había sido desterrado durante la dictadura.

Otros ejemplos de toponimia ideológica los encontramos en Irlanda, donde los católicos llaman *Derry* (*Doire* en gaélico) a la segunda ciudad del Ulster, y los protestantes *Londonderry* desde 1662. En la antigua República Democrática Alemana la ciudad sajona de Chemnitz fue llamada *Karl-Marx-Stadt* entre 1953 y 1990. Tras la caída del régimen fascista de Mussolini, en Italia la ciudad de *Mussolinia* di Sardegna pasó a llamarse Arborea, y la de *Littoria* (de *fascio littorio*, el símbolo fascista) cambió su nombre por el de Latina. En la antigua URSS, San Petersburgo se convirtió en Leningrado (1924-1991) y la ciudad tártara de Sary Su o Tsaritsyn en Stalingrado (1929-1961) y después en Volgogrado. A veces, no es necesaria la caída de un régimen para que se dé esta circunstancia: el pico más alto de EE.UU., llamado entre 1896 y 2015 McKinley (por el presidente homónimo), se llama desde 2015 *Delani*, nombre tradicional de este pico en lengua Tanaina (idioma de Alaska) (Membrado-Tena e Iranzo-García, 2018, p. 251-252). En el punto 1.1.3. nos referiremos al reciente auge de los estudios geográficos sobre toponimia crítica e ideológica.

1.1.2. Sobre la toponimia y el paisaje

Muchos topónimos han sido creados como resultado de una interpretación subjetiva de algunos rasgos del paisaje por parte de colonos (normalmente agricultores) que, al ocupar y explotar un territorio virgen, han tenido la necesidad de designarlos. Dicha interpretación dependía de la

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

percepción que dichos colonos tenían del nuevo territorio, y estaba condicionada por sus propias experiencias personales y subjetivas (¿qué otros territorios conocían?, ¿qué rasgos del nuevo paisaje les eran significativos?). En este sentido la toponimia conecta con el paisaje, ya que este último también deriva de la percepción *subjetiva* de las personas hacia un territorio que ha sido transformado.

Cabe recordar que el paisaje no se refiere solo a un territorio, sino también a la percepción que del mismo tienen las personas que lo observan. El paisaje es, según la definición del Convenio Europeo del Paisaje, »cualquier parte del territorio, tal y como es percibida por las poblaciones, cuyo carácter resulta de la acción de los factores naturales y humanos y de sus interrelaciones".

Mata (2014, p. 10) define el carácter del paisaje como la huella que secularmente ha imprimido la sociedad sobre la naturaleza, y que da sentido de lugar a cada territorio. El carácter de un paisaje corresponde al espacio donde se ha fraguado la memoria de un lugar y explica la formación, consolidación y mantenimiento de identidades territoriales (Nogué, 2007, p. 374). El testimonio que mejor preserva la memoria de lo que fue un paisaje desaparecido o transformado es su toponimia, siempre que esta sea susceptible de interpretación y que posea elocuencia descriptiva.

Los topónimos más antiguos describen normalmente rasgos naturales de un paisaje, antes de su transformación cultural. Como señala Villar (1995a, p. 93), entre los topónimos, son los nombres de ríos (hidrónimos) los más conservadores. Tras la alteración humana sobre un paisaje natural, nuevos topónimos serán creados para designar rasgos culturales de dicho paisaje.

Los topónimos que describen rasgos naturales y culturales del paisaje son de tipo *bottom-up*, porque fueron creados de manera más o menos espontánea y subjetiva por colonos agrícolas o ganaderos desde abajo y acabaron siendo asumidos por toda la población, incluida la élite gobernante. Frente a los topónimos *bottom-up*, también encontramos los de tipo *top-down*, diseñados conscientemente y con sesgo ideológico por las élites políticas, normalmente con un objeto propagandístico. Los de este último tipo no suelen describir rasgos del paisaje, sino que se refieren a personas, instituciones, lugares o ideas con las que se pretende reforzar y naturalizar unas estructuras de poder sobre un territorio donde dicho poder está en disputa.

Los topónimos anteriores a la Edad Moderna, predominantes en Europa, son normalmente de tipo *bottom-up* y describen rasgos naturales y culturales de un paisaje remoto, que normalmente ya no existe hoy en día. El conservadurismo lingüístico, la observación geográfica y la investigación histórica permiten analizar los topónimos opacos (no transparentes), recuperar su valor semántico y relacionarlo con paisajes actualmente desaparecidos.

Frecuentemente los topónimos sobreviven a los cambios en el paisaje y en la coyuntura política, porque siguen siendo útiles a escala referencial, aunque pierdan el valor semántico. Esta capacidad de sobrevivir los convierte en documentos históricos de primer orden para el estudio de la dinámica del paisaje y de los cambios en las estructuras sociales y políticas.

El mecanismo que permite a la toponimia rescatar los paisajes del pasado deriva de su conservadurismo lingüístico: por un lado, la evolución morfológica de los nombres de lugar muchas veces se detiene aunque los nombres comunes de su misma lengua continúen evolucionando (el nombre propio *Madrid* y el nombre común *matriz* derivan ambos del latín matrix, »origen, fuente (de aguas), útero" y sin embargo el topónimo ha seguido una evolución propia y diferente a la del nombre genérico); por otro, muchos topónimos sobreviven a la extinción local de la lengua en

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

que fueron creados (como pasó con el ibérico u otras lenguas prelatinas, el latín y el árabe en la mayor parte de España), porque continúan siendo útiles para la designación de un enclave específico y diferente del resto de lugares, por mucho que carezcan de significado léxico en la nueva lengua del lugar.

Los topónimos no funcionan, por tanto, como unidades léxicas normales. Poseen un significado referencial y por ello no necesitan evolucionar de acuerdo a la morfología de la lengua ni ser sustituidos en caso de que dicha lengua sea suplantada por otra. Gracias a este mecanismo de fosilización los nombres de lugar se convierten en una fuente inagotable de información histórica y geográfica que permite evocar un paisaje ya desaparecido.

Nuestros topónimos de estudio, y los topónimos europeos en general, poseen orígenes bien antiguos que se remontan, a menudo, a la época prerromana. Dichos topónimos poseen un claro valor semántico en el momento de su creación: son transparentes. Sin embargo, pueden perder su transparencia con el paso de los siglos. Esto sucede debido a la transformación del elemento que dio nombre al topónimo, a cambios en el lenguaje local, o a la descuidada transmisión oral del topónimo (Kadmon, 2000; Conedera et al., 2007, p. 730). A pesar de la pérdida de transparencia, el valor semántico de los topónimos puede reconstruirse mediante la ayuda de la lingüística (semántica, morfología), pero también de la observación geográfica y del contexto histórico. La toponimia que sobrevive a los cambios suele ser una fuente documental histórica de gran valor, ya que muestra la transformación de un paisaje. Sauer (1956) considera que los topónimos son la cuarta dimensión de la geografía –la expresión del tiempo–, porque su estudio contribuye a la reconstrucción de los paisajes históricos. Litton (1968) estudiaba la toponimia para entender los cambios en el paisaje. Martín (1988) muestra que los topónimos, además de poseer un valor lingüístico y cultural, son hitos que ayudan a la reconstrucción de paisajes que han experimentado un alto grado de transformación. Para Riesco (2010, p. 22), el análisis diacrónico de los nombres de lugar es la forma de comprender la evolución de un paisaje secular que ya no existe.

Una de las maneras de analizar los cambios en el paisaje es, por lo tanto, el estudio de la toponimia. Este enfoque ha contado con detractores y defensores. Los primeros critican que este tipo de estudios se basan en meras interpretaciones lingüísticas para la reconstrucción de un paisaje histórico. Los segundos parecen tener más confianza en dichas interpretaciones toponímicas para reconstituir paisajes (Sousa y García-Murillo, 2001, p. 391). Tradicionalmente, los únicos enfoques toponímicos plenamente aceptados por la comunidad científica han sido los basados en estudios etimológicos, a pesar de que estos últimos pueden presentar errores notables de interpretación al carecer de una perspectiva territorial y paisajística. En cambio, los trabajos toponímicos basados en el análisis del paisaje han sido más cuestionados y, por ello, buena parte de la investigación geográfica no suele abordar este tipo de estudios, en especial cuando los topónimos son opacos, si bien hay notables excepciones como los trabajos de Planas y Ponsa (2008). La interpretación de la toponimia fósil o relicta necesita de la observación e interpretación geográficas, pero también requiere contar con estudios lingüísticos e históricos, que pueden dificultar y desincentivar la investigación toponímica del geógrafo.

Desde un punto de vista científico, por tanto, la investigación en toponimia en el pasado se centró principalmente en aspectos semánticos, filológicos, etimológicos e históricos. El número de estudios que, con un enfoque diacrónico, usan la toponimia como una herramienta para el estudio de la dinámica del paisaje ha sido más limitado (Gelling 1984 y 1987; Martín, 1988; Sousa y García-Murillo, 2001; Seidl, 2008, 2016 y 2018; Arroyo-Ilera, 2010; García-Villaraco et al., 2011;

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Ordinas-Garau y Binimelis-Sebastián, 2013; Fidalgo-Hijano y González-Martín, 2015; Membrado-Tena, 2015, 2016, 2017 y 2018; Alderman, 2016; Membrado-Tena e Iranzo-García, 2017 y 2018; García de Celis et al., 2018). A pesar de las obras citadas, en el punto 1.1.3. se verá cómo la toponimia ha sido una disciplina poco tratada y valorada, por el momento, desde la geografía, por su supuesta subjetividad y falta de espíritu crítico y por su aparente falta de rigor científico. No obstante, esta idea está cambiando a causa del giro crítico e ideológico que están tomando los nuevos estudios topónimos llevados a cabo por geógrafos, sobre todo en la literatura anglosajona.

1.1.3. Sobre la toponimia y la ciencia

La toponimia, como el paisaje, son disciplinas eminentemente geográficas en sentido transversal, ya que ambas están relacionadas tanto con la geografía humana como con la geografía física. La relación entre la creación de los nombres de lugar y los propios lugares es obvia y, a pesar de ello, la toponimia ha sido un tema tradicionalmente poco abordado desde la geografía (Zelinsky, 2002).

El interés residual de la geografía hacia la toponimia deriva, por un lado, de que un estudio toponímico contempla varios campos de conocimiento, entre las cuales la filología y la historia. Dada la cada vez mayor especialización científica en geografía y, en general, en todas las disciplinas, buena parte de la investigación geográfica prefiere abordar temas más cercanos y no tan aparentemente periféricos como la toponimia. Por otro lado, la geografía, en especial la humana, ha sido una disciplina de carácter notablemente teórico, al menos del principio de la década de 1970. A su vez, la toponimia era criticada desde la propia geografía porque no creaba ciencia, sino que más bien se centraba en la catalogación de nombres de lugar sin llegar a explicar las causas que motivaban la creación y los cambios toponímicos (Berg y Vuolteenaho, 2009).

Esta última crítica se ha realizado sobre todo por parte de geógrafos estadounidenses. Según Kearns y Berg (2002), fijarse solo en la recolección de nombres de lugar para entender su semántica minimiza el proceso ideológico o político que implica la creación de un topónimo, así como sus aspectos identitarios. Por ello, cada vez más abundan los estudios toponímicos que inciden en la percepción socio-espacial que reflejan los nombres de lugar (Rose-Redwood et al., 2010, p. 456).

En este sentido, cabe señalar el reciente esfuerzo por parte de los estudios geográficos sobre toponimia para enfatizar los procesos de creación y cambio toponímicos, y no tanto el estudio de los topónimos en sí. Este cambio ha creado oportunidades para desarrollar teorías científicas que explican dichos procesos y que se interrogan críticamente acerca de la política de creación de los mismos. Asimismo, conecta la toponimia con otras teorías críticas sobre el espacio, los lugares y el paisaje en geografía.

Recientemente Giraut y Houssay-Holzschuch (2016, p. 2) han propuesto una teoría científica que describe los tres diferentes factores que condicionan el proceso de *toponimización* (*naming process*). El primer elemento es el contexto geopolítico dentro de cada territorio que se refiere, en sentido amplio, al control político de un determinado lugar; dicho contexto puede inducir a procesos de toponimización *top-down*, cuando el dominio político es notable, o permitir la creación de topónimos *bottom-up* cuando el control sobre el territorio es más laxo. El segundo elemento se refiere a los actores específicos implicados en el proceso de toponimización. Dichos actores pueden ser ajenos al territorio en cuestión, si se trata de gobernantes o funcionarios que pretenden naturalizar determinadas estructuras de poder sobre un territorio identitariamente disputado

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

mediante la creación de ciertos nombres de lugar propagandísticos (*top-down*); o pueden ser los propios agricultores o ganaderos, mediante la creación de topónimos que describen de manera más o menos subjetiva e interesada ciertos rasgos del paisaje (*bottom-up*). El tercer elemento se refiere a las tecnologías de toponimización (*technologies of naming*) y se relaciona con el tipo de topónimos que se crean: espontáneos, restaurados, sustituidos o recuperados. Esta teoría toponímica implica dos notables avances: por un lado, reconoce que *toponimizar* es, frecuentemente, un acto político e ideológico; y, por el otro, se alinea con la teoría social crítica presente actualmente dentro de la geografía humana.

Por otro lado, Radil (2017) aprovecha conceptos claves de la ciencia geográfica para despertar el interés de la toponimia dentro de la geografía contemporánea. En este sentido, introduce el factor de la *escala espacial* para explicar la creación de topónimos que pueden ser bien de tipo *top-down* (instaurados por la élite política, a escala estatal) o de tipo *bottom-up* (creados desde abajo, a escala local).

La insistencia en primar el enfoque crítico de tipo socio-espacial (ideológico e identitario) es cuestionada por Whatmore (2002, p. 533) que, aun considerándolo importante, afirma que en muchos espacios agrarios y ganaderos los topónimos se crearon de manera pragmática solo para designar los elementos del paisaje más significativos (*bottom-up*). Este sería el caso de la mayoría de los topónimos europeos creados antes de la Edad Moderna, que normalmente se limitan a describir rasgos del paisaje, a diferencia de lo que ocurre con los creados en territorios colonizados (como América y parte de África), o bajo una estructura estatal fuertemente jerarquizada (como la China), donde predomina la toponimia impuesta desde el poder (*top-down*). Sin embargo, incluso los nombres de lugar aparente y meramente descriptivos se asocian también a una ideología determinada, si bien a una escala espacial menor a la de los estados nación o a la de los grandes imperios, ya que el paisaje no es más que una manifestación colectiva de un pensamiento dominante –a escala local– en el momento histórico en que se forja (Di Giminiani y Fonck, 2015, p. 8).

2. Metodología y caso de estudio

Este artículo se centra en el estudio toponímico de los municipios de la Plana de Castelló. Se analizan 31 topónimos de esta comarca, correspondientes a 26 cabeceras municipales; cinco de estas cabeceras poseen nombres compuestos y, por lo tanto, se analizan 21 topónimos simples más 5 compuestos (equivalentes a 10 simples), lo que suma 31 topónimos. Se ha optado por el análisis del nombre de los municipios (y no otro tipo de topónimos), porque estos poseen un notable fundamento histórico y suelen estar mejor documentados. Además, los topónimos municipales han sido abordados con carácter prioritario entre los especialistas, ya que despierta notable interés entre la población local conocer la etimología de la localidad en la que residen (Tort, 2000).

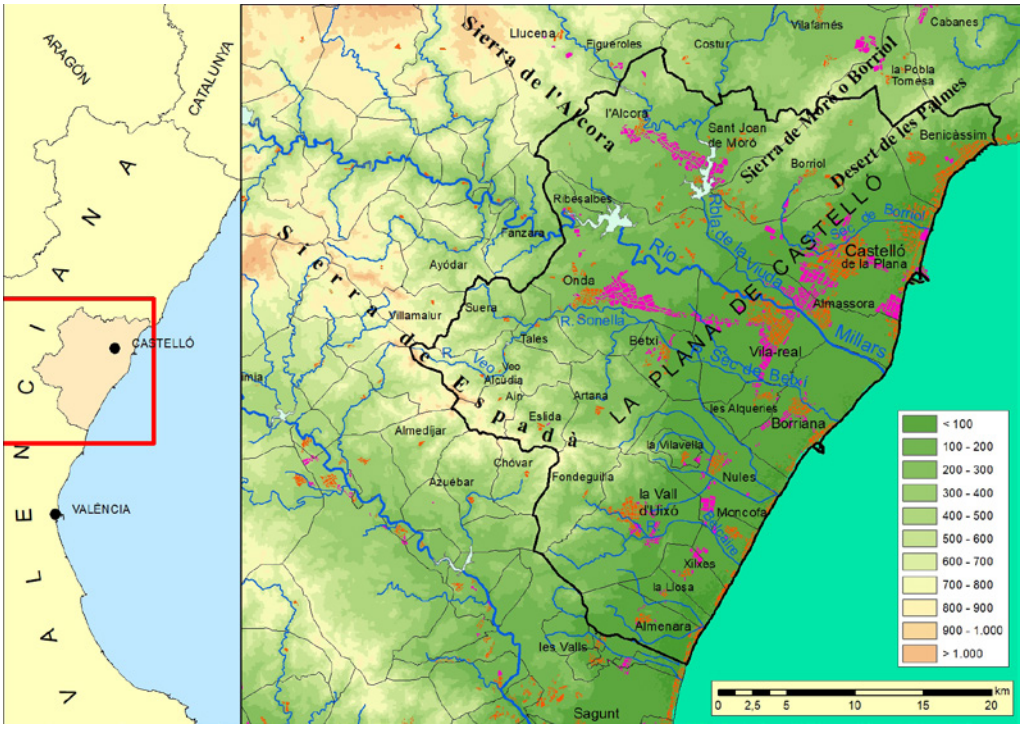
El método de trabajo puede considerarse cualitativo, por un lado, ya que solo estudia un tipo de topónimos (los de las capitales municipales) y cuantitativo, por otro, ya que recuenta y clasifica los casos estudiados en función de su valor semántico –que describe elementos culturales (poblamiento, defensa, personas) o físicos (orografía, hidrografía, geología) del paisaje– y de su origen histórico-lingüístico (prerromano, latino, árabe, catalán/valenciano). Tras el análisis cuantitativo se lleva a cabo un ulterior análisis cualitativo e interpretativo en función de los patrones reconocibles dentro del comportamiento toponímico de los nombres de municipio.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Los topónimos descritos en este artículo están escritos en su versión catalana o valenciana, que es su forma histórica y, normalmente, la oficial. Solo hay uno –Alcudia de Veo– que está solo en castellano; cuatro más son oficialmente bilingües en valenciano y castellano: Suera/Sueras, Xilxes/Chilches, les Alqueries/Alquerías y Benicàssim/Benicasim; y dos más poseen formas alternativas Burriana/Borriana (oficialmente bilingüe) y Alfondeguilla/Fondeguilla (solo es oficial la primera forma).

Para llevar a cabo el estudio toponímico analizamos uno a uno los topónimos en cuestión: cuando se trata de topónimos *transparentes* (inteligible en la lengua local) son más fácilmente clasificables, pero cuando son topónimos no transparentes es necesario investigar la estructura del nombre para intentar encontrar su valor semántico original. Con el fin de averiguar el significado de los topónimos opacos (y para entender mejor también el de los transparentes) partimos de una revisión de las fuentes bibliográficas, donde Joan Coromines (1989-1997) y, para la lengua árabe, Carme Barceló (2010) son las más consultadas. Esta revisión se complementa mediante la observación geográfica, la consulta de otras fuentes que ayuden a entender el contexto histórico y la comparación (lingüística y paisajística) con otros topónimos similares (parónimos). Para entender mejor los rasgos físicos y humanos del paisaje de los topónimos municipales estudiados hemos recurrido al uso de mapas, realizados mediante un SIG (Sistema de Información Geográfica).

Mapa 1. La Plana de Castelló estricta (límites naturales)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Institut Cartogràfic Valencià

Nuestro caso de estudio es La Plana de Castelló. Se trata de una comarca cuyos límites naturales están bien definidos: al norte las sierras del Desert de les Palmes, Borriol o Moró y l'Alcora, al oeste y al sur la de Espadà, y al este el Mar Mediterráneo (figura 1). Estos límites han dotado a la Plana de una notable identidad histórica, documentada desde la época musulmana y reforzada desde el siglo XIX porque es la única comarca española que aparece en el nombre de una las 50 capitales de provincia. Sin embargo, la Plana es también uno de los espacios valencianos cuya

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

comarcalización ha generado mayores discusiones. La razón de esta controversia deriva de que su área funcional sobrepasa ampliamente los límites estrictos comarcales, y del acusado policentrismo que históricamente ha caracterizado esta comarca, la cual no se ha organizado de acuerdo con un binomio centro urbano único versus periferia rural (Membrado-Tena, 1998, p. 29).

La Plana ha contado tradicionalmente con varios núcleos de dimensiones considerables, lo que provocó su división en dos partes en la comarcalización de 1970: Plana Baixa, al sur del río Millars, y Plana Alta, al norte. Además, a esta segunda, se le añadieron municipios que no formaban parte de la realidad física estricta de la Plana (como Vilafamés, Cabanes u Orpesa) y se le quitó alguno que sí (como l'Alcora, que fue incluida como cabecera en la comarca de l'Alcalatén) (Piqueras y Membrado-Tena, 1995, p. 344; Membrado-Tena, 2013, p. 15).

La Plana de Castelló estricta suma 969 km^2 y unos 440.000 habitantes (2019). Es el tercer espacio más poblado del País Valenciano, por detrás de l'Horta de València y la conurbación de Alacant-Elx. Su economía se basa en los servicios y en la industria azulejera y, en menor medida, en el turismo de sol y playa y en la agricultura citrícola. Por lo que respecta a la orografía, la Plana pertenece en su mayor parte a la cuenca del río Millars y de la rambla de la Viuda (afluente del anterior) y, en menor medida, a la de los ríos Sec de Betxí y Sec de Borriol y Belcaire (figura 1). Desde el punto de vista lingüístico forma parte del área valencianoparlante del País Valenciano (salvo el núcleo de Alcudia de Veo). Limita con la zona castellanoparlante del Alto Palancia, al suroeste, y del Alto Mijares, al oeste, y con la zona valencianoparlante de l'Alcalatén, al noroeste, y del Pla de l'Arc y el Pla d'Albalat, al norte.

3. Resultados

Para describir y analizar el contenido semántico de los topónimos municipales de la Plana, este se agrupa en función de si describe un rasgo físico (natural) del paisaje o bien uno humano (cultural) del mismo.

3.1. Rasgos naturales del paisaje

3.1.1. Orografía

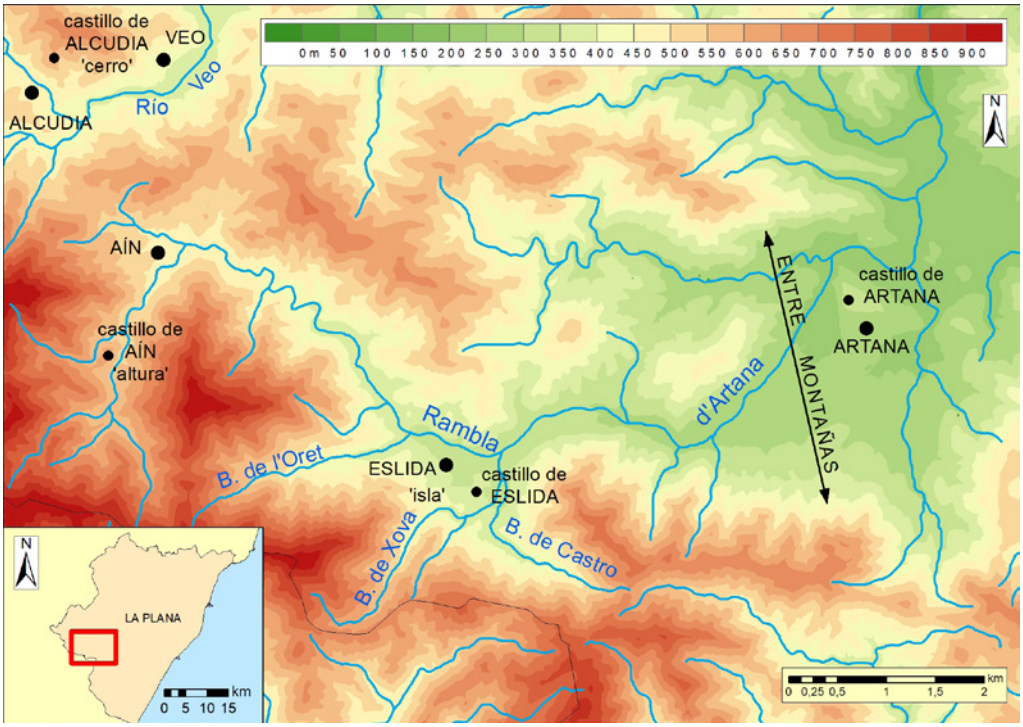
El topónimo *Artana* parece derivar de una raíz prerromana *art-* y estaría emparentado con la forma latina *artus* ('cerrado, estrecho, confinado') y probablemente con el vasco *arte* 'entre'. Tanto el castillo como la actual población de Artana se encuentran en el centro de un valle confinado al norte y al sur por las montañas de la sierra de Espadà (mapa 2). Podría estar relacionado con otros topónimos cercanos como *Artesa* (pueblo del término de Onda, en la misma Plana de Castelló), o con el mallorquín *Artà*, que se encuentra al pie de la sierra *Artana*, homónimo de la *Artana* valenciana (Coromines, 1989-1997, II, p. 255).

Aín también parece ser un orotopónimo prerromano, derivado de Aginnum, 'altura', ya que el castillo (origen del topónimo) de esta población se halla en una zona elevada desde donde vigila la parte más alta del valle de Artana (mapa 2). El topónimo Aín se puede relacionar con *Agén* (Aginnum, en latín), cuyo origen se encuentra en un afloramiento rocoso que domina el llano de Aquitania (Coromines, 1989-1997, II, p. 40). Aginnum se relaciona también con el latín acutus, 'agudo, puntiagudo, afilado'.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

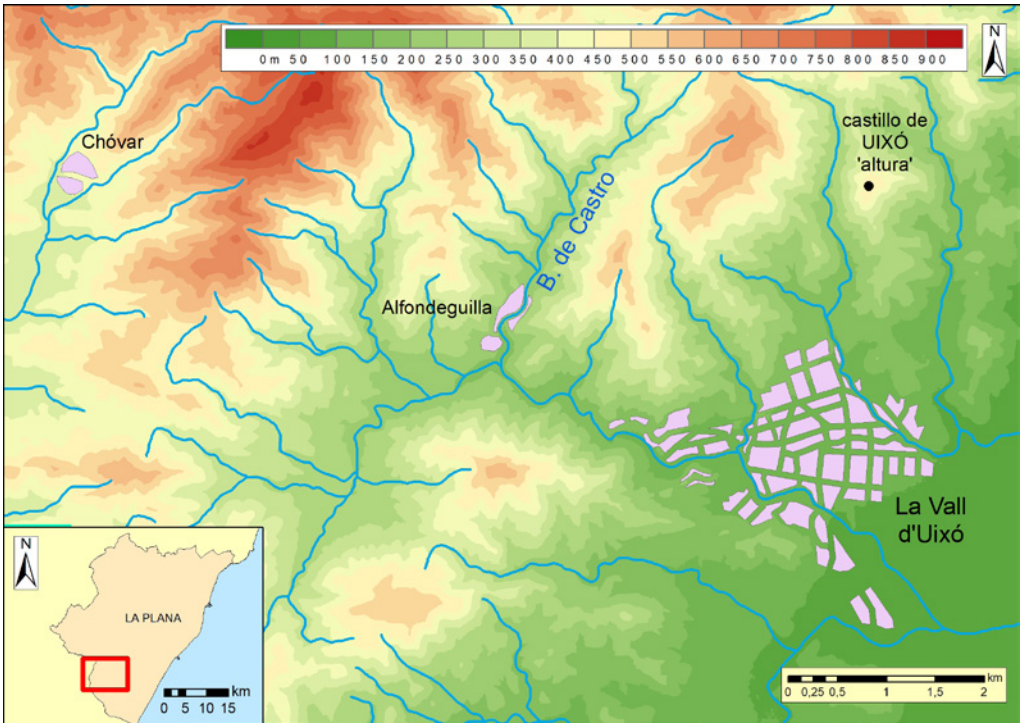
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9453

Mapa 2: emplazamiento de Artana, Eslida, Aín y Alcudia



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Institut Cartogràfic Valencià

Mapa 3: emplazamiento de la Vall d'Uixó y Fondeguilla

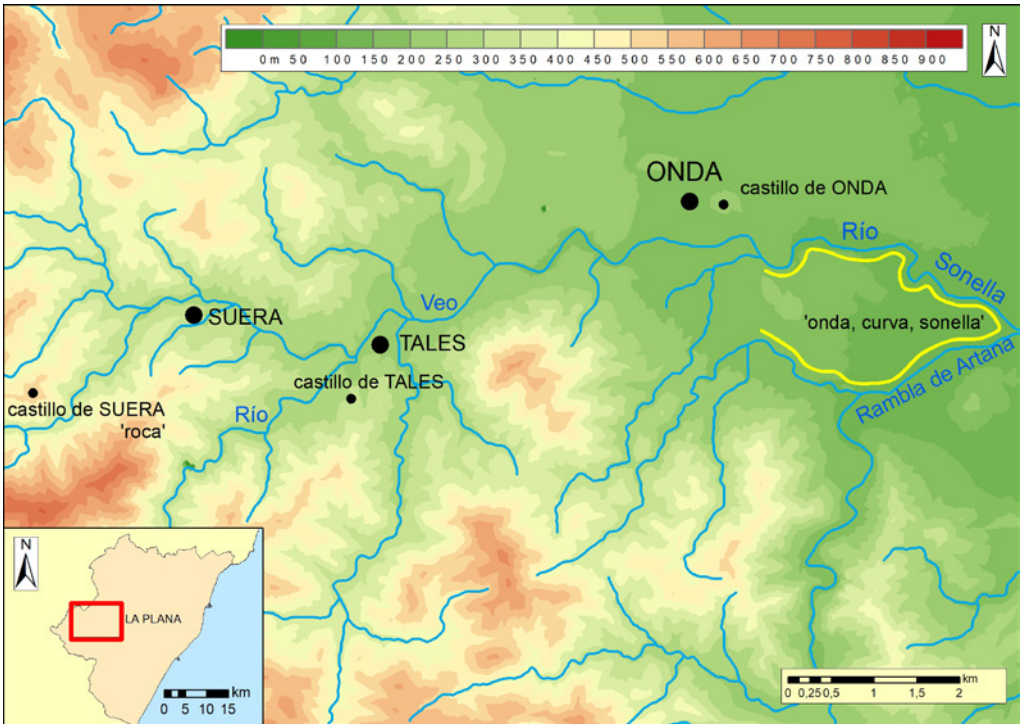


Fuente: elaboración propia a partir de datos del Institut Cartogràfic Valencià

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

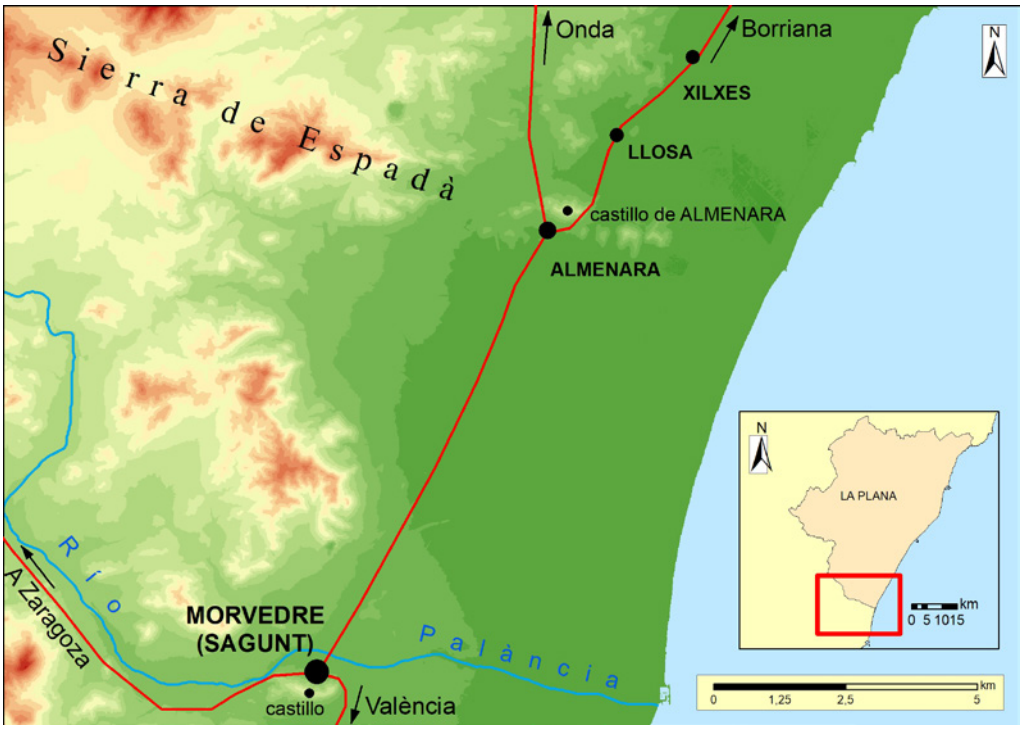
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9453

Mapa 4: emplazamiento de Onda, Tales y Suera



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Institut Cartogràfic Valencià

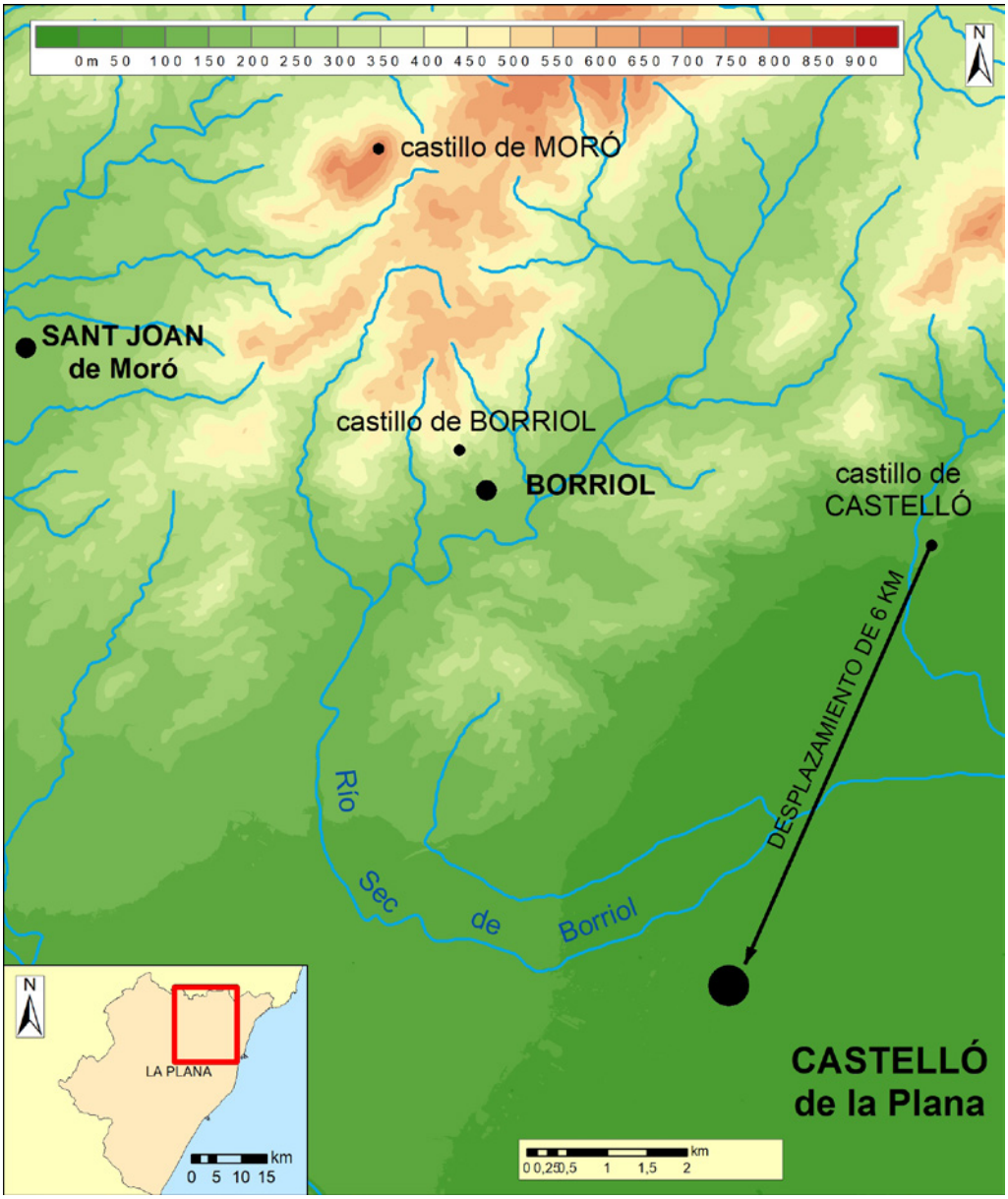
Mapa 5: emplazamiento de La Llosa, Xilxes y Almenara



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Institut Cartogràfic Valencià

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Mapa 6: emplazamiento de Moró, Borriol y Castelló



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Institut Cartogràfic Valencià

El topónimo prerromano *Uixó* también significaría 'altura, lugar elevado', en referencia a su castillo en lo alto de un cerro, mientras el actual casco urbano se halla en el valle (por eso se llama *La Vall* d'Uixó) (mapa 3). Uixó parece estar relacionado con *Uxama* (ux + ama) 'la más alta', que se refiere a un yacimiento sobre un cerro cercano a la actual población del Burgo de Osma (derivado de Uxama) (Villar, 1995b, p. 28); la raíz protocelta *ux-* estaría relacionada con la indoeuropea *ups-* 'alto' (Untermann y García-Merino, 1999); otros cognados parecen ser Uxué (Navarra) (cuyo castillo está en un alto) y Uixola en la zona alta de Alcoi.

El topónimo *Tales* es de origen desconocido. Quizá se relacione con la partícula de origen prerromano *tal-*, 'ribera, valle', ya que Tales se halla en un pequeño valle formado por el río Veo al pie de la sierra de Espadà (mapa 4). Otros topónimos antiquísimos que parecen derivados de la forma *tal* son Talavera o Talamanca. En las lenguas germánicas 'valle' es *tal* (alemán), *dal* (escandinavo, holandés) o *dale* (inglés).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

El topónimo *Moró* (en Sant Joan de *Moró*), igual que otros topónimos como Morella, Moraira o Morón (de la Frontera), podría proceder de una raíz prerromana con significado oronímico *mor-* 'piedra, roca' (Querol, 2000, p. 410), en alusión al Tossal del Mollet, donde se ubicaba el castillo de Moró, adyacente a la imponente sierra de Borriol o de Moró (mapa 6), que separa la Plana de los llanos o *plans* de Vilafamés y del Arc.

Alcudia (de Veo) es un orotopónimo de origen árabe que significa 'cerro', ya que en lo alto de un cerro se ubica su castillo (mapa 2). Parónimos de Alcudia son L'Alcúdia, que se halla sobre una pequeña elevación en la Ribera del Xúquer, junto al río Magre. Sobre un pequeño cerro se hallan también L'Alcúdia de Crespins (Costera de Xàtiva) y el yacimiento ilicitano de L'Alcúdia (Barceló, 2010, p. 49).

El topónimo *Suera* parece derivar del árabe *suhayra*, 'roca pequeña' (Barceló, 2010, p. 48). Aunque el castillo de Suera se ubica en lo alto de una roca escarpada (mapa 4) que parece responder a su contenido semántico, tal vez los arabófonos en realidad adaptaran a su lengua un topónimo anterior de sonido similar. Este parónimo podría haber sido *subera (con pérdida de la /b/ intervocálica) una forma femenina y genérica de suber, 'alcornoque', árbol que abunda en Suera y, en general, en toda la sierra de Espadà (y que aparece en otros topónimos vecinos del Alto Palancia como Chóvar y Azuébar, derivados probablemente también de Suber y alterados por la fonética arábiga).

Otros orotopónimos, esta vez de origen catalán y de significado, por tanto, transparente, son *Vall*, 'valle', en La *Vall* d'Uixó y *Plana*, 'llano' en Castelló de la *Plana*.

3.1.2. Hidrografía

El topónimo *Alfondeguilla* (o *Fondeguilla*) es un diminutivo, precedido del artículo, del árabe *khandaq*, 'barranco', y sería por tanto 'el barranquillo', ya que el barranco de Castro cruza la población (Barceló, 2010, p. 50) (mapa 3). Parónimos de Alfondeguilla son *Alfàndec* (hoy Valldigna, cerca de Gandia) o *Alhándiga* (Salamanca).

El topónimo *Betxí* parece derivar del latín Bacchinum 'bacín, cuenco' (Coromines, 1989-1997, ii, p. 498), tal vez en referencia a la notable concavidad que forma el Riu Sec de Betxí cerca de la población, donde alcanza una anchura de 100 metros (mapa 6). La /chi/ (sonaba /ki/) de Bacchinum se debió palatalizar en época tardorromana en *Bachín o *Batxín; en época árabe debió haber una vacilación de la vocal átona, que pasó de /a/ a /e/; y en época cristiana se perdió la /n/ final por influencia del catalán.

El topónimo *Onda*, según Coromines (1989-1997, vi, p. 48) parece derivar de la forma árabe *umda*, 'puntal, apoyo', tanto en sentido figurado —fue población principal o puntal de la Plana—, como literal, —porque se ubica sobre un cerro que controla toda la comarca. Sin embargo, Barceló (2010) no reconoce Onda como topónimo árabe. A nuestro entender el nombre de lugar Onda podría derivar de una forma prerromana *onda, parónima del latín unda, 'ola, onda, curva'. Podría referirse a la onda o curvatura que describen en su confluencia el río Sonella y la rambla de Artana, cuyos cauces aíslan una parte del término (al sur del castillo) (mapa 4). Topónimos de significado similar son el valenciano *Ondara*, el catalán Girona (lat. Gerunda) y el bordelés Gironde (lat. (Girundia). Se trata de lugares cuyo nombre deriva de dos ríos cuyos cursos fluviales describen ondas en su confluencia o en su acercamiento (río Girona y barranco de la Alberca en Ondara; ríos Onyar y Ter en Girona; ríos Dordoña y Garona en la Gironda). Curiosamente,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

el nombre de algunos de los ríos protagonistas de las ondas o curvaturas también deriva de un hidrotopónimo que incluye la forma *onda, *unda o similar: río *Girona* (latín Ger + unda) en Ondara; río *Onyar* (latín Undarius) en Girona; río *Garona* (latín gar + unna) (Villar, 2011); río *Sonella*, que flanquea Onda por el sur, y que parece derivar de un prefijo hidronímico *s-* (antiguamente *is-*, como en Isona o Isàvena), y la forma *onella*, diminitiva de *ona* (antiguamente 'onda', y reducido a 'ona' por influencia del catalán, donde es habitual la reducción del grupo consonántico /nd/ en /nn/ y luego solo en /n/).

El topónimo del pueblo de *Veo*, según Coromines (1989-1997, vii, p. 459) podría derivar de bivium, 'bifurcacion', tal vez en referencia a la proximidad del núcleo a la confluencia entre los ríos de Veo y el de Suera. Por otro lado, en nuestra opinión, no es descartable que Veo, ubicado junto al río homónimo, pueda proceder de la forma hidronímica prerromana *ib-* 'río', habiéndose perdido la /i/ inicial. De la forma *ib-* deriva el nombre común *ibai* (río) e *ibar* (ribera) en euskera, y algunos ríos principales europeos como Iber (Ebro) o Tiber (Tíber).

El topónimo *Eslida* es de origen dudoso. Según Coromines (1989-1997, iv, p. 115), podría derivar del latín (villa) Assalita, 'asaltada, atacada', tal vez en referencia a un hecho bélico (¿la toma del lugar por los musulmanes?). Muy atractiva es otra teoría del mismo autor, que sugiere que Eslida provenga de iliceta 'encinares', si bien la evolución fonética es forzada y en el municipio abunda el alcornoque (*Quercus Suber*) y no la encina (*Quercus Ilex*).

3.1.3. Geología (color, textura)

Según Coromines (1989-1997, iii, p. 92) Borriana deriva del nombre de persona tardolatino Burrius, posible propietario de una *(villa) burriana. No obstante, no es descartable que el topónimo de *Borriana* y el de *Borriol* deriven de la descripción de un rasgo natural del paisaje: concretamente de Burr(e)us, 'rojizo, rubio', metátesis de Rub(e)us, 'rojo (claro)', de donde deriva *rubio* (cf. Rubielos, Rubió). Este adjetivo respondería al color rojizo de la tierra en sus respectivos términos municipales. Tanto la sierra de Borriol (mapa 6) como la de Espadà se caracterizan por sus areniscas rojas de la facies Buntsandstein. Los sedimentos d'Espadà fueron arrastrados a través de los cursos fluviales hasta el llano de Borriana y su antiguo término (mapa 8). Dichos sedimentos confieren un color rojizo a sus tierras, como se observa en la imagen del mapa 7, cuyo sector oriental fue parte del antiguo término de Borriana (hoy es de Vila-real).

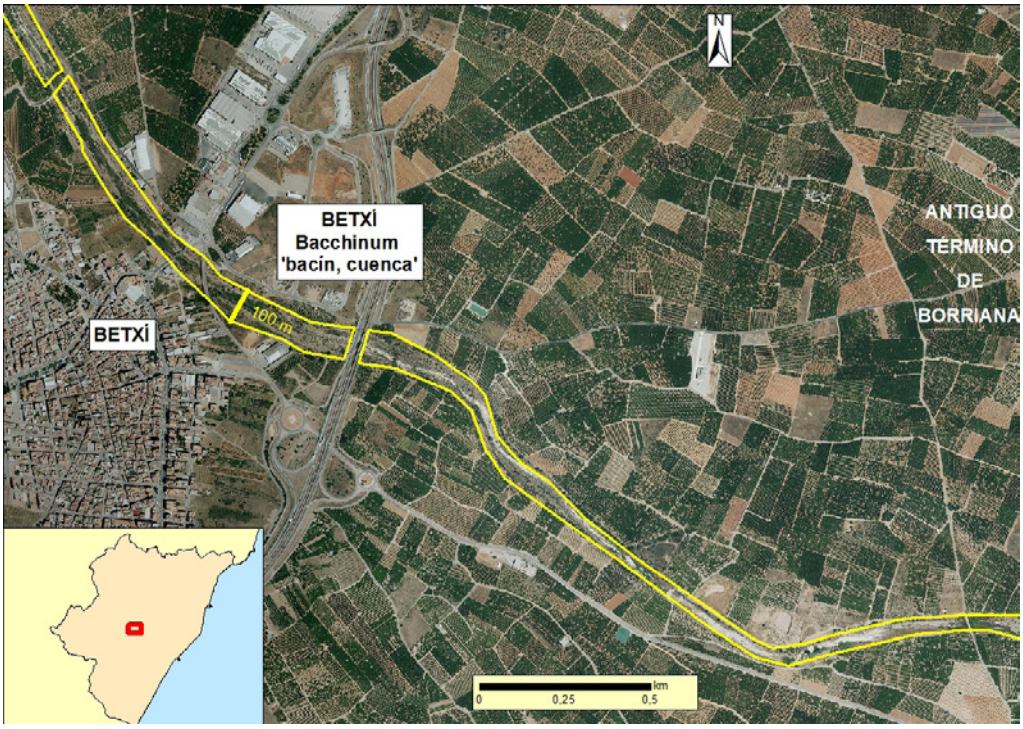
El topónimo *Llosa* podría derivar del latín Lausia, 'pizarra', y se referiría a la textura pizarrosa de las últimas estribaciones orientales de la sierra de Espadà, ubicadas entre La Llosa y Almenara (Faubell, 2012, p. 25); o tal vez signifique simplemente 'piedra plana', como sugieren Alcover y Moll (1985) (mapa 5). Homónimos son La Llosa de Ranes, cerca de Xàtiva, o La Llosa de Camacho, en Alcanalí, cerca de Dénia.

Xilxes derivaría del latín silex, silicis, 'piedra dura' (Coromines, 1989-1997, viii, p. 130). Esta piedra dura corresponde con los pequeños cerros cercanos a esta población litoral (mapa 5). Frente a la textura pizarrosa (a lascas) de la vecina Llosa, la piedra de Xilxes era más compacta y fácil de explotar; de hecho, hoy todavía hay varias canteras en explotación en los cerros cercanos a la población. El paso de *Silices a Xilxes se explica por la pérdida de la /i/ átona y por la influencia arábiga, cuyos parlantes tendían a palatalizar las consonantes sibilantes, tanto en València (saitabi > Xàtiva; silva > Xelva > Chelva) como en Andalucía (*suriana > Xurriana > Churriana de Granada; *caeciliana > Chiclana; *Caepiona > Chipiona; *Chilches* de Málaga, mismo origen que el Xilxes valenciano).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

El topónimo tardolatino *Ribesalbes* se refiere a 'riberas blancas' junto al río Millars (cf. Riba-roja de Túria, Riba-roja d'Ebre). Este topónimo posee un doble valor semántico: por un lado, *ribes* es un hidrotopónimo (se refiere a las riberas del río Millars) y, por otro, *albes* ('blancas') es un topónimo geológico que describe el color de la tierra.

Mapa 7: cauce del río Sec de Betxí y color rojizo del antiguo término de Borriana



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Institut Cartogràfic Valencià

3.2. Rasgos culturales del paisaje

3.2.1. Ecotopónimos

Entre los nombres que describen construcciones artificiales para residir en ellas (ecotopónimos), cabe resaltar el topónimo transparente *Vila-real*, 'villa real, del rey' (mapa 8), creado *ex novo* junto al camino real medieval entre València y Barcelona. En el Reino de València las villas eran pueblos que normalmente no dependían de un señor, sino directamente del rey, lo que les otorgaba ciertos privilegios. Vila-real, pueblo fundado en 1274 por Jaume I, era un topónimo propagandístico para atraer colonos, que tenían la certeza de que no iban a estar subyugados a las voluntades de un señor feudal que no fuera el mismo rey. Otro ejemplo de poblamiento concentrado es La *Vilavella* que, en este caso, no era una villa *real*, sino señorial, dependiente del señor de Nules.

En cuanto al poblamiento disperso cabe citar el municipio de Les *Alqueries*, en valenciano, y el de L'*Alcora*, de origen árabe. Ambos tienen el mismo contenido semántico: el primero deriva de la suma de tres alquerías (Bellaguarda, Bonrepòs y Bonretorn) y el segundo es la forma árabe plural de 'alquería' (singular: *al-qaria*, plural: *al-qura* > 'alcora') (Barceló, 2010, p. 65), ya que este territorio también se componía de la suma de varias alquerías.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Nules es un topónimo que deriva del latín tardío No(v)ulas, 'nuevecitas', en referencia, parece ser, a ventas situadas al pie de una calzada (Coromines, 1989-1997, v, p. 481), que se construyeron al lado o sobre otras antiguas posadas. El topónimo ad Noulas aparece escrito en los itinerarios romanos escritos en los vasos de plata de Vicarello, también llamados *Apollinares* (Arasa y Rosselló, 1995, p. 50). Sitúan ad Noulas a medio camino entre Saguntum e Ildum (Vilanova d'Alcolea?), con lo que debía encontrarse aproximadamente en el punto donde la Vía Augusta cruzaba el río Millars (Mesado, 2014, p. 152), muy cerca del futuro castillo musulmán de Almassora (mapa 8). Probablemente el topónimo Noulas acabó designando un amplio territorio al sur del río que incluía el actual término de Nules y de la Vilavella (a 9 millas romanas al sur de la supuesta ubicación original de ad Noulas) y acabó apropiándose del mismo. Curiosamente la población que hoy alberga las ruinas del castillo medieval de Nules se llama *La Vilavella* (la villa 'vieja'); por tanto, el lugar que ocupaba el topónimo Nules ha pasado de designar un 'lugar nuevo' a uno 'viejo', y el nuevo Nules, fundado por Jaume I durante la segunda mitad del siglo XIII 2 km al este de la Vilavella, es el *novísimo* Nules (mapa 8).

Al tratarse de una venta o mansio romana de la Vía Augusta el topónimo Nules puede considerarse, además de un lugar para vivir, un *odónimo* (nombre relacionado con una vía de comunicación).

Benicàssim es un antropónimo (nombre de persona) de origen árabe, derivado de *beni,* 'familia, clan', y *Qassim* (Barceló, 2010, p. 99), que es el nombre de la estirpe propietaria. Este tipo de antropónimos, muy abundantes en la toponimia valenciana de origen árabe, describe un poblamiento disperso donde los propietarios rurales dan nombre a lugares (alquerías) que poseían una casa de campo y un terreno agrícola adyacente.

Los hagiotopónimos son nombres de lugar referidos a la religión y suelen designar entidades de población. Son muy frecuentes en lugares donde la colonización cristiana fue temprana (abundan al norte de Catalunya y de Castilla), pero escasean en tierras valencianas, que fueron colonizadas en buena medida por los musulmanes antes de la llegada de los cristianos. En la Plana no había ningún hagiotopómino municipal hasta 1990, cuando *Sant Joan* de Moró se segregó de Vilafamés.

3.2.2. Defensivos

Los topónimos defensivos están ligados al valor estratégico del territorio y se refieren a lugares que vigilan y protegen las poblaciones y las vías de comunicación terrestres y marítimas.

Castelló ('castillito') es un topónimo defensivo de origen latino que hace referencia a un pequeño castillo ubicado sobre el cerro o Tossal de la Magdalena y que vigilaba el área inmediata al norte de la desembocadura del Riu Millars (Almassora, Benicàssim y Castelló). En 1252 Jaume I, una vez tomado dicho castillo a los árabes y pacificada la zona, trasladó el topónimo seis kilómetros al sur de su emplazamiento original y fundó el actual Castelló. El topónimo Castelló se ha designado históricamente con el segmento distintivo *de la Plana* ('del llano', frente al emplazamiento original en alto) y así se diferenció de Castelló d'Empúries, de Farfanya, de Xàtiva, de Rugat, etc.

El topónimo defensivo *Almenara* deriva del árabe *almanara*, que es una hoguera que se encendía en una torre para avisar de algún peligro. La ubicación estratégica de las tres torres que conforman el castillo de Almenara permite la vigilancia tanto del corredor litoral mediterráneo (entre la Plana de Castelló y el Camp de Morvedre) como del cruce de este con el camino que sube hacia Aragón.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9453

El topónimo defensivo *Moncofa* deriva del árabe *al-manqufa* o *al-manqub*, 'torre mocha, caída' (Coromines, 1989-1997, v, p. 314) (mapa 8). Se refiere a la torre llamada hoy *de Beniesma*, que en tiempo de los árabes ya debía estar en mal estado y por ello la designaron así.

Almassora parece derivar del árabe *mahsura*, 'amurallada, cercada' (Coromines, 1989-1997, II, p. 154). El castillo de Almassora, junto al río Millars, tendría la función de vigilancia de las abundantes alquerías árabes diseminadas por su actual término. En 1234 el castillo de Almassora fue conquistado por los cristianos, y décadas después el núcleo de población y el topónimo se trasladaron a su actual ubicación, un kilómetro al este de aquel (mapa 8).

Mapa 8: La Plana central. Nules (Noulas), Borriana, Moncofa, Almassora y Vila-real

Fuente: elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

3.3. Esquema cuantitativo: paisaje vs origen

Cuadro 1. Rasgos del paisaje y origen histórico-lingüístico de la toponimia analizada

Paisaje Origen	Rasgos naturales			Rasgos culturales	
	Orografía	Hidrografía	Geología	Poblamiento	Defensivo
Prerromano	Aín / Artana Moró / Tales Uixó	Onda Veo			
Latín		Betxí Eslida Ribes	Llosa/Xilxes Borriana Borriol/Albes	Nules	Castelló
Árabe	Alcúdia Suera	Fondeguilla		Alcora Benicàsssim	Almassora Moncofa Almenara
Catalán / Valenciano	Plana Vall			Vila-real Vilavella Alqueries Sant Joan	

Fuente: elaboración propia

Imagen 1: emplazamiento del castillo viejo (Castell Vell) de Castelló

Fuente: Antoni Martínez Bernat

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4. Discusión

Al analizar el origen histórico-lingüístico de los topónimos municipales de La Plana destaca su persistencia en el tiempo, incluso cuando los núcleos que designan son desplazados varios kilómetros debido al cambio de contexto político, religioso e ideológico. El conservadurismo toponímico de los nombres aquí estudiados nos permite conocer los rasgos más significativos del paisaje para la población local que colonizó este territorio, pero complica la interpretación semántica de los mismos cuando se trata de topónimos propios de lenguas prerromanas extintas (ibérica o indoeuropeas prelatinas), cuando la lengua de origen no es el latín (aunque su desaparición en nuestras latitudes es más reciente, como es el caso del árabe), o incluso cuando se trata de topónimos latinos o tardolatinos (ya que su evolución diverge respecto a la de las lenguas comunes propias de nuestro territorio de estudio) (cuadro 1).

Como patrones de conducta, se observa que los topónimos más antiguos (los prerromanos) se refieren solo a aspectos naturales del paisaje (orografía, hidrografía), ya que el ser humano, antes de fijar su residencia de manera permanente en núcleos consolidados, ha vivido sobre un hábitat disperso y ligado a la naturaleza. Por tanto, los colonos de este territorio tuvieron la necesidad de ocuparlo, organizarlo y explotarlo, y para ello fue necesario etiquetarlo mediante referencias significativas del medio físico: un valle, un alto, o un cauce sinuoso. Por otro lado, en época prerromana solo se crearon topónimos en las zonas del interior, protegidas de forma natural, o en el piedemonte, pero nunca sobre la llanura propiamente dicha.

Los topónimos de época romana y tardorromana continúan describiendo en su mayoría elementos físicos (una concavidad notable, un espacio aislado entre barrancos, unas piedras duras que podían ser explotadas, unas rocas con un color llamativo y significativo respecto a las de su entorno). Esto se debe a que la romanización no fue intensa en este espacio, donde no hubo ninguna ciudad notable comparable a Saguntum, Valentia o Dertosa. A pesar de ello, la Vía Augusta discurría por esta comarca, y por ello se crearon elementos culturales de control de esta vía: una mansio o posta romana y un castillo tardorromano que la vigilaba.

En época árabe todavía se colonizan las tierras más interiores y abruptas de la comarca y se crean topónimos de origen oronímico e hidronímico en ellas. Por otro lado, será en el periodo musulmán cuando comience la explotación intensa del llano litoral y se creen nuevos topónimos en el mismo, ahora de carácter cultural. Algunos se refieren al poblamiento disperso en alquerías, propio de los musulmanes, y otros designan plazas fuertes (topónimos defensivos), ya que las torres y fortalezas eran necesarias para protegerse de los cristianos y de los propios clanes árabes rivales.

La Plana había sido intensamente explotada en época musulmana y la conquista cristiana añadió pocos núcleos de población más a los ya existentes (dos orotopónimos y cuatro topónimos de poblamiento). El topónimo más significativo tras la conquista cristiana del Reino de Valencia es Vila-real, fundada por Jaume I (cuadro 1).

La elección de estos elementos del paisaje y no otros para designar los futuros municipios responde al principio de *significatividad territorial* citado por Tort (2000), que dice que «en condiciones homogéneas de espacio y de tiempo, una serie de topónimos afines de un determinado territorio tiende a reflejar los aspectos geográficamente más significativos de este territorio». Según el análisis realizado, existen cinco niveles principales de rasgos paisajísticos (cuadro 1). Hay una preeminencia significativa de los rasgos orográficos de paisaje al oeste de la comarca, en contacto con las sierras que circundan la comarca por poniente. En la zona de transición entre La Plana y

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

la montaña abundan los topónimos que describen rasgos hidrográficos. El color del suelo aparece tanto en el llano (suelo arcilloso) como en el piedemonte (suelo pedregoso). Por otro lado, los topónimos que describen lugares humanizados (tanto los habitados como los defensivos) predominan en el llano o en su piedemonte inmediato.

La falta de un contexto político explícito que justifique las estructuras de ocupación del territorio mediante su toponimización de tipo *top-down*, como ocurría en las áreas colonizadas por europeos en América, África y Oceanía, no significa que los territorios europeos de antigua ocupación no posean una toponimia ideologizada. En nuestra comarca de estudio el topónimo Vila-real es el que presenta un carácter más puramente ideológico, ya que fue creado desde la élite gobernante (*top-down*) para naturalizar la ocupación cristiana. Nules, Castelló, Almassora y Almenara también son fundaciones reales (de Jaume I), pero toman prestados los topónimos de los respectivos castillos que protegían su término. De hecho, más que la inmutabilidad de los topónimos de la Plana, mayoritariamente descriptores de paisaje de tipo *bottom-up*, lo que llama la atención es su desplazamiento de varios kilómetros desde su lugar de creación y ocupación a su nueva ubicación en época tardomedieval.

Los topónimos municipales actuales de la Plana no describen normalmente los rasgos del paisaje de su emplazamiento actual, sino los de su posición original, habitualmente en un alto desde donde se vigilaban las tierras circundantes. Extrapolando los resultados de nuestro caso de estudio, podemos afirmar que el desplazamiento de muchos topónimos europeos descriptores de paisajes (*bottom-up*) denota que sus núcleos de población fueron creados bajo un contexto políticamente inestable que condicionaba una ubicación estratégica en alto o, al menos protegida por una fortaleza. En el caso valenciano, solo cuando el dominio cristiano parece incontestable, las elites gobernantes deciden trasladar sus núcleos urbanos (futuros municipios) a zonas más accesibles, llevándose consigo sus topónimos. Por tanto, los topónimos de la Plana no son aparentemente ideológicos, pero su errante trayectoria muestra que el belicoso contexto en el que fueron creados sí que lo era.

5. Conclusiones

Los topónimos poseen, entre otras cualidades, un valor ideológico, identitario, referencial y diacrónico. La ideología, más o menos presente en función de cada topónimo, depende del contexto político e ideológico en que se crearon. La identidad deriva del vínculo afectivo que une las personas con sus topónimos más próximos. La referencia se debe a que cada topónimo designa un espacio de la superficie terrestre y lo diferencia de los topónimos y espacios vecinos. La diacronía es fruto de que su estudio permite entender la evolución en el tiempo de los paisajes cambiantes o desaparecidos.

La toponimia, en efecto, permite conocer qué partes de un paisaje eran significativas para los pobladores remotos de dicho territorio y, dada su perseverancia en el tiempo, posibilitan evocar un paisaje histórico.

A pesar de ser una ciencia eminentemente geográfica, la disciplina toponímica fue acusada en el pasado por algunos geógrafos de ser subjetiva, acientífica y acrítica. Como reacción, en la literatura toponímica anglosajona del nuevo milenio han proliferado estudios geográficos que tratan temas relacionadas con el valor ideológico de la toponimia y que crean teorías científicas alrededor de la disciplina. Estos análisis epistemológicos inciden en las circunstancias históricas,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

psicológicas y sociológicas y se refieren a posibles categorías de *toponimización*. Estos estudios, llevados a cabo en su mayoría por geógrafos norteamericanos, describen normalmente los nombres de lugar de territorios colonizados, normalmente por europeos, y detallan las estructuras toponímicas que las metrópolis coloniales impusieron con el fin de naturalizar su hegemonía política. Se refieren también a los cambios toponímicos producidos tras los procesos de descolonización. Y también llevan a cabo análisis toponímicos de carácter psicosocial relacionados con el género, la raza o el mercadeo de los nombres de lugar.

Este nuevo enfoque radical en la disciplina toponímica ha sido poco desarrollado por ahora dentro de la toponimia europea, salvo en el Reino Unido. A diferencia de los EEUU y del resto de América, en nuestro continente la mayor parte de la toponimia hunde sus raíces en la historia y no surge desde la élite (*top-down*), sino de manera más o menos espontánea a partir de la interpretación de agricultores o ganaderos sobre los elementos del paisaje que les resultan más significativos (*bottom-up*).

Tratar la toponimia europea desde el punto de vista crítico resulta complicado por la antigüedad y conservadurismo de los nombres de lugar y sus dificultades para desentrañar su valor semántico, pero también por su aparente falta de ideología. En nuestro continente son muchos los trabajos que estudian los cambios en el paisaje gracias a la inmutabilidad y perseverancia de los topónimos. No ocurre así con los análisis toponímicos que pretenden entender el contexto ideológico en el que fueron creados, ya que para ello se requiere un análisis holístico que no solo lleve a cabo un análisis del significado y de los rasgos físicos y humanos del territorio, sino que también tenga en cuenta otros factores como el valor identitario y el contexto histórico.

En este artículo se muestra cómo los topónimos de nuestra área de estudio presentan ciertos patrones repetidos de comportamiento que ayudan a entender el contexto ideológico dominante, como por ejemplo el desplazamiento de topónimos desde lugares altos y protegidos a emplazamientos en el llano. Un cambio de un contexto político inestable a otro más seguro puede provocar el desplazamiento de numerosos núcleos de población y de sus habitantes hacia zonas más accesibles y propicias para la agricultura y el comercio. Este desplazamiento conlleva el traslado del propio topónimo que, aunque ya no retiene valor semántico alguno, conserva su valor referencial que crea un vínculo afectuoso e identitario entre dicho nombre de lugar y la gente que lo habita, que siente la necesidad de llevarse consigo su topónimo a su nuevo lugar de residencia.

La nueva toponimia radical parecía excluir de sus estudios los nombres de lugar europeos por su aparente falta de ideología. Con este trabajo se pretende demostrar que los viejos topónimos europeos también pueden ser analizados críticamente y que, si no de una manera explícita, al menos implícitamente sí que describen un contexto ideológico determinado. Este incipiente trabajo sobre toponimia europea, extrapolable a otros territorios, muestra como no solo se puede analizar un topónimo para reconstruir la semántica del paisaje original, sino que, a partir del estudio de su valor referencial e identitario, se puede entender mejor el contexto ideológico de creación del mismo.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

6. Bibliografía

- Alcover, A. i Moll, F. (1985). *Diccionari català-valencià-balear*. Palma, España: Moll.
- Alderman, D. (2016). Place, naming and the interpretation of cultural landscapes. En Graham, B. y Howard, *Heritage and Identity* (pp. 195-213). Londres, Reino Unido: Routledge.
- Arasa, Ferran y Rosselló, Vicenç Maria (1995). *Les vies romanes del territori valencià*. València, España: Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports.
- Arroyo-Ilera, Fernando (2010). Creciente interés geográfico por la toponimia. *Estudios Geográficos*, LXXI 268, 299-309. doi: 10.3989/estgeogr.0600
- Arroyo-Ilera, Fernando (2018). La toponimia como Patrimonio Cultural Inmaterial. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, CLIII, 33-60. Recuperado de https://boletinrsg.com/index.php/boletinrsg/article/view/56
- Barceló, Carme (2010). *Noms aràbics de lloc*. València, España: IIFV-Bromera.
- Berg, Lawrence y Vuolteenaho, Jani (eds.) (2009). *Critical toponymies: The contested politics of place naming*. Burlington, VT: Ashgate.
- Conedera, M., Vassere, S., Neff, C., Meurer, M. y Krebs, P. (2007). Using toponymy to reconstruct past land use: a case study of 'brüsáda'(burn) in southern Switzerland. *Journal of Historical Geography*, 33(4), 729-748. doi: 10.1016/j.jhg.2006.11.002
- Coromines, J. (1989-1997). *Onomasticon Cataloniae. Els noms de lloc i noms de persona de totes les terres de llengua catalana*. Barcelona, España: Curial Edicions Catalanes y La Caixa, VIII vol.
- Di Giminiani, P. y Fonck, M. (2015). El paisaje como proceso de vida: experiencias de domesticación del bosque en el sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61, 7-24. doi: 10.4067/S0718-34022015000200002
- Dorion, H. (1984). Les relations entre la toponymie et les autres sciences sociales. En *450 ans de noms de lieux français en Amerique du Nord*. Québec, Canadá: Les Publicacions du Québec (pp. 103-108).
- Faubell, V. (2012): *Historia de La Llosa: la lucha por la libertad y la independencia*. Castelló, España: Diputació de Castelló.
- Fidalgo-Hijano, C. y González-Martín, J. A. (2015). La evolución del paisaje natural a traves de la toponimia: Lillo (La Mancha, Toledo). *Cuadernos geográficos*, 54 (2), 220-244. Recuperado de: https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/2948
- Fuchs, S. (2015). History and heritage of two Midwestern towns: a toponymic-material approach. *Journal of Historical Geography*, 48, 11-25. doi: 10.1016/j.jhg.2015.01.003
- García de Celis, A., Martínez-Fernández, L. C., Prieto, I. (2018). Patrimonio cultural inmaterial en las Reservas de la Biosfera cantábricas: la recuperación de la toponimia en los Valles de Omaña y Luna (León). *Estudios geográficos*,79, 284, 191-208. doi: 10.3989/estgeogr.201808
- García-Villaraco, A., Pardo de Santayana, M. y Morales-Valverde, R. (2011). Aportaciones a la fitotoponimia de la provincia de Ciudad Real. *Revista Folklore*, 357, 4-23.
- Gelling, M. (1984). *Place Names in the Landscape*. Londres, Reino Unido: J. M. Dent & Sons.
- Giraut, F. y Houssay-Holzschuch, M. (2016). Place Naming as Dispositif: Toward a Theoretical Framework. *Geopolitics*, 21(1), 1–21. doi: 10.1080/14650045.2015.1134493
- Jordan, P. (2012). Place names as ingredients of space-related identity. *Names and Identities*, 4 (2), 117-131.
- Kadmon, N. (2000). *Toponymy: The Lore, Laws and Language of Geographical Names*. Nueva York, EE.UU.: Vantage Press.
- Kearns, R. y Berg, L. (2002). Proclaiming place: towards a geography of place name pronunciation. *Social and Cultural Geography*, 3, 283-302.
- Litton, B. (1968). *Forest landscape description and inventories. A basis for landplanning and design*. Albany, CA, EE.UU.: Pacific Southwest Research Station.
- Martín, M. J. (1988). Toponimia y léxico relacionados con las descargas de aguas subterráneas en la cuenca del Duero. *Estudios Geográficos*, 192: 329–339.
- Mata, R. (2014). Paisajes para un desarrollo sustentable y participativo. *Urbano*, 17 (30), 8-21. Recuperado de
- http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/206
- Membrado-Tena, J. C. (1998). La indústria ceràmica de La Plana de Castelló: estudi geogràfic. Castelló, España: Diputació de Castelló.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Membrado-Tena, J. C. (2013). La división territorial valenciana: antecedentes, problemas y política de la Generalitat. *Investigaciones Geográficas*, 59, 5-24. doi: 10.14198/INGEO2013.59.01
- Membrado-Tena, J. C. (2014). Identity conflict in the land of València during the post-Franco democratic period. *Saitabi*, 62-63, 187-210. doi: 10.7203/saitabi.62-63.3861
- Membrado-Tena, J. C. (2015). El lligam essencial entre paisatge i toponímia: el cas dels noms de municipi al nord del País Valencià. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 69-97. doi: 10.2436/20.3002.01.79
- Membrado-Tena, J. C. (2016). Identificación de orotopónimos irrelevantes mediante lidar. *GeoFocus*, 18, 25-45. doi: 10.21138/GF.463
- Membrado-Tena, J. C. (2017). La relación entre toponimia urbana y topografía en la Ciutat Vella de Valencia: análisis mediante métodos cuantitativos y cualitativos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 74, 361-386. doi: 10.21138/bage.2458
- Membrado-Tena, Joan Carles (2018). El papel de la geografía en el análisis del contenido semántico de los topónimos. El caso de Alicante. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 38 (1), 35-60. doi: 10.5209/AGUC.60468
- Membrado-Tena, J. C. e Iranzo-García, E. (2017). Los nombres de lugar como elementos evocadores del paisaje histórico. Análisis de la toponimia de los núcleos de población de la cuenca del Vinalopó. *Investigaciones Geográficas*, 68, 191-207. doi: 10.14198/INGEO2017.68.11
- Membrado-Tena, J. C. e Iranzo-Garcia, E. (2018). Anàlisi toponímica de l'Horta de València. Integració dels enfocaments clàssic i crític per a la reconstitució i revaloració del seu paisatge. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 64(2), 247-269. doi: 10.5565/rev/dag.396
- Mesado, N. (2014). Disquisiciones en torno a la Vía Augusta en la provincia de Castellón. *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, 32, 137-222. Recuperado de http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/114261
- Nogué, J. (2007). Territorios sin discurso, paisajes sin imaginario: retos y dilemas. *Ería*, 73-74, 373-382. Recuperado de https://www.unioviedo.es/reunido/index.php/RCG/article/view/1593/15038
- Ordinas-Garau, A. y Binimelis-Sebastián, J. (2013). La caracterización del paisaje de Menorca a través de la toponimia. *Investigaciones Geográficas*, 60, 155-169. doi: https://doi.org/10.14198/INGEO2013.60.09
- Piqueras, J. y Membrado-Tena, J. C. (1995). La política territorial de la Generalitat Valenciana. La comarcalització pendent. *Cuadernos de Geografía*, 58, 337-364.
- Planas, X. y Ponsa, À. (2008). Etimologia de la toponímia andorrana relacionada amb riscos geològics naturals. *La revista del CENMA 1*, 20-31.
- Querol, E. (1995). La metodologia en els estudis de toponímia. En: Rosselló, V. M. y Casanova, E. (eds.): *Materials de toponímia-I*. València, España: Generalitat Valenciana-Universitat de València, 61-74.
- Querol, E. (2000). Les bases toponímiques preindoeuropees Mor- i Pal-: una proposta metodológica. En *Estudis de toponímia valenciana*. València, España: Denes, 401-414.
- Radil, S. (2017). The multi-scalar geographies of place naming: The case of Cyprus. *Journal of Territorial and Maritime Studies*, 4(1), 72-85. Recuperado de: https://www.jstor.org/stable/26664144?seq=1
- Riesco, P. (2010). Nombres en el paisaje: la toponimia, fuente de conocimiento y aprecio del territorio. *Cuadernos Geográficos*, 46, 7-34. Recuperado de https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/629
- Rose-Redwood, R., Alderman, D. y Azaryahu, M. (2010). Geographies of toponymic inscription: new directions in critical place-name studies. *Progress in Human Geography*, 34(4), 453-470. doi: 10.1177/0309132509351042
- Rosselló, V. M. (2004). *Toponímia, Geografía i Cartografía*. València, España: Universitat de València.
- Sauer, C. (1956). The education of a geographer. *Annals of the Association of American Geographers*, 46, 287-299.
- Seidl, N. P. (2008). Significance of toponyms, with emphasis on field names, for studying cultural landscape. *Acta geographica Slovenica*, 48(1), 33-56. doi: 10.3986/AGS48102
- Seidl, N. P. (2016). The invisible and intangible landscape: Naming, claiming and managing processes. *Landscape Values*, 282.
- Seidl, N. P. (2018). Engraved in the Landscape: The Study of Spatial and Temporal Characteristics of Field Names in the Changing Landscape. *Names*, 1-14. doi: 10.1080/00277738.2017.1415539
- Siwei, Q., Mengjun, K. y Min W. (2016). Toponym mapping: a case for distribution of ethnic groups and landscape features in Guangdong, China. *Journal of Maps*, 12, 546-550. doi: 10.1080/17445647.2016.1201017

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Sousa, A. y García-Murillo, P. (2001). Can place names be used as indicators of landscape changes? Application to the Doñana Natural Park (Spain). *Landscape Ecology*, 16(5), 391-406. doi: 10.1023/A:101758510
- Tort, J. (2000). Toponimia y territorio. Los nombres de los núcleos de población de la comarca del Baix Camp, Tarragona, desde una perspectiva onomasiológica. *Scripta Nova*, 67. Recuperado de http://www.ub.edu/geocrit/sn-67.htm
- Tort, J. (2001). La toponímia com a camp de coneixement interdisciplinari. Algunes bases teòriques i epistemològiques per a l'estudi dels noms de lloc. *Scripta Nova*, 86. Recuperado de http://www.ub.edu/geocrit/sn-86.htm
- Untermann, J. y García-Merino, C. (1999): Revisión de la lectura de la Tessera Uxamensis y valoración de las téseras en el contexto de la configuración del poblamiento celtibérico en el siglo I a. C. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, 65, 133-152.
- Villar, F. (1995a). *Los Indoeuropeos y los orígenes de Europa*. Madrid, España: Gredos.
- Villar, F. (1995b). *Estudios de celtibérico y de toponimia prerromana* (vol. 260). Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
- Villar, F. (2011). El Garona y sus iguales. *Palaeohispanica*, 11, 173-187.
- Whatmore, S. (2002). *Hybrid geographies: natures, cultures, spaces*. Londres, Reino Unido: Sage.
- Zelinsky, W. (1997). Along the frontiers of name geography. *The Professional Geographer*, 49(4), 465-466. Recuperado de https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/0033-0124.00092
- Zelinsky, W. (2002). Slouching toward a theory of names: A tentative taxonomic fix. *Names*, 50(4), 243-262. doi: 10.1179/nam.2002.50.4.243

Sobre los autores

Joan Carles Membrado-Tena

Especialista en toponimia, cartografía, SIG, paisaje, organización territorial, y geografía económica (huertas mediterráneas, clústeres industriales, turismo residencial). Trabajó durante diez años en el Institut Cartogràfic Valencià. Profesor titular en el Departamento de Geografía de la Universitat de València desde 2019. Imparte actualmente las asignaturas del grado de Geografía de la Universitat de València *Cartografía II* y *Geografía del País Valenciano*; la de *Tipologías Patrimoniales: Paisaje y Patrimonio* en el *Máster Universitario en Patrimonio Cultural: Identificación, Análisis y Gestión*; o la de *Técnicas de modelización y SIG* en el *Máster Universitario en Técnicas para la Gestión del Medio Ambiente y del Territorio*. Es codirector de la Cátedra *Horta de València: Territorio Metropolitano*.

Ghaleb Fansa

Doctor investigador Junior en el grupo ESTEPA (Estudios Territoriales del Paisaje y del Patrimonio) del Departamento de Geografía de la Universitat de València. Especialista en cartografía, SIG, paisaje y patrimonio. Especialista en toponimia arábiga. Imparte actualmente las asignaturas del grado de Geografía de la Universitat de València *Sistemas de Información Geográfica I* y *Sistemas de Información Geográfica II*.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9486

El Campo de Murcia, un territorio de baja densidad de población en el Sureste de España

Encarnación Gil-Meseguer[1] | Miguel Borja Bernabé-Crespo[2] |
José María Gómez-Espín[3]

Recibido: 31/05/2019 | Aceptado: 20/03/2020

Resumen

El Campo de Murcia tradicionalmente ha sido un espacio de escaso poblamiento y, además, disperso. La principal actividad productiva, hasta mediados del siglo XX, era la agricultura de secano con baja productividad, de rendimientos aleatorios debido a la escasez e irregularidad de las precipitaciones. A finales del siglo XX, los avances técnicos en la extracción de aguas subterráneas y la llegada de las aguas del Trasvase Tajo – Segura posibilitan el riego y el desarrollo de cultivos hortofrutícolas de interés comercial. El cultivo, recolección y comercialización, especialmente de productos hortícolas, genera una demanda de mano de obra extranjera de origen norteafricano (inmigración laboral). La bonanza térmica y el bajo precio del suelo han potenciado desarrollos urbanísticos tipo "resort" y la generación de inmigración residencial, sobre todo de europeos. El objetivo es explicar cómo a pesar de la inmigración laboral y residencial de los primeros años del siglo XXI, continúa la baja densidad poblacional de este territorio (30,47 hab/km^2), que contrasta con la elevada densidad de la Huerta de Murcia (884,02 hab/km^2). Las fuentes utilizadas han sido los datos del Padrón Municipal de Habitantes del Centro Regional de Estadística de Murcia (CREM), de las Oficinas Comarcales Agrarias (OCA), datos de abastecimiento y saneamiento de aguas de las empresas EMUASA y ESAMUR, etc. y un amplio trabajo de campo con entrevistas a vecinos.

Palabras clave: medio rural; déficit demográfico; urbanismo "resort"; hortofruticultura; Campo de Murcia

Abstract

Campo de Murcia, an area of low density of population in Southeastern Spain

Campo de Murcia corresponds to a traditionally dispersed settlement space, where the main productive activity has been rainfed agriculture (low productivity), due to the scarcity and randomness of rainfall. In the late 20th century, technical advances regarding groundwater and transferred waters from Tagus River enabled the irrigation and development of horticultural crops of great commercial interest. The farming, harvesting and commercialization, especially of horticultural products, generates a demand for labor immigration (North African origin). Warm climate and low price of land have boosted "resort" urban developments and the generation of residential immigration, especially of Europeans. The aim is to explain how despite labor and residential im-

1. Universidad de Murcia. encargil@um.es
2. Universidad de Murcia. miguelborja.bernabe@um.es
3. Universidad de Murcia. espin@um.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

migration during the first years of 21st century, this space hosts a low population density (30.47 inhabitants/km^2), in contrast to the high density of Huerta de Murcia (884,02 inhab/km^2). The sources of this work include the register of inhabitants of Regional Statistics Center of Murcia (CREM), local agrarian offices (OCA), water supply and purification data from companies EMUASA and ESAMUR, and an extensive field work with interviews to neighbors.

Keywords: rural area; low density of population; resort urban planning; fruit and vegetable growing; Campo de Murcia

1. Introducción

La distribución de la población en el territorio preocupa a los geógrafos. El espacio geográfico es "un territorio ocupado por un grupo humano -un colectivo, un pueblo, una sociedad- que se asienta en él y lo explota para obtener su supervivencia y un nivel de vida o bienestar social" (Molinero y Alario, 2019, p. 48). En anteriores trabajos, el Grupo de Investigación E0A5-03 de la Universidad de Murcia (UMU) se ha preocupado por la situación de los inmigrantes en la Región de Murcia (Martínez, Gil y Gómez, 2007). En este artículo se presenta la situación de baja densidad de población en un espacio rural como el Campo de Murcia, gracias al análisis intramunicipal del poblamiento.

En España y en Europa se ha abierto un debate asociado a la despoblación (Cejudo y Navarro, 2019). En el caso español, el 5 % de la población vive en el 53 % del territorio nacional, cada vez más vacío, con menos población que se asienta en él. Corresponde, sobre todo, al espacio rural del interior de la Península Ibérica, con una densidad media de 9,35 hab/km^2, por debajo de la cifra de 10 hab/km^2 que se considera como "desierto demográfico", lo que evidencia la fragilidad demográfica y social, y la limitada repercusión de las políticas de desarrollo (Leco, Pérez y Mateos, 2017, p. 78). Se incluyen también franjas montañosas como la Serranía Celtibérica o La Raya, entre España y Portugal. Esto acarrea una serie de problemas como la restricción del acceso a los mercados, limitación de la entrada a las aplicaciones tecnológicas, imposibilidad de conseguir ventajas de regiones desarrolladas, reducción de oportunidades de empleo, y futura emigración de jóvenes cualificados (Sáez, Ayuda y Pinilla, 2016, p. 19), además del deterioro del medio natural y pérdidas emotivas y culturales. Como apuntan Leco, Pérez y Mateos (2017), en regiones como Extremadura la pérdida de población ha sido mucho más acusada en los pequeños municipios rurales (los de 2.000 habitantes son los que se encuentran en una situación más desfavorable), mientras que los de más de 5.000 habitantes han crecido.

Con los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), del padrón continuo (años 2000 y 2018), Molinero y Alario (2019, p. 42) explican las diferencias regionales de despoblación en la España interior, y situaban la evolución demográfica del espacio rural urbano de España a nivel de comarca en el siglo XXI. La pérdida demográfica no es un fenómeno nuevo: el despoblamiento en el medio rural (que es la mayor parte del territorio) se remonta a mediados del siglo XX, al llamado éxodo rural, con la consecuencia de la concentración de la población en los centros de pujanza económica. El desarrollismo y la falta de personal en el campo obligó y aceleró la creciente mecanización de la mayor parte de sus actividades. La marcha de gente joven y adulta ocasionó un descenso de la natalidad y el envejecimiento progresivo de la población que permaneció en el campo. A pesar del aumento de la esperanza de vida, el crecimiento vegetativo ha pasado a ser negativo y a vaciar esos núcleos rurales. El saldo vegetativo es negativo, como también lo es el saldo migratorio.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Recientemente, la nueva ruralidad pretende que jóvenes y adultos vuelvan a estos pueblos, se empleen en actividades relacionadas con el mundo rural (turismo rural, agriculturas ecológicas de olivar, de plantas aromáticas, etc., pequeñas agroindustrias, productos de calidad, identidad geográfica, etc.) y ello con una apuesta decidida por incorporar al campo y la vida en estos pueblos a las nuevas tecnologías de la información y comunicación (e-learning, homeworking o teletrabajo, valorización de recursos naturales y culturales). La Unión Europea ha introducido políticas y fondos de desarrollo rural (LEADER, FEADER) y también España (PRODER, Programas de Desarrollo Rural), que no han permitido invertir la tendencia de despoblación y envejecimiento del campo europeo, aunque son de interés algunas iniciativas de Grupos de Acción Local (GAL). El análisis de LEADER+ y PRODER2 en Andalucía para el periodo 2000-2006 indica que no se ha ayudado a los territorios más desfavorecidos del medio rural (Cejudo, Navarro y Camacho, 2017, p. 155). Cabe destacar que, de estos GAL, los más dinámicos desde el punto de vista demográfico son los que se relacionan con un sector agrario potente, como los regadíos y el secano intensivo (Leco, Pérez y Mateos, 2017, p. 82).

En el Sureste de España el agua es un factor de diferenciación espacial y socioeconómica: el territorio presenta paisajes contrastados de secanos y de regadíos (Gil-Meseguer, 2006, p. 19). En la Región de Murcia, en la segunda mitad del siglo XX, la evolución tecnológica (bombas sumergibles para elevar agua de los freáticos más profundos) permitió ampliar los espacios regados: algunos de forma fija en el territorio, como los cultivos de cítricos y, otros itinerantes que cambian de lugar para dejar descansar la tierra, como los cultivos hortícolas y los de plantas aromáticas. El binomio agua-regadío, en una región donde la escasez de agua es un rasgo característico, ha obligado a modernizar los sistemas de riego y la racionalización del agua, así como lograr una productividad de las más altas de España (Grindlay y Lizárraga, 2012, p. 283). Era el revulsivo para frenar la movilidad poblacional hacia el exterior de la Región (Gil-Meseguer, 2006, p. 28). Esta situación ha ocurrido de forma exitosa en otros espacios surestinos como Almería. Ante la despoblación en la comarca de Tabernas, uno de los espacios más delicados en cuanto al riesgo de desaparición del sistema de asentamientos dentro del mediterráneo español, se han destacado como actividades de éxito para la transformación territorial: las nuevas formas de cultivo que se están introduciendo y expandiendo de forma paulatina, como los cultivos tecnificados bajo plástico y la vid en Gérgal, o el olivar intensivo de regadío en Tabernas, Tahal, Uleila, Sorbas y Lucainena (Sánchez, 2015, p. 172). El mismo autor, en un trabajo más reciente (2017), indica cómo a partir de iniciativas de origen endógeno y local, comarcas como la del Almanzora (Almería) pueden salir de la situación de enclavamiento y gozar de desarrollo territorial. El déficit de infraestructuras de transporte y comunicaciones (en este caso el ferrocarril) dejan aislado este espacio geográfico. Solo la carretera ayuda a vertebrar este territorio: la A7, con dificultades y saturada, da salida a las producciones hortofrutícolas (cientos de camiones con temperatura controlada que se dirigen a los grandes centros de consumo de la península y del resto de Europa). De ahí la petición de la sociedad civil de potenciar el Arco Mediterráneo con ferrocarril (iniciativa de la fundación FERRMED).

Quizá no podamos hablar de generalización de desarrollo territorial, pero sí de dinamismo (Gómez-Espín *et al.,* 2014), especialmente en el Bajo Almanzora, donde las condiciones ecotopológicas, el carácter emprendedor de las gentes, la disponibilidad de agua (trasvase Tajo-Segura, Conexión Negratín-Almanzora, desalación, etc.), han transformado estos campos en factorías para atender las demandas hortofrutícolas, sobre todo de productos hortícolas para la venta en el exterior, que ha ocasionado una demanda de mano de obra (mayoritariamente extranjera) para

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

ocuparse en las tareas de campo, de almacén, y de industrias y servicios asociados (Gil-Meseguer y Gómez-Espín, 2015).

No solo es la actividad agrícola la que pretende dinamizar el espacio rural, también la aparición de modelos urbanísticos tipo "resort" ha cobrado especial importancia en el litoral mediterráneo y ha asentado un importante vector de la inmigración residencial. En algunas comunidades autónomas, como las Islas Baleares, se han tenido que implementar medidas de contención (Rullán, 2011, p. 279). En gran medida, estos "resort" están vinculados al desarrollo de campos de golf, y cuya localización ya no responde a una ubicación preferente en la línea de costa, sino que se difunden por buena parte del territorio del interior siguiendo los principales ejes de comunicación por carretera (Navarro y Ortuño, 2010, p. 37).

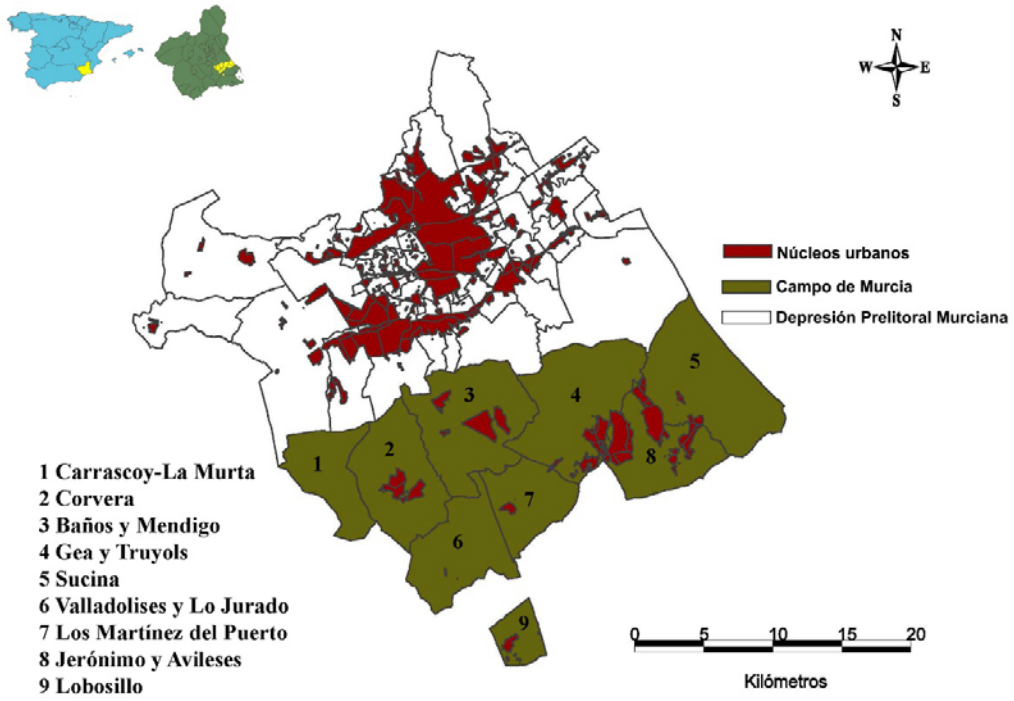
En la actualidad, el lento abandono de las casas aisladas o los pequeños agrupamientos a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, ha ocasionado que sean los núcleos que reunían a más viviendas los que, al tener mejores condiciones para dotarse de servicios y recibir mayor atención por parte del Ayuntamiento, se han afianzado y concentran el crecimiento de la población. Estos son los que se benefician de la marcada estacionalidad de la oferta de trabajo. Como manifiestan Avallone y Ramírez-Melgarejo (2017, p. 133): "*en el sur de Europa, los mercados de trabajo están sometidos a constantes tensiones estructurales que articulan relaciones de trabajo, poder y dominación. Son territorios donde existe una contradicción entre, por un lado, las estrategias empresariales de reducción de costos laborales y de movilización temporal de fuerza de trabajo vulnerable y, por otro, las estrategias de los trabajadores en pos de estabilidad y condiciones de empleo y vida dignos*". Recientemente, Molinero (2019, p. 39) al hablar de las áreas rurales de España, indica que la divisoria fundamental radica en su densidad y dimensión.

Un caso de baja población en el medio rural es el Campo de Murcia, situado en el centro-oriental de la Región de Murcia. Ocupa la parte más septentrional de la Cuenca del Mar Menor, un amplio plano inclinado con suave pendiente desde los relieves que cierran la cuenca por el norte (a unos 400 msnm) hasta el área más deprimida que ocupa el Mar Menor. De una superficie de más de 1 500 kilómetros cuadrados para la Comarca del Campo de Cartagena-Mar Menor, el Campo de Murcia significa el 28,10 % de este espacio abierto al Mediterráneo (Gil-Meseguer y Gómez-Espín, 2014a, p. 544). Las pedanías (entidad administrativa menor del término municipal) que se identifican en el Campo de Murcia actualmente son nueve: Carrascoy-La Murta, Corvera, Baños y Mendigo, Gea y Truyols, Valladolises y Lo Jurado, Los Martínez del Puerto, Jerónimo y Avileses, Sucina y Lobosillo (Figura 1).

Este trabajo presenta el caso del Campo de Murcia como un espacio singular: cercano a áreas densamente pobladas y que, a pesar del impacto del fenómeno de la inmigración en distinta modalidad (laboral y residencial), no ha reflejado un incremento de su población. En él se realiza un estudio de la población, de su evolución y estructura, realizando hincapié en la extranjería; continuando con los análisis de la actividad agraria (superficie y tipo de cultivos) y el desarrollo de nuevos modelos urbanísticos, haciendo referencia al origen de las aguas que permiten sendas actividades.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Figura 1. Localización del Campo de Murcia y sus pedanías



Fuente: sección de Estadística del Ayuntamiento de Murcia.

2. Rasgos del área de estudio

La Región de Murcia ha pasado de ser un territorio tradicional de emigración (tras sequías acusadas e inundaciones catastróficas) a convertirse en un espacio de acogida de población extranjera (supone más del 14,1 % de la población total regional), en los dos últimos decenios del siglo XX y los dos primeros decenios del siglo XXI. El análisis del censo de 2001 para toda la Región de Murcia ya manifestaba que el incremento de población (sobre todo extranjera) traería modificaciones sustanciales en su estructura, atendiendo al origen y procedencia entre otras cuestiones (Serrano, 2004, p. 161). Los flujos migratorios sostenidos ayudan a invertir el fenómeno de la despoblación, como Aparicio *et al.* (2009) señalan en el caso aragonés. Ahora bien, su distribución en el territorio no es homogénea, pues existen grandes diferencias entre los municipios y en el interior de sus términos.

El área de estudio (Campo de Murcia) pertenece al término municipal murciano (886,0 km^2 y 453.636 habitantes a 01/01/2019), que está formado por dos unidades ambientales claramente diferenciadas: la Depresión Prelitoral Murciana, ocupada en su mayor parte por la Huerta de Murcia (499,84 km^2) y el Campo de Murcia (386,16 km^2), correspondiente a parte de la llanura litoral del Campo de Cartagena – Mar Menor. Su línea divisoria son las alineaciones prelitorales formadas por las sierras de Carrascoy (1.605 m), Sierra del Puerto (603 m) y los frentes de cuesta de Los Villares (478 m) y Escalona (344 m).

En la primera unidad ambiental, el río Segura permite el riego de aguas vivas a partir del azud mayor de la Contraparada, configurando un espacio de huerta que ha ido disminuyendo su superficie de cultivo en más de 85 ha/año, debido a la expansión urbana de la ciudad de Murcia, la consolidación de los núcleos de las pedanías huertanas y el aumento del diseminado, por lo que

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

apenas quedan unas 7.000 ha (Gil-Meseguer y Gómez-Espín, 2014b, p. 538). La unidad del Campo, objeto de esta investigación, cuenta con 11.768 habitantes (a 01/01/2019, según la Sección de Estadística del Ayuntamiento de Murcia), lo que supone una densidad media de 30,47 hab/km^2, que en comparación con la ocupación del espacio huertano (884,02 hab/km^2) supone un claro contraste. En él ha predominado el monte y el secano, y el riego estaba reducido a pequeñas huertas dependientes de fuentes, manantiales y freáticos cercanos captados con pozos verticales que extraen el agua con norias de tiro (ceñas) y molinos de viento. En el secano se ordenaba el espacio con los llamados "riegos de boquera", que dirigían la escorrentía hacia las parcelas, y también con la ocupación de los cauces de drenaje para el cultivo y obtener un mayor aporte de agua en los momentos de lluvia. En este territorio no hay ningún curso continuo de agua, sino una red de drenaje que, de forma esporádica, desagua tras los ocasionales fuertes aguaceros. Esta concentración de las aguas de escorrentía en amplios cauces, con las moderadas y débiles pendientes, llevó a su ocupación agrícola a partir de aterrazamientos. Protegidos por pequeñas pedrizas, disminuían la pendiente y por tanto la arrollada, a la vez que servían para retener agua y suelo. Son las "cañadas", que incluso en algún lugar alcanzan entidad toponímica.

Tradicionalmente, el área del Campo de Murcia ha reunido escasa población para que esta pudiera vivir de su explotación agraria. Pascual Madoz en su Diccionario (1850, p. 96 y 188), resaltaba las pedanías de Corvera y Sucina, que eran las únicas que reunían junto a un mayor número de casas y vecinos. Su población se localizaba mayoritariamente en un diseminado en su campo (236 vecinos y 826 almas para Corvera, y 450 vecinos y 3.030 almas para Sucina). De Corvera dependían Lobosillo, Baños, *Vayladolises* y Balsapintada. De Sucina, dependían *Abileses*, Gea y Truyols, parte de Balsicas y de las Cañadas de San Pedro. "*En ambos casos, sus producciones eran cereales del secano que se practicaba, como el trigo, la cevada, la avena, el aceite y la cosecha de la barrilla. También se cita el ganado lanar y cabrío, adaptado a los magros pastos de estos territorios y complemento necesario para la economía familiar. La caza de liebres, conejos y perdices, propia de los espacios de la estepa mediterránea y que, en cierto modo, sigue siendo hoy la característica de estos campos*". En 1889, Pedro Díaz-Cassou indicaba que según el censo de 1887 en el Campo de Murcia se asentaban 7.702 habitantes, el 7,98 % del total del término de Murcia. Tres pedanías: Corvera (18,15 %), Sucina (15,84 %) y Lobosillo (14,62 %) reunían casi la mitad (48,61 %) de la población en esos campos (Díaz-Cassou, 1889, p. 17). Abad, Flores y Sánchez (1970, p. 21), en su trabajo sobre "Trasvase y ordenación agrícola y ganadera", describen la situación de estos secanos en 1968 como de abandono "*en cuanto al secano labrado del término de Murcia, ocupa una superficie de 33.940 ha, que se encuentra cada vez más abandonado, pues las cosechas son prácticamente nulas debido a la tradicional sequía que padece esta zona, habiendo emigrado gran parte de la población a regiones más prósperas, razón por la cual los caseríos del campo se encuentran cerrados en su mayor parte y los pequeños núcleos urbanos existentes van despoblándose lentamente*".

Esta situación cambió gracias a la expansión continuada del regadío, fundamentada en las excepcionales condiciones térmicas invernales y basada en la explotación de las aguas subterráneas, las del Trasvase Tajo – Segura, los aprovechamientos de aguas residuales regeneradas y también, los escasos aportes de desalación (la desaladora de Valdelentisco es la que suministra agua a estos regantes). Por esas mismas condiciones climáticas, surgen las urbanizaciones tipo resort, ayudadas por una coyuntura económica favorable donde el sector de la construcción tuvo una importancia destacada. Por ambas situaciones, para ocuparse en las explotaciones agrarias y/o para residir en los resorts, se generó una llegada de población extranjera. Actualmente, el Campo de Murcia sigue siendo un espacio de baja densidad de población, a pesar de catalizar la confluencia de la inmigración laboral y residencial, lo que reviste al estudio de interés y singularidad.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

3. Metodología. Hipótesis, objetivos, método y fuentes

Este trabajo de investigación consiste en un estudio de geografía regional, sobre un espacio municipal y comarcal que ha evolucionado en el tiempo (estudio diacrónico). La dificultad y novedad de este estudio es el análisis intramunicipal, ya que la unidad de trabajo son las pedanías (unidad administrativa más inferior en la Región de Murcia), de las que no siempre existen estadísticas de los distintos elementos para ser considerados a ese nivel administrativo. Este descenso al inicio de la escala administrativa permite estudiar pormenorizadamente los procesos, apreciando diferencias que a otro nivel pasan desapercibidas. En municipios con una superficie considerable, no resulta adecuado generalizar entre "los que ganan población" y "pierden población", sino que la diferenciación territorial interna permite extraer conclusiones relevantes, y en relación al diferenciado desarrollo socioeconómico del territorio.

Las hipótesis iniciales de la investigación son: que el Campo de Murcia ha sido y es un área de baja ocupación de población debido a los modos producción extensivos (secano y monte), a pesar de los cambios en la segunda mitad del siglo XX, que supusieron la extensión del regadío y el auge del sector turístico. También que las corrientes migratorias (laboral y residencial) del siglo XXI no son capaces de invertir esta situación a escala de todo el Campo de Murcia, pero sí a nivel de ciertas pedanías.

Entre los objetivos de esta investigación sobresalen: explicar los cambios en la ocupación del territorio, atender a las transformaciones en el paisaje rural por la expansión del regadío fundamentado sobre nuevos sistemas de riego, con aguas de diferentes orígenes y, a las modificaciones en los asentamientos de población (revitalización de núcleos tradicionales y nuevas urbanizaciones "resorts"), para valorar el papel de la inmigración laboral y residencial.

Se aplican técnicas de investigación cualitativa como es el acercamiento con entrevistas a los agentes afectados como los alcaldes pedáneos (responsable-delegado de la corporación municipal, presidente de la Junta Municipal), también a dirigentes de las empresas de servicios que se ocupan del mantenimiento de viviendas en los resorts por encargo de sus dueños extranjeros, a jóvenes que se han trasladado a vivir a esas nuevas urbanizaciones, y otros sujetos. Es la única forma de explicar algunos movimientos de la población de unos asentamientos a otros. La investigación cuantitativa se basa en la estadística disponible, como el Padrón Municipal de Habitantes del Ayuntamiento de Murcia y las superficies de cultivo según las Oficinas Comarcales Agrarias (OCA), los datos de abastecimiento y depuración de EMUASA (Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia) y ESAMUR (Entidad Regional de Saneamiento y Depuración). Además de la bibliografía, se ha llevado a cabo un intenso trabajo de campo con objeto de observar los cambios en los cultivos y en los asentamientos de población para explicar la situación demográfica actual.

A través de la representación cartográfica y de las fotografías se pretende hacer "pedagogía territorial" del despoblamiento para que se visualice la distribución de la población en las últimas décadas (José-Pazo y Moragón, 2018, p. 124). También son objeto de estudio los flujos migratorios en el término y Campo de Murcia, con el cambio de coyuntura económica que se inicia en 2007 y se acusa en 2010, como sucede en otras regiones de España, caso de Extremadura (Pérez, Leco y Barrientos, 2012).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

4. Resultados

Si se habla de la baja densidad de población hay que tratar de entender la razón de esa situación, comprobando la evolución de la población y la incidencia sobre ella de los hechos económicos desarrollados en ese espacio, como son las actividades agrarias y el turismo.

4.1. Permanencia de la baja población en el Campo de Murcia

El Campo de Murcia ha aumentado su población en más de 4.500 habitantes en el periodo 2000-2019. De sus pedanías, Corvera es la que reúne mayor población, seguida de Sucina y Lobosillo. El crecimiento no es uniforme ni continuo en todas ellas (Tabla 1). La mayor densidad de Lobosillo se debe a su menor extensión superficial, pues Corvera y Sucina tienen más habitantes. Son estas las que más han crecido en el siglo XXI, seguidas de Gea y Truyols, y Jerónimo y Avileses. Ellas albergan un número mayor de urbanizaciones destinadas al uso residencial y ocio, predominando el modelo de golf resort.

Tabla 1. Superficie, población y densidad en las pedanías del Campo de Murcia

PEDANÍAS	SUPERFICIE (km²)	POBLACIÓN 01/01/2000	POBLACIÓN 01/01/2010	POBLACIÓN 01/01/2019	DENSIDAD (hab/km²)
Baños y Mendigo	59,65	258	573	683	11,45
Carrascoy-La Murta	29,57	124	117	93	3,15
Corvera	47,15	1.830	2.421	2.643	56,06
Gea y Truyols	62,6	440	1.137	1.095	17,49
Jerónimo y Avileses	41,48	788	1.315	1.668	40,21
Lobosillo	12,13	1.294	2.051	1.916	157,96
Los Martínez del Puerto	29,34	959	1.002	805	27,44
Sucina	64,05	1080	1.975	2.113	32,99
Valladolises y Lo Jurado	40,21	490	704	752	18,70
TOTAL CAMPO DE MURCIA	386,18	7263	11.295	11.768	30,47
TOTAL MUNICIPIO MURCIA	886	357.166	441.345	453.636	512,00

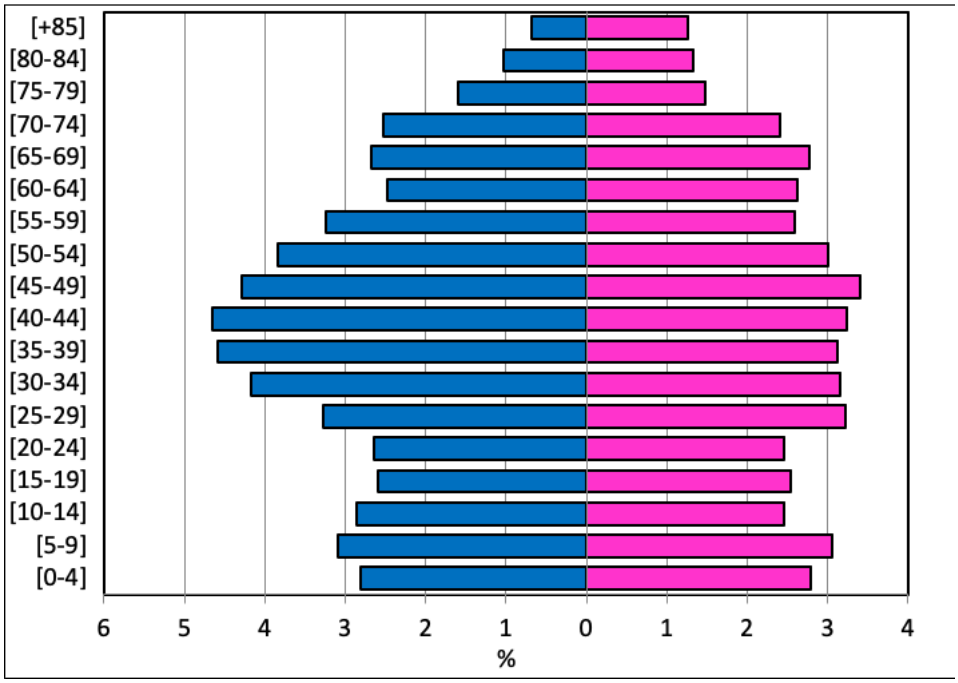
Fuente: Sección de Estadística del Ayuntamiento de Murcia.

La pedanía de Carrascoy-La Murta, la más excéntrica y alejada de las autovías, ve descender su población y no parece que pueda alejarse de esa tendencia, pues también está alejada de los perímetros regables. Otras pedanías rurales han experimentado la marcha de población, sobre todo la inmigrante laboral, a otras mayores de municipios limítrofes (como sucede en Los Martínez del Puerto hacia Roldán, en Torre Pacheco), o a las cabeceras municipales inmediatas (como ocurre de Lobosillo a Fuente Álamo). La crisis económica afectó a sectores como la construcción y, en menor medida, el empleo agrícola en estas pedanías. Sin embargo, la participación del Campo de Murcia respecto de la población total del término municipal en el último decenio ha permanecido casi estable: 2,56 % a 01/01/2010 y 2,59 % a 01/01/2019.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La pirámide de población (Figura 2) manifiesta la mayor proporción de hombres que de mujeres en el tramo de 30 a 60 años, que corresponde a la mano de obra fundamentalmente inmigrante empleada mayoritariamente en las tareas de campo.

Figura 2. Pirámide de población del Campo de Murcia (2018)



Fuente: Centro de Estadística de la Región de Murcia, Padrón Municipal de Habitantes 2018.

El inicio de la inmigración laboral extranjera en este espacio hay que situarlo en la década de los noventa del siglo XX, por el desarrollo hortofrutícola que necesita de trabajadores extranjeros. Estos procedían del Magreb, hombres jóvenes y adultos, a veces en situación irregular, que ocupaban las viejas casas del diseminado del campo y de caseríos aislados. Conforme mejoran en sus condiciones laborales, se trasladan a los núcleos de estas pedanías, donde es posible arrendar o comprar vivienda para el reagrupamiento familiar, e incluso a pedanías huertanas con mayores servicios, pero bien comunicadas con el Campo de Murcia, como la de El Palmar (como ya apuntaron Gil, Martínez y Gómez, 2012, p. 129). El reagrupamiento familiar hace que la base se esté recuperando, por el comportamiento natalista de esa población. La importancia de los grupos superiores se debe al envejecimiento de la población autóctona y la suma de la población inmigrante residencial, en su mayoría jubilados europeos.

En el Campo de Murcia se pasó del 13,64 % en el año 2000 al 42,57 % en el año 2011. Este incremento fue debido a la demanda de mano de obra agrícola para emplear en las explotaciones de productos hortofrutícolas para la exportación. Mayoritariamente fueron inmigrantes magrebíes, que aún hoy son los dominantes. También es el comienzo de los desarrollos urbanísticos, con la existencia de una demanda de este tipo de oferta habitacional por parte de población noreuropea. Ya existían en el disperso inmigrantes residenciales, sobre todo británicos, que generalmente restauraban y acondicionaban viviendas tradicionales o incluso realizaban nuevas construcciones. Las características ambientales de sol y buenas temperaturas, unidos a precios asequibles, son el atractivo que explican su llegada. Del 2012 al 2017, cuando los impactos de la crisis económica ya habían sido notables, se produjo un descenso de los extranjeros hasta el 37,36 % del total de la

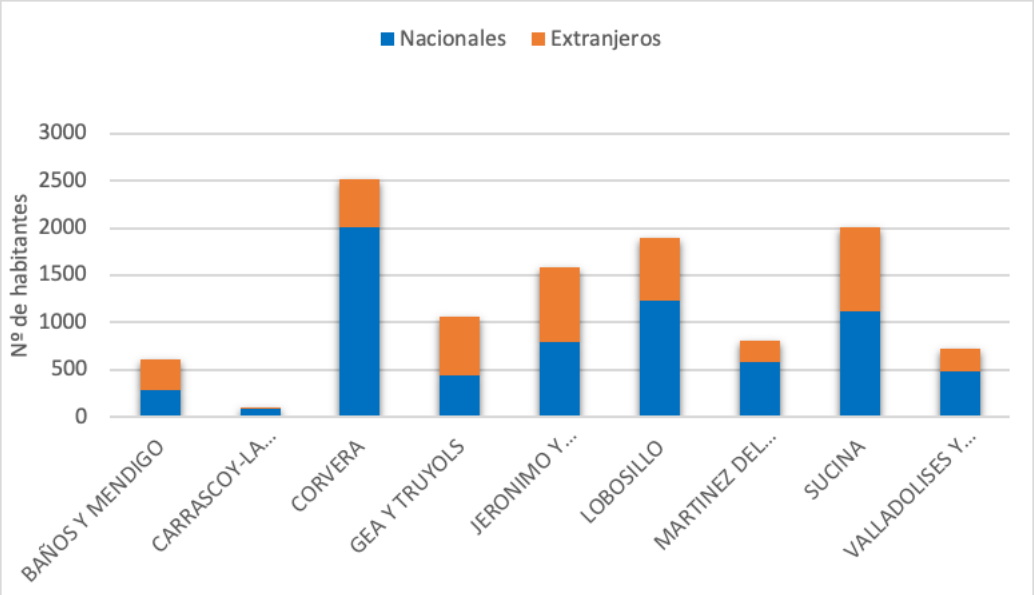
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

población. Esta evolución se explica por la estacionalidad del trabajo agrícola y por la situación económica europea, que afecta a los residentes europeos demandantes de servicios adecuados.

La trayectoria en las pedanías es variada. Algunas comienzan el siglo XXI con una casi imperceptible presencia de extranjeros (1,15 % en Corvera), y llegan al 23,00 % en 2014. Otras, como Los Martínez del Puerto, ya comienzan con valores elevados de extranjería (45,15 % en el 2000), con el máximo en 2003 con 63,47 %, para después ir reduciéndose hasta un 28,09 % en 2018 (paralelamente pedanías cercanas como Jerónimo y Avileses mostraba una trayectoria contraria, de ascenso hasta su máximo de casi el 50 % en 2018). Esta dispar evolución muestra que la inmigración no se ha consolidado en un espacio determinado y que ha sido más volátil dependiendo de la oferta de trabajo y de la apertura de resorts. En la actualidad, las pedanías que cuentan con mayor proporción de población extranjera son Gea y Truyols (58 %), Baños y Mendigo (52 %) y Jerónimo y Avileses (50 %) y Sucina (43,88 %), los espacios que tienen mayor superficie proyectada para actuaciones residenciales, algunas ya realizadas y funcionando, del tipo resort, asociadas o no a campos de golf, que han atraído a importantes volúmenes de residentes (mayoritariamente de la Europa del norte) (Figura 3).

Si se analizan los principales países de procedencia (Tabla 2), Marruecos, Reino Unido, Rumanía, Ecuador y Países Bajos son los cinco emisores más destacados para el Campo de Murcia. En comparación con el término municipal de Murcia, Ucrania y Bolivia (que están entre los cinco primeros en datos totales), apenas tienen representación en este espacio. Por el contrario, se puede comprobar que la mayoría de residentes británicos en Murcia lo hacen en el Campo de Murcia (casi el 75 %). Precisamente se pueden diferenciar por la nacionalidad de la población extranjera las pedanías que poseen desarrollos urbanísticos residenciales y las que reciben mayoritariamente población para ocupar en las actividades agrarias: Gea y Truyols, Baños y Mendigo, y Jerónimo y Avileses en el primer caso, frente a Corvera, Lobosillo, Los Martínez del Puerto y Valladolises y Lo Jurado en el segundo.

Figura 3. Población (nacional y extranjera) en las pedanías del Campo de Murcia.



Fuente: Padrón Municipal del Ayuntamiento de Murcia (2018).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 2. Distribución de la población extranjera según países de origen (2018).

PEDANÍA	MARRUECOS	REINO UNIDO	RUMANÍA	ECUADOR	PAÍSES BAJOS	UCRANIA	BOLIVIA
BAÑOS Y MENDIGO	115	119	13	3	26	3	1
CARRASCOY-LA MURTA	1	1	0	0	0	0	0
CORVERA	327	43	19	36	1	7	3
GEA Y TRUYOLS	44	473	21	4	17	4	1
JERÓNIMO Y AVILESES	328	297	59	10	17	18	1
LOBOSILLO	625	8	0	14	0	4	0
LOS MARTÍNEZ DEL PUERTO	197	1	0	4	0	1	0
SUCINA	352	287	91	21	12	6	2
VALLADOLISES Y LO JURADO	169	13	6	42	0	0	3
TOTAL CAMPO DE MURCIA	2.158	1242	209	134	73	43	11
TOTAL MUNICIPIO MURCIA	15.160	1.668	2.092	4.174	158	4.506	3.343
% CAMPO MURCIA / MUNICIPIO	14,23	74,46	9,99	3,21	46,20	0,95	0,33

Fuente: padrón municipal. CREM (2019).

4.2. La actividad agraria en el Campo de Murcia

Tradicionalmente, el Campo de Murcia, inmerso en el semiárido Sureste peninsular, ha sido un espacio de secano motivado por la falta de cursos permanentes de agua y de fuentes de gran aforo. En los años 80 del siglo XX, la llegada de las aguas del Trasvase Tajo – Segura permitió un regadío intensivo en las áreas más meridionales situadas dentro de la zona regable del Postrasvase (Lobosillo, Jerónimo y Avileses, Sucina, etc.). En 1967, del total del uso del suelo, las tierras labradas en secano en este territorio ocupadas con almendros y herbáceos, eran el 61,68 % y el regadío era menos del 3,40 % (Tabla 3).

Las pedanías con mayor superficie en cultivo eran las de Gea y Truyols, Corvera, Sucina y Los Martínez del Puerto. La mayor superficie de regadío correspondía a Jerónimo y Avileses y Balsicas de Arriba (1.024 ha de 1.601 ha, el 63,96 %). Entre los principales cultivos de secano sobresalían: almendro, cebada, olivar, algarrobo, avena y trigo. En el regadío, destacaban los cultivos de melón, haba, pimiento para pimentón, cebada y tomate. En el caso del Campo de Murcia, la mayor parte de las explotaciones son de tamaño medio y grande, es decir, de 20 ha y más. Sin embargo, en la Huerta de Murcia predominan, en cuanto a número, las pequeñas explotaciones e incluso las microexplotaciones de menos de 1 ha.

El cambio de cultivos fue posible, a partir de los años sesenta del siglo XX, por el papel de los pozos que alcanzan freáticos más profundos y permiten extender el regadío. Solo en las partes a mayor altitud al norte (que lo separan de la Huerta de Murcia) ha continuado el dominio del monte, terrenos que coinciden con el Parque Regional de Carrascoy y El Valle, y la ZEPA del Monte de El Valle y Sierras de Altaona y Escalona. La situación actual es de una agricultura regada orientada a cultivos permanentes como los cítricos, y bajo invernadero con horticultura, y una agricultura

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

itinerante en toda la posible área regable del Campo de Murcia, dedicada a productos hortícolas y plantas aromáticas. En el paisaje se distinguen las manchas verdes de los cítricos al aire libre, las estructuras de mallas e invernaderos, y los pequeños embalses donde se acumula el agua para riego a presión localizado. Se ha invertido la proporción de superficie dedicada a regadío y secano. En 2018, a herbáceos se destinó el 29,45 % de las tierras de cultivo, y a leñosos el 70,55 %. Como cultivos leñosos, en el secano tradicional predominan almendro y olivar, y en el regadío, limonero, mandarino y naranjo. Entre los hortícolas, sobresalen la lechuga, brócoli y alcachofa (sobre todo en la campaña de invierno) y melón y sandía para la de verano, todo en regadío (Tabla 4). Es decir, que en la actualidad casi un tercio de la superficie cultivada corresponde a secanos (32, 44 %) y más de dos tercios a regadío (67, 56 %). Como se ha apuntado anteriormente, son los núcleos rurales los que se benefician de la oferta de trabajo. Debido a que las distancias no son grandes y existen buenas comunicaciones, estos trabajadores agrarios extranjeros se sitúan en núcleos con abundantes servicios como El Palmar (Murcia) o Roldán (Torre Pacheco).

Tabla 3. Distribución de grupos de cultivos, en 1967, en las pedanías del Campo de Murcia (ha).

PEDANÍA / SUP. (ha)	FRUTAL REG.	HERBÁC. REG.	TOTAL REG.	FRUTAL. SEC.	HERBÁC. SEC.	TOTAL SEC.	OTROS*	TOTAL
Avileses y Balsicas de Arriba	-	1.024	1.024	1.140	490	1.630	256	2.910
Baños y Mendigo	-	-	-	594	1.330	1.924	1.555	3.479
Corvera	17	1	18	1.945	2.260	4.205	3.275	7.498
Gea y Truyols	4	35	39	3.420	4.785	8.205	3.713	11.957
Lobosillo	-	160	160	768	547	1.315	57	1.532
Los Martínez del Puerto	-	-	-	768	3.700	4.468	742	5.210
Sucina	40	217	257	1.480	1.502	2.982	2.961	6.200
Valladolises	7	96	103	952	1.800	2.752	20	2.875
TOTAL CAMPO DE MURCIA	68	1.532	1.601	11.067	16.414	27.481	12.579	41.660

*Otras superficies como caminos, urbanizaciones, etc.
Fuente: Ortuño, Guillén y Sánchez (1968).

Tabla 4. Principales cultivos según superficie en el Campo de Murcia en el año 2018.

CULTIVOS	SUPERFICIE			
	Secano		Regadío	
	ha	%	ha	%
Limonero	-	-	2.200	25,41
Almendro	1.473	17,01	240	2,77
Cereales de invierno	1.033	11,93	-	-
Mandarino	-	-	630	7,28
Naranjo	-	-	626	7,23
Melón	-	-	465	5,37
Olivar	298	3,44	347	4,01
Lechuga	-	-	232	2,68
Brócoli	-	-	225	2,60
Alcachofa	-	-	190	2,19
Nectarina	-	-	138	1,60
Otros	5	0,06	327	3,78
TOTAL	2.809	33,33	5.260	66,67

Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y Oficina Comarcal Agraria (OCA), 2018.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4.3. Desarrollos urbanísticos "resort" en el Campo de Murcia

A finales de siglo XX y primeros años del XXI, en el Campo de Murcia se proyectaron una serie de desarrollos urbanísticos de tipo golf-resort. Surgen por la demanda que se originó por parte de extranjeros, mayoritariamente comunitarios del norte y centro de Europa. Estos deseaban residir en un espacio cálido y luminoso, cercano a la costa y con buen equipamiento de servicios (especialmente sanitarios y ocio) a unos kilómetros por autovía. Los campos de golf, previstos en el Levante a partir del 2010, se caracterizan por estar vinculados (casi la práctica totalidad) a operaciones residenciales (sin perjuicio de algunos casos de resort hoteleros) (Figura 4).

Figura 4. Campo de golf en funcionamiento de Hacienda Riquelme, Sucina (a) y campo de golf abandonado en Mosa Trajectum, Baños y Mendigo (b)

Fuente: visita de campo, Bernabé-Crespo (2018).

La crisis económica que incidió en Europa y en España, especialmente desde 2008 a 2015, redujo el interés de extranjeros por la oferta que predominaba en urbanizaciones privadas, cerradas y vigiladas, y donde la mayoría tenía el campo de golf como oferta estrella. En el año 2018, de los 24 desarrollos urbanísticos proyectados (36.900.000 m^2, 26.943 viviendas y 18 campos de golf) (Tabla 5), solo se había completado un tercio de las superficies y de las viviendas y, eran funcionales tres campos de golf: El Valle Golf & Resort, Hacienda Riquelme y New Sierra Golf. Todos estos proyectos incluían la construcción de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) ante la polémica surgida por la competencia de usos de agua, avanzando hacia la sostenibilidad de estos campos de golf ya que eran regados con aguas residuales una vez regeneradas.

En el caso de las aguas regeneradas, la autoridad de cuenca puede destinar su concesión a un uso agrícola, ambiental o de ocio. Del total del volumen tratado en las EDAR presentes en el Campo de Murcia, cerca del 90 % de las concesiones autorizadas por la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) tienen como destino el riego de zonas verdes y campos de golf, mientras que algo más del 10 % se utilizan para el regadío (Tabla 6).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 5. Principales proyectos urbanísticos en el Campo de Murcia

DESARROLLOS URBANOS	PEDANÍA	SUPERFICIE (m^2)	VIVIENDAS	ESTADO
Residencial Puerto de la Cadena	Baños y Mendigo	516.744	650	Campo de golf no proyectado
El Valle Golf & Resort	Baños y Mendigo	1.100.000	789	Completado golf y residencial
Mosa Trajectum	Baños y Mendigo	3.600.000	1.500	Solo residencial, golf abandonado
Profusa Los Villares	Baños y Mendigo	1.722.700	1.000	En proyecto
Corvera Golf & Country Club	Corvera	Sin datos	1.000	Solo residencial, golf abandonado
Altos del Garruchal	Gea y Truyols	644.442	650	En proyecto
United Golf Resort (Los Cañares - La Tercia)	Gea y Truyols	Sin datos	Sin datos	Solo residencial, golf abandonado
Los Cañares	Gea y Truyols	740.999	900	En proyecto
La Tercia	Gea y Truyols	582.870	1.000	En proyecto
Resort Tres Molinos	Gea y Truyols	2.805.995	2.300	En proyecto
Hacienda del Pino	Gea y Truyols	1.409.500	975	Campo de golf no proyectado
La Loma Golf & Resort	Los Martínez del Puerto	550.000	403	No desarrollado
Solera El Trampolín	Los Martínez del Puerto	508.300	300	Campo de golf no desarrollado
Edén del Mar	Jerónimo y Avileses	3.252.300	3.000	En proyecto
New Sierra Golf	Jerónimo y Avileses	Sin datos	Sin datos	Parcialmente desarrollado residencial y golf
Finca Ochando	Sucina	3.446.933	2.900	Solo residencial, golf abandonado
Hacienda Riquelme	Sucina	1.345.000	1.864	Completado golf y residencial
Finca El Escobar	Sucina	5.000.000	3.000	En proyecto
Nuevo Milenio Golf	Sucina	599.600	900	En proyecto
Peysa Golf Mar Menor	Sucina	1.718.000	Sin datos	No desarrollado
Peraleja Golf Sucina	Sucina	3.200.000	1.300	Residencial parcialmente desarrollado, golf abandonado
Sucina Golf	Sucina	1.300.000	900	En proyecto
Residencial Sucina	Sucina	600.000	450	Campo de golf no desarrollado
Altos de Sucina	Sucina	2.265.200	1.162	En proyecto

Fuente: Aliaga (2008), Ayto de Murcia (2018), trabajo de campo y entrevistas con pedáneos y residentes (julio 2018).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 6. EDAR en el Campo de Murcia y volumen de agua regenerada (2018).

EDAR	VOLUMEN TRATADO (m^3)	AGRÍCOLA	GOLF	A CAUCE PÚBLICO A ESPERA DE CONCESIÓN
La Murta	15.764	-	-	100%
Baños y Mendigo	60.000	100 %	-	-
Mosa Trajectum	642.000	-	100 %	-
Finca El Escobar	12.000	-	100 %	-
Los Cañares-La Tercia	49.754	100 %		
El Valle	1.589.039	-	100 %	-
Corvera	113.945	100 %	-	-
Los Martínez del Puerto	32.000	100 %	-	-
Sucina	448.340	7,22 %	92,78 %	-
Casas Blancas	18.000	100 %	-	-
TOTAL CAMPO MURCIA	2.980.842	10,27 %	89,20 %	0,53 %

Fuente: Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia (EMUASA)
y Confederación Hidrográfica del Segura (CHS), 2018.

5. Discusión

El Campo de Murcia, desde el punto de vista poblacional, siempre se ha caracterizado por una débil densidad de población (30,47 hab/km^2 en la actualidad) en comparación con el resto del municipio (en la Huerta 884,02 hab/km^2). La inexistencia de corrientes de agua superficiales y continuas es, en parte, la explicación a esa escasez de pobladores desde antiguo. Las insuficientes e irregulares precipitaciones solo permitían una agricultura de secano de reducidos y aleatorios resultados, necesariamente apoyada por una ganadería de ovejas y cabras para adaptarse a los magros pastos disponibles. Esta economía "en precario" no permitía sino un débil poblamiento disperso y escasos pequeños agrupamientos de vecinos cercanos a puntos de emisión de agua. En las condiciones económicas preindustriales e igualmente con anterioridad al desarrollo de actividades terciarias, estas condiciones ambientales de semiaridez son las debilidades que, pese a un aprovechamiento de cuanto ofrecía el territorio, originó una escasa densidad de población en un precario equilibrio sostenible.

Los avances técnicos a los que acceden estos territorios a partir de mediados del siglo XX, van a dar inicio a una etapa de desarrollo socioeconómico cuando ya antes se había iniciado un abandono del poblamiento disperso. Abandono que no acabará, pero sí se frenará una emigración hacia otras regiones españolas e incluso al extranjero. La extracción de aguas profundas marca la expansión del regadío allí donde los caudales lo hacen rentable. Son transformaciones en el paisaje y en la economía campesina. Las dimensiones de las parcelas de propiedad, necesarias para subsistir en el secano, son óptimas para la implantación del regadío en una agricultura de la más moderna que se da en la región. Se cultivan cítricos, por influencia de la Huerta de Murcia, de donde a veces procede el capital necesario para la puesta en riego de estas tierras; porque existe un mercado que puede absorber en ese momento las producciones que se alcanzan con un sistema de cultivo experimentado y, en condiciones ecoambientales óptimas por las buenas temperaturas invernales y prácticamente ausencia de heladas.

El aumento de las producciones y caída de precios de estos frutales, sirvió para introducir otros cultivos en estos espacios. La llegada de las aguas del Trasvase Tajo – Segura, aunque circunscri-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

tas a un espacio limitado de esta área, supusieron las mayores transformaciones en regadío y la ampliación del cortejo de plantas cultivadas. Se impone una hortofruticultura que ocupa todo el año sucediéndose en el tiempo de acuerdo con el cambio de las temperaturas anuales, con clara orientación exportadora, que se produce a cielo abierto y bajo cubiertas de invernaderos.

La preferencia con relación a transformar el espacio hacia el regadío es significativa desde un punto de vista de rentabilidad económica, y que llevó a situaciones de buscar nuevas fuentes de abastecimiento, como son las aguas regeneradas y la desalación. Si en 1967 el secano representaba casi las dos terceras partes de la superficie cultivada, en la actualidad son los regadíos los que suponen más de las dos terceras partes de los espacios cultivados.

La inseguridad hídrica es una amenaza, a pesar de incrementar en estos años sus caudales disponibles con la extracción de aguas profundas, del Trasvase Tajo – Segura, aguas regeneradas y, por último, la desalación desde Valdelentisco. Las condiciones de escasez de lluvia, elevado número de días de sol (iluminación e insolación, más de 3 000 horas de sol al año) que eran "un castigo" para estas resecas tierras, con el agua llevada a pie de planta son los grandes hitos para el desarrollo agrario de este espacio. Son una fortaleza las condiciones térmicas de no existir un invierno climatológico (ningún mes registra temperaturas medias inferiores a 7 ºC), así como la topografía suave y favorable a la ocupación, que favorecen la agricultura de mercado y la aparición de urbanización del tipo "resort". Por otra parte, esto desarrolla una competencia entre los distintos usos del agua, agravados por las políticas electoralistas, que son una seria amenaza a esta agricultura de regadío y al otro pilar de la economía de estas tierras, que son las urbanizaciones con finalidad de ocio y relax.

La necesidad de mano de obra de unos cultivos que tienen un límite en su mecanización y que la necesitan puntualmente, hace el efecto llamada a una población inmigrante. Esas mismas características del medio físico en un momento de pertenencia a la Unión Europea, de seguridad política y social de la nación, de mejora de las vías y medios de transporte en una "Europa del bienestar" a la que pertenecemos, son las que originan la llegada de la población europea para una ocupación por ocio.

Los desarrollos económicos, en el sector primario y en el terciario, tanto por el turismo como por las actividades de servicios que derivan de la actividad agraria, hacen que el total de población aumente. Sin embargo, nada comparable con lo experimentado en núcleos de población cabeceras municipales cercanos e inmediatos. Es una oportunidad el reducido coste de un suelo de baja productividad, la cercanía al Mar Menor y al litoral en general, y las infraestructuras de transporte que permiten comunicar con los grandes centros de población y los mejores servicios. Pero, no para revertir la tendencia, por otro lado, mundial de asentarse donde los servicios son más y mejores.

La crisis socioeconómica que comenzó en 2008 tiene repercusión en un descenso de la población inmigrante laboral y paralizó el desarrollo y la ocupación de determinados resorts. Las pedanías con mayor superficie dedicada al cultivo han sufrido mayores fluctuaciones de población porque la oferta de trabajo agrícola es irregular. Aunque afectados por la crisis económica, los primeros desarrollos se han desenvuelto con éxito. La disponibilidad de agua condiciona también su mantenimiento, siendo la presencia de EDAR clave para su sostenibilidad ambiental y económica.

A pesar de la llegada de inmigrantes, no se ha visto aumentar de forma importante la densidad de población del campo murciano: trabajan en él, pero no habitan exclusivamente en él. En cuanto a

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

los inmigrantes de ocio, residenciales, sí habitan en las urbanizaciones construidas para cubrir su demanda y se nota en las pedanías en que se localizan, que pasan a ser las que concentran mayor población. Se puede decir que los inmigrantes laborales se asientan en los núcleos que le ofrecen una concentración de demandas para el trabajo de todo tipo, y se desplazan a trabajar. Además, incluso se asientan en núcleos litorales porque hay más oferta de casas para alquilar. Los inmigrantes noreuropeos viven en las urbanizaciones creadas para ellos y se desplazan ocasionalmente a núcleos de población mayores, sean del municipio de Murcia o inmediatos a su hábitat, pero para disponer de servicios que no poseen en el resort. El grupo de británicos parece no detenerse por el "Brexit", en el año 2014 se contaban 1.228 británicos y en el año 2018 sumaban 1.244 personas de este origen. En ambos casos, va a ser la inseguridad hídrica la que condiciona que aumente o no la población de este campo. Sí afecta a la agricultura y actividades derivadas, también lo hace a la construcción de nuevas urbanizaciones, pues el informe ambiental requiere tener asegurado el abastecimiento hídrico, y eso no lo estaba. Ahora se recurre a la desalación como complemento y en sequía hasta como "recurso estratégico".

Quizás en Corvera, por desarrollos relacionados con el Aeropuerto Internacional, se produzca una terciarización en los próximos años (el Ayuntamiento de Murcia ya ha ampliado el suelo industrial en la pedanía de Corvera), pero difícilmente cambiará el predominio agrario en el resto de las pedanías por la preponderancia del turismo sostenido por los resorts con campos de golf, u otras actividades deportivas al aire libre que puedan desarrollarse en la época invernal. Al igual que algunas empresas cosechero-exportadoras parecen optar por la deslocalización hacia otros lugares con recursos de agua (provincias de Albacete y Granada), incluso variando cultivos; los resorts no están frenados en su desarrollo, ya que recurren para el riego de campos de golf a la regeneración y para uso doméstico a la desalación.

6. Conclusiones

Explicar esas bajas densidades, ese débil aumento poblacional en comparación con otros lugares del municipio murciano o limítrofes, a pesar de los cambios económicos que hablan de riqueza y crecimiento, es conocer el desarrollo y mejora de las vías y medios de comunicación en este entorno. También la posibilidad de los individuos de acceso a esos nuevos medios de desplazamiento. Las distancias de esta llanura litoral, sin inconvenientes topográficas que las dificulten, están dentro de lo admitido por una sociedad postindustrial. No se superan los 30 km y menos de una hora de duración del desplazamiento de un extremo a otro. La mejora de las vías de circulación en número y calidad, no ha hecho sino sumar para que la tendencia de la población sea de localizarse en los núcleos mayores. Precisamente los que, por su crecimiento, tienen y siguen dotándose de más y mejores servicios. Esto a su vez se traduce en mayor oferta de viviendas, sea por compra o alquiler, de variedad de trabajos que no tienen que ser estacionales como lo es la agricultura, etc.

Las entrevistas nos ponen de manifiesto la importancia de la oferta de servicios. Los jóvenes están accediendo a las viviendas de los resorts, ofrecidas a buenos precios tras las consecuencias de la crisis en su demanda extranjera, porque ofrecen más y mejores servicios que las promociones urbanísticas de los asentamientos tradicionales.

La población inmigrante laboral, mayoritariamente marroquí, una vez el reagrupamiento familiar, ha ido concentrándose en los núcleos mayores, incluso fuera del ámbito del campo (caso de la pedanía de El Palmar, en la depresión prelitoral) en busca de la oferta de viviendas con unas

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

prestaciones en ellas y en el contexto que faciliten la vida a una familia con varios hijos. Colegio, sanidad, comercios, ayudas sociales, trabajo para las mujeres (servicio doméstico y atención a dependientes) son determinantes en su localización. La población inmigrante por ocio, mayoritariamente concentrada en los resorts, también buscan satisfacer sus necesidades en los asentamientos cercanos. Gastronomía, sanidad, comercio, ocio, los dirigen a esos pueblos y favorecen su mantenimiento. El disperso tradicional se ha reducido desde la segunda mitad del siglo XX, lo que permanece está con frecuencia explicado por la cercanía a una vía de comunicación y a núcleos poblacionales en crecimiento.

El establecimiento de nuevas actividades industriales o de servicios, a favor de las comunicaciones desarrolladas, sería más favorable. Otros cambios reseñables son las nuevas actividades terciarias y logísticas en torno a la A-92 o el impacto creciente de las actividades de ocio. La mejora en los servicios de transporte, unido a las condiciones ambientales de este espacio podrían ser un valor para el desarrollo de nuevas empresas (agroindustria, tecnológicas, hostelería), que pueden aprovechar ciertos espacios ya construidos. Es una realidad el Aeropuerto Internacional de la Región de Murcia "Juan de la Cierva" en Corvera, que mejorará la accesibilidad del Sureste español, aunque está por ver su repercusión futura. Pero tampoco puede asegurarse que la población se asentará en el Campo de Murcia en vez de en las cabeceras municipales que se localizan a menos de treinta minutos de desplazamiento.

Asegurar y diversificar el abastecimiento hídrico es la seguridad en el mantenimiento de la economía existente, y de ahí a seguir con la población que hay, en incluso ver cierto aumento según esa pirámide de edades, siempre que se mantenga el comportamiento natalista, sobre todo de la población extranjera (inmigración laboral). En definitiva, un área de baja densidad de población por la estructura de su actividad económica y las formas de asentamiento en unas condiciones de mejora en las vías y medios de comunicación.

7. Bibliografía

- Abad, E., Flores, C. & Sánchez, P. (1970). *Trasvase y ordenación agrícola y ganadera.* Murcia: Hermandad Sindical de Murcia. 187 p.
- Aliaga, I. (2008). Nuevos desarrollos urbanísticos en el Campo de Murcia. Implicaciones territoriales y planeamiento municipal. *Papeles de Geografía, 47-48,* 5-24.
- Aparicio, M.T., Ayuda, M.I., Nievas, J. & Villanúa, I. (2009). Proyecciones de población para las comarcas aragonesas. En: V. Pinilla & L. A. Sáez, *Tendencias recientes en la evolución de la población de las comarcas aragonesas. El problema de las comarcas demográficamente regresivas (2000-2007) (pp. 89-130).* Zaragoza: CEDDAR.
- Avallone, G. & Ramírez-Melgarejo, A. J. (2017). Trabajo vivo, tecnología y agricultura en el Sur de Europa. Una comparación entre la Piana del Sele en Salerno (Italia) y la Vega Alta del Segura en Murcia (España). *AGER, Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, 23,* 131-161.
- Cejudo, E. & Navarro, F. A. (2019). Despoblación y transformaciones demográficas de los territorios rurales: los casos de España, Italia y Francia. *Perspectives on Rural Development, 3* (Número monográfico sobre despoblación). Universitat del Salento.
- Cejudo, E., Navarro, F.A. & Camacho, J.A. (2017). Perfil y características de los beneficiarios finales de los Programas de Desarrollo Rural en Andalucía. LEADER+ y PRODER2 (2000-2006). *Cuadernos Geográficos, 56 (2),* 155-175.
- Díaz-Cassou, P. (1889). *La Huerta de Murcia. Ordenanzas y costumbres*. Reedición facsimed 2005. Valencia: Editorial MAXTOR. 157 p.
- Gil-Meseguer, E. (2006). Los paisajes agrarios de la Región de Murcia. *Papeles de Geografía, 43*, 19-30.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Gil-Meseguer, E., Martínez-Medina, R. & Gómez-Espín, J. Mª (2012). Nuevos pobladores en el Campo de Murcia. *XVI Coloquio de Geografía Rural Colorural.* Sevilla, 125-134.
- Gil-Meseguer, E. & Gómez-Espín, J. Mª (2014a). Los paisajes rurales del Campo de Cartagena-Mar Menor. Del riego itinerante a la factoría bajo cubierta. *Atlas de los paisajes agrarios de España. Tomo II.* Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 543-552.
- Gil-Meseguer, E. & Gómez-Espín, J. Mª (2014b). El paisaje de la Huerta de Murcia. La pérdida de un paisaje rural periurbano de escaso valor económico, pero de alto valor patrimonial. *Atlas de los paisajes agrarios de España. Tomo II*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 533-542.
- Gil-Meseguer, E. & Gómez-Espín, J. Mª. (2015). Cambios en la ordenación territorial del Bajo Almanzora auspiciados por los trasvases Tajo-Segura y Negratín-Almanzora. *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. AGE y Universidad de Zaragoza. Zaragoza. 139-147.
- Gómez-Espín, J. Mª., Gil-Meseguer, E., García-Martínez, P.J. & Almela-Pérez, R. (2014). *El dinamismo del regadío de Pulpí*. Murcia: Comunidad de Regantes de Pulpí. 222 p.
- Grindlay, A. L. & Lizárraga, C. (2012). Regadío y territorio en la Región de Murcia: evolución y perspectivas de futuro. *Ciudad y Territorio: Estudios territoriales, 172,* 281-298.
- José-Pazo, A. & Moragón, M. P. (2018). El despoblamiento en Galicia: la visualización de la catástrofe. *AGER, Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, 24,* 123-154.
- Leco, F., Pérez, A. & Mateos, A. B. (2017). Crisis demográfica en la Extremadura rural: valoración a través de los Grupos de Acción Local (2007-2014). *Cuadernos Geográficos, 56 (1),* 76-100.
- Madoz, P. (1850) (Reedición 1989). *Diccionario geográfico-estadístico histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Consejería de Economía, Industria y Comercio de la Región de Murcia. 200 p.
- Martínez, R., Gil, E. & Gómez, J. Mª (2007). *La inmigración en el poblamiento de la Región de Murcia.* Murcia: Editum. 186 p.
- Molinero, F. (2019). El espacio rural de España. Evolución, delimitación y clasificación. *Cuadernos Geográficos, 58 (3),* 19-56.
- Molinero, F. & Alario, (2019). Ante el reto de la despoblación de la España interior y sus diferencias regionales. *Perspectives on Rural Development, 3*, 41-70.
- Navarro, J. R. & Ortuño, A. (2010). Impacto de los campos de golf en Levante. *Ciudad y Territorio: Estudios territoriales, 163,* 35-48.
- Ortuño, A., Guillén, M. G. & Sánchez, J.A. (1968). *La agricultura murciana: sus problemas y soluciones.* Murcia: Hermandad Sindical de Murcia. 208 p.
- Pérez, A., Leco, F. & Barrientos, G. (2012). *Población y despoblación en Extremadura.* Gobierno de Extremadura. GEDERUL. 240 p.
- Rullán, O. (2011). La regulación del crecimiento urbanístico en el litoral del Mediterráneo español. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, 168,* 279-297.
- Sáez, L. A., Ayuda, M. I. & Pinilla, V. (2016). Pasividad autonómica y activismo local frente a la despoblación en España: el caso de Aragón analizado desde la Economía Política. *AGER, Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, 21*, 11-41.
- Sánchez, L. M. (2015). Los problemas de la planificación y el desarrollo territorial en la comarca de Tabernas (Almería*). AGER, Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, 19,* 147-180.
- Sánchez, L. M. (2017). Enclavamiento y desarrollo territorial en la comarca del Almanzora (Almería). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 37(2)*, 445-467.
- Serrano, J. Mª (2004). Pautas de crecimiento de la población en la Región de Murcia, 1975-2004. Dinamismo y debilidades. Algunas consideraciones. *Papeles de Geografía, 40,* 151-171.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Sobre los/as autores/as

Encarnación Gil-Meseguer
Profesora Titular de Análisis Geográfico Regional en la Universidad de Murcia. Líneas de investigación: Trasformaciones paisajísticas por los usos del agua en el territorio. El medio físico del Sureste de España y sus repercusiones en aprovechamientos y actividades humanas. Flujos migratorios en la Región de Murcia y su problemática. Cuenta con seis quinquenios de docencia, tres sexenios de investigación y uno de transferencia de conocimiento Miembro de la Asociación Española de Geografía, Asociación de Ciencia Regional y del Panel de Expertos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia frente a las inundaciones.

Miguel Borja Bernabé-Crespo
Doctor en Geografía con Mención Internacional y Cum Laude por la Universidad de Murcia. Research Visiting Scholar en University of California Santa Barbara (EEUU) y MacquarieUniversity (Sídney, Australia). Investigador predoctoral FPU (MECD) en Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. Premio Extraordinario Fin de Grado. Miembro del Grupo de Investigación GAPT: E0A5-03 "Cambios ambientales, transformación del paisaje y ordenación del territorio". Sus líneas de investigación incluyen las relacionadas con el abastecimiento de agua en medios semiáridos; paisajes y patrimonio militar; estudios estratégicos y geopolítica.

José María Gómez-Espín
Catedrático de Análisis Geográfico Regional en la Universidad de Murcia. La actividad investigadora se ha orientado en las líneas: Repercusiones espaciales y socioeconómicas de la producción y distribución de productos agropecuarios. Y en las transformaciones paisajísticas por los usos del agua en el territorio. Ha realizado más de ciento ochenta publicaciones científicas entre artículos de revistas especializadas, capítulos de libro, y libros. Cuenta con seis quinquenios de docencia, cinco sexenios de investigación, y uno de transferencia. Ha dirigido varios proyectos y contratos de investigación competitivos. Forma parte como experto geógrafo de la Junta Rectora del Parque Regional de El Valle–Carrascoy, del Consejo Social de Política Territorial de la CARM., y del Comité Asesor Regional del Agua (CARA).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9519

Observación espacial y análisis de la relación entre las emisiones atmosféricas de CO_2 y el tamaño de las ciudades en Chile

Marcela Antonia Seguel Aburto [1] | Horacio Samaniego [2]

Recibido: 06/06/2019 | Aceptado: 10/09/2019

Resumen

Las tasas de crecimiento urbano han tenido un desarrollo explosivo impactando fuertemente el sistema de soporte vital de nuestro planeta, por lo que medir y comprender la relación entre el crecimiento urbano y las tasas de emisiones de gases de efecto invernadero resulta esencial para asegurar la sustentabilidad de los ambientes donde vivirá el 67% de la población mundial en el año 2050. Este artículo busca, por un lado, establecer la posibilidad de evaluar emisiones a partir de fuentes independientes a la fuente emisora y por otro, describir la relación entre emisiones de CO_2 y el tamaño del sistema de ciudades de Chile. Para ello, se caracterizaron las emisiones de CO_2 y sus anomalías para Chile continental utilizando sensores remotos (OCO-2). Se evaluó además la relación bivariada entre emisiones de CO_2 declaradas en los inventarios locales del RETC e indicadores de desarrollo urbano de 20 ciudades chilenas. Si bien es posible estimar las emisiones de CO_2 a partir de sensores remotos a escala regional, la baja de resolución y cobertura espacial de datos válidos capturados por el satélite limita la asociación de emisiones al ambiente urbano en Chile. Sin embargo, los datos declarados en RETC muestran que las emisiones a nivel de ciudad presentan una relación sublineal para las tres variables consideradas: Población (β=0,89; r^2=0,73), Área urbana (β=0,99; r^2=0,74) y PIB (β=0,68; r^2=0,55). Estos resultados coinciden con descripciones en la literatura, y sugieren que las emisiones de CO_2 en ciudades de tamaño creciente está asociada a economías de escala en la que los habitantes de una ciudad comparten los costos de emisión, producto de una mayor eficiencia en el uso de la infraestructura y los servicios a medida que la ciudad crece en población, área y producción. Lo que se traduce finalmente en menores tasas de emisión per cápita.

Palabras Clave: Urbanización; Sostenibilidad; Emisiones; Sistemas Complejos; Escalamiento

Abstract

Spatial observation and analysis of the relationship between atmospheric CO2 emissions and the size of cities in Chile

Urban growth rates have had an explosive development strongly impacting our planet's life support system. Therefore, measuring and understanding the relationship between urban growth and greenhouse gas emission rates is essential to ensure the sustainability of the urban environment. More so if we acknowledge that 67% of the world's population will live there by 2050. This article seeks, on the one hand, to establish the possibility of evaluating emissions from independ-

1. Universidad Austral De Chile, marxcelantonia@gmail.com
2. Laboratorio de Ecoinformatica. Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales. Universidad Austral de Chile, horacio@ecoinformatica.cl

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

ent sources and, on the other, to describe the relationship between CO_2 emissions and the size of urban systems in Chile. CO_2 emissions and their anomalies for continental Chile were characterized using remote sensors (OCO-2). The bivariate relationship between CO_2 emissions declared in the local inventories of the Pollutant Emissions and Transfer Registry (RETC in spanish) and urban development indicators of 20 Chilean cities was also evaluated. Although it is possible to estimate CO_2 emissions from remote sensors on a regional scale, the low resolution and spatial coverage of valid data captured by the satellite limits the association of emissions to urban environments in Chile. However, the data declared in RETC show that emissions at the city level present a sublinear relationship for the three variables considered: Population (β=0.89; r^2=0.73), Urban area (β=0.99; r^2=0.74) and GDP (β=0.68; r^2=0.55). These results coincide with descriptions available in the literature, and suggest that CO_2 emissions in cities of increasing size are associated with economies of scale in which urbanites share emission costs, as a result of greater efficiency in the use of infrastructure and services as the city grows in population, area and production. This ultimately translates into lower per capita emission rates.

Keywords: Urbanization; Sustainability; Emissions; Complex Systems; Scaling

1. Introducción

Actualmente, las áreas urbanas albergan a más de la mitad de la población mundial (United Nations, 2012) y se espera que esta proporción aumente al 67% para el 2050 (UN-Habitat, 2013). Producto de su alta densidad de población, las ciudades son reconocidas como centros de conocimiento, creatividad e innovación. Sin embargo, también son responsables de ¾ partes de las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) y representan la fuente dominante de emisiones de dióxido de carbono (CO_2). Este es el GEI de mayor importancia por su rol en la regulación del clima sobre la tierra (Hammer et al., 2011) y cuyo incremento en la atmósfera está asociado principalmente a la generación de fuentes de energía y a la transformación de paisajes naturales (Seto y Satterthwaite, 2010; Hutyra et al., 2014).

Las proyecciones de urbanización mundial sugieren que al 2030 la población urbana alcanzaría 1,35 mil millones de personas (United Nations, 2012) ocupando una extensión de más de 1,2 millones de km^2, equivalente al tamaño de Sudáfrica (Seto et al., 2012). Este crecimiento y urbanización de la mayor parte de la población mundial demandará de una gran cantidad de materia y energía para la construcción y mantenimiento de las funciones urbanas. Además, la generación de desechos, la contaminación de cursos de agua, suelos y las emisiones hacia la atmósfera afectará directamente a la productividad de ecosistemas, con la consecuente pérdida de hábitat, biomasa y almacenamiento de carbono con un gran impacto sobre la biodiversidad y el sistema de soporte vital del planeta (Seto y Satterthwaite, 2010; Hutyra et al., 2014).

Ya en la primera década del presente siglo XXI, el 85% de las necesidades energéticas del mundo son cubiertas por combustibles fósiles (principales emisores de GEI) y se presume que la demanda energética seguirá aumentando, producto del modelo económico actual basado en el crecimiento (Estenssoro, 2010). En este proceso, las áreas urbanas son las principales consumidoras de energía. En donde el tamaño de una ciudad determina el consumo de energía necesaria para mantener las infraestructuras e impulsar las actividades económicas (Luck et al., 2001), aportando así a la generación de mayores tasas de emisiones antropogénicas de GEI. Este proceso de transformación de energía, materiales y sus efectos (i.e. emisiones) en la ciudad ha sido analizado desde los años sesenta bajo el concepto de "metabolismo urbano" (Wolman, 1965). En este es-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

fuerzo se han hecho claras analogías con los organismos vivos con importantes contribuciones para profundizar en la comprensión de los fenómenos urbanos que caracterizan a las ciudades y afrontar los desafíos sociales, ambientales y energéticos del próximo siglo (Folke et al., 1997; Decker et al., 2000; Brunner y Rechberger, 2002; Bettencourt et al., 2007).

Para comprender cómo las ciudades están influyendo en el entorno, es esencial entender que ellas no sólo representan lugares o espacios físicos, sino que son finalmente producto de la interacción entre personas y entre éstas con el espacio físico en que se desarrollan. Resulta útil entonces proponer el estudio de las ciudades a partir de la teoría de los sistemas complejos (Batty, 2008; Batty, 2013; Bettencourt, 2013; Fragkias et al., 2013; Gudipudi, 2017; Rybski et al., 2017). Desde esta disciplina, es posible definir a las ciudades como un conjunto de redes con interacciones complejas que surgen de la dinámica por la que sus habitantes e instituciones se relacionan. Esta formalización permite además visualizar el ambiente urbano como una aglomeración emergente. Esto es, una agrupación de individuos cuyas interacciones mediada por procesos no lineales en un espacio físico, social y organizacional adquiere propiedades emergentes imposibles de describir a partir de los procesos individuales que las generan. Estas características de los sistemas urbanos son, por lo demás, comunes a otros *sistemas complejos*, con un funcionamiento que depende de factores sociales, ambientales y de infraestructura, a su vez moldeada por componentes geográficos, culturales y políticos (West, 2017).

Esta aproximación ha puesto en perspectiva la sostenibilidad de los sistemas urbanos, enfatizando en la necesidad de una adecuada comprensión científica de los procesos asociados al crecimiento urbano como de las repercusiones de éste, particularmente la relación entre el tamaño de la población urbana y las emisiones que éstas generan. Con este fín, interesa desarrollar teorías integrales basadas en evidencias empíricas que mejoren la comprensión de la organización y las dinámicas sociales que ocurren en las ciudades. Es esencial, en últimos términos, generar políticas de gestión adecuadas y efectivas que modifiquen las trayectorias de crecimiento, si buscamos reducir los actuales patrones de emisiones urbanas de CO_2 (Bettencourt et al., 2007; Glaeser y Kahn, 2010; Fragkias et al., 2013; Hutyra et al., 2014), puesto que hemos superado la capacidad del planeta para mantener las actuales tasas de desarrollo socioeconómico (Goodland, 2003; Brown et al., 2011; Burger et al., 2012). Por lo tanto, la sostenibilidad de los sistemas urbanos depende estrechamente de estas interacciones complejas. Considerar las múltiples e interdependientes facetas que cambian en una amplia gama de escalas (i.e. infraestructura, emisiones, tasas de actividad socioeconómica u otros) requiere el desarrollo de metodologías de análisis que puedan dar cuenta de sus propiedades medias y emergentes. En particular, exige visualizar las ciudades como un conjunto de relaciones comunes a todos los sistemas urbanos, para identificar y jerarquizar los procesos que revelarán a aquellos que gobiernan su dinámica (Louf y Barthelemy, 2014).

Recientemente, varios autores han propuesto abordar el estudio de los sistemas urbanos a partir de una analogía con la ley de Kleiber (Naroll y Von Bertalanffy, 1956; Nordbeck, 1971), una ley de potencia empírica que describe la relación alométrica (i.e. una desviación de la relación isométrica) entre la tasa metabólica de un organismo y su masa (Kleiber, 1947). Aunque sugerida por Pumain en 2004 (Pumain, 2004), esta propuesta es formulada por Bettencourt et al. (2007) con la proposición de que la mayoría de los indicadores urbanos pueden describirse por la siguiente relación de potencia: $Y(t) = Y_0(t)N(t)^{\beta}$, que transformada a una relación usando logaritmos es: $logY(t)=Y_0(t)+\beta logN(t)$. Aquí, $Y(t)$ y $N(t)$ representan el indicador o propiedad urbana (e.g. emisiones urbanas de CO_2) y el tamaño de la ciudad, medido por su número de habitantes, en un tiempo *t*. $Y_0(t)$ es una constante de normalización y el exponente β, también llamado elasticidad,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

caracteriza la naturaleza de la relación. Según esta propuesta, es posible clasificar la elasticidad en 3 regímenes, donde:

- $\beta<1$, representa una condición en que el indicador urbano crece a medida que lo hace el tamaño de la ciudad siguiendo un régimen sublineal, llamado *economía de escala* en economía. Bettencourt et al. (2007) proponen que, en analogía con el escalamiento metabólico en organismos, esta situación deriva usualmente de un proceso de optimización que aumenta la eficiencia asociadas a la infraestructura a gran escala y los servicios (e.g. superficie ocupada por carreteras, longitud del cableado eléctrico, etc). Esto redunda en que en ciudades de mayor tamaño se requiere un menor número de personas (N) para la propiedad urbana estudiada (e.g. emisiones de CO_2), pues el costo de producir dicha propiedad es compartido entre los individuos (N) lo que se traduce en una mayor eficiencia; un comportamiento deseable cuando la propiedad urbana en estudio resulta ser las emisiones antropogénicas de CO_2;
- $\beta>1$, representa un régimen superlineal donde se produce un exceso de la propiedad urbana, asociado a la naturaleza intrínsecamente social de las ciudades y no tiene equivalente en biología (Bettencourt et al., 2007). Aquí el crecimiento del indicador experimenta un aumento per cápita con el tamaño de la población. Esto se traduce en una mayor productividad y calidad de vida (e.g. desarrollo tecnológico, ingresos, conocimiento y creatividad, etc.) (Pumain et al., 2006); y finalmente,
- $\beta\cong1$, donde se describe un régimen lineal, isométrico, asociado con las necesidades individuales de las personas y representa un aumento proporcional y constante de los indicadores urbanos con la población (e.g. número de trabajos, viviendas, consumo de agua, etc.)

Esta aserción no ha estado exenta de críticas, las principales pueden asociarse a 3 tipos de argumentos, el primero de ellos, está relacionado con la dificultad para identificar la unidad mínima de estudio y abordar la naturaleza de los espacios urbanos. En efecto, resultados recientes muestran una significativa variabilidad del exponente de escalamiento según el criterio usado para definir el límite urbano. Este argumento tiene particular relevancia al momento de definir las fronteras ficticias usualmente aplicadas a, por ejemplo, la población mínima requerida para clasificar como urbana una aglomeración de población en el caso de los países subdesarrollados o como un espacio funcional con interacciones económicas relevantes, como sucede en países desarrollados de Europa (Oliveira et al., 2014; Arcaute et al., 2015; Cottineau et al., 2017). El segundo tipo de argumento invoca dificultades puramente estadísticas para identificar inequívocamente el régimen de escalamiento. La existencia de distintas maneras de modelar el error en la estimación de la relación, exponen cierta inconsistencia en los tipos de indicadores y su régimen de escalamiento, por ejemplo, la asignación de un régimen superlinear a propiedades super-creativas, por tanto, el ajuste del modelo usando el método de mínimos cuadrados no parece ser adecuado para concluir la existencia de una escala diferente a la isométrica (Leitão et al., 2016). El tercero, se asocia a las dificultades para recrear estas relaciones a partir de los datos longitudinales. Este argumento tiene como fundamento la evolución temporal de cada ciudad a medida que crece su población, lo que se vería reflejado en variaciones en el valor del exponente de escalamiento a través del tiempo (Pumain et al., 2006; Depersin y Barthelemy, 2018). Por último, un contraargumento que pareciera fundamental proviene de la literatura económica. En ella se descarta la utilidad del escalamiento urbano, invocando inconsistencias en el supuesto de ortogonalidad entre población e indicador urbano y los agentes que rigen dichos procesos (Thisse, 2014). Esto pareciera tener más relación con diferencias de paradigmas y evidencias diferentes de aproximación entre las dos escuelas de pensamiento: la de economía y la física.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

A pesar de esto, es interesante notar que ninguno de estos argumentos niega la existencia de esta relación. Es más, la literatura claramente indica que, cuando estas relaciones empíricas se expresan, les subyace una razón específica y común a todos los componentes del sistema bajo estudio (Barenblatt, 2003; Batty, 2005; Barthelemy, 2016). Sin embargo, queda claro que la existencia de leyes de escalamiento induce a representaciones simplificadas de los sistemas urbanos, que muchas veces omiten aspectos claves de las complejidades económicas que constituyen los sistemas urbanos (Keuschnigg et al., 2019). En la práctica, se ha utilizado como una simplificación extremadamente útil para la comprensión de sistemas biológicos (West y Brown, 2005) lo que ha permitido evaluar las dinámicas de indicadores biológicos y urbanos (Samaniego y Moses, 2008; Alves et al., 2015). Sin embargo, la utilización de estas reglas de escalamiento genéricas para explicar indicadores urbanos ha llevado también a confusión respecto a la forma de aplicar este método para medir el rendimiento de una ciudad en cuanto a, por ejemplo, sus emisiones de CO_2 (Fragkias et al., 2013; Louf y Barthelemy, 2014; Oliveira et al., 2014). Por lo tanto, identificar el régimen correspondiente para explicar indicadores urbanos requiere además de una adecuada conceptualización de ciudad. Así como de datos certeros que sean sometidos a altos estándares científicos, que permitan inferir dinámicas subyacentes en el camino hacia el desarrollo sostenible de las ciudades (Hutyra et al., 2014).

Los sistemas humanos complejos como las ciudades, así como los países, dependen además de los intercambios con un entorno más amplio, como son las redes de comercio y comunicación que integran la economía global. Esta dinámica incluye el transporte de personas, organismos, energía, materiales e información, lo que también potencia una mayor producción de desechos más allá de los límites de las ciudades, desafiando aún más la sostenibilidad global (Burger et al., 2012). Las redes terrestres de monitoreo de gases de efecto invernadero proporcionan un registro preciso de la acumulación de este gas en la atmósfera, pero muchas veces no tienen la resolución ni cobertura necesaria para identificar y/o cuantificar áreas fuentes y sumideros de CO_2 a escalas regionales, a esto se suma el hecho de que los inventarios de emisiones ascendentes en muchas de las megaciudades del mundo todavía son bastante inciertos, particularmente en los países en desarrollo (Beirle et al., 2011). Para resolver esto, se han perfeccionado las mediciones basadas en el espacio o descendentes. El Observatorio de Carbono en Órbita 2 de la NASA, u OCO-2 es un satélite diseñado para estudiar el ciclo global del carbono con la sensibilidad, precisión, resolución y cobertura necesarias a escalas regionales. Esto representa, sin duda, un aporte para el monitoreo del CO_2 y otros GEI, que debiera permitir clarificar la dinámica del CO_2 en el actual escenario de cambio climático (Frankenberg et al., 2014; Crisp, 2015; Hakkarainen et al., 2016; Nassar et al., 2017). Una combinación de diferentes sistemas de observación (e.g. teledetección, sensores remotos, estudios socioeconómicos, ecosistémicos, etc.) son igualmente necesarios en la detección de fenómenos globales (e.g. aumento en las emisiones de CO_2), la evaluación de su impacto en los ecosistemas, la detección de anomalías y respuestas a las perturbaciones de estos (Duarte et al., 2006). Permitiendo priorizar políticas de sostenibilidad y urbanización que apunten a reducir las emisiones de CO_2 y de otros GEI, haciendo que el uso de la energía urbana sea más sostenible (Rosales y Worrell, 2018).

Finalmente, en este mismo escenario, los gobiernos han enfocado sus esfuerzos en limitar las emisiones de éste y otros GEI por medio de acuerdos internacionales como lo fue el Acuerdo de París o COP21 (21ª Conferencia de las Partes) de la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático) celebrada en noviembre de 2015, donde más de 150 naciones se comprometieron de forma voluntaria a ratificar el acuerdo con el objetivo de tomar medidas para limitar el aumento de la temperatura media posindustrial por debajo de los 2°C (3,6

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

grados Fahrenheit) y así evitar impactos irreversibles (CMNUCC, 2015). Chile, como país miembro de la convención, ha desarrollado el INGEI (Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero) a cargo del Comité Nacional de Cambio Climático (creado en 1996 posterior a la cumbre de Río de Janeiro) con objeto de informar el estado de sus emisiones ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, como el mecanismo principal para evaluar su progreso en cumplimiento de los compromisos adquiridos. Este inventario agrupa a los sectores económicos asociados a la generación de emisiones o absorciones de GEI en todo el territorio nacional y forma una base de datos con información periódica sobre las emisiones y transferencias al medio ambiente de contaminantes en el RETC (Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes). Este último registra todas las sustancias químicas potencialmente dañinas, y las clasifica en emisiones de contaminantes desde fuentes fijas o puntuales (e.g. industrias) y fuentes móviles o difusas que en su desplazamiento emiten contaminantes (i.e. transporte). Esto aporta un marco de referencia para el monitoreo del cumplimiento de las normativas, tanto primarias como secundarias vigentes, que permite su monitoreo a través del tiempo. El establecimiento de esta infraestructura de datos de acceso público permite a la vez su análisis para investigación y para mejoras en la gestión y toma de decisiones necesarias para desarrollar lineamientos y/o normativas que mejoren las políticas públicas en materia socioambiental (CONAMA, 2007).

En este documento, examinamos la relación entre el tamaño de la población de las ciudades chilenas y las emisiones de CO_2 utilizando datos del RETC, caracterizamos también la distribución espacial de emisiones de CO_2 en Chile medidas a través de sensores remotos (OCO-2).

2. Metodología

2.1. Extracción y manejo de datos de XCO_2 de OCO-2

Para caracterizar la distribución espacial de las emisiones de CO_2 en Chile a través de sensores remotos, se utilizaron datos de concentración (ppm) de CO_2 (en adelante XCO_2) del Observatorio de Carbono en Órbita 2 u OCO-2. Estos fueron obtenidos desde la plataforma de la Nasa (MIRADOR), donde se descargaron desde los últimos archivos *Lite* reprocesados (7r) desde septiembre 2014 a noviembre 2017. Los datos fueron tratados en *R* (versión 3.4.4), para seleccionar sólo aquellas observaciones de mayor calidad (XCO_2_*quality flags* = 0) y con niveles de advertencia (*WL*) menores a 15 (0 a 19, los valores bajos indican datos de mayor calidad). Posteriormente en un Sistema de Información Geográfico (*Qgis* versión 2.18), se creó un *buffer* de ~0,5 grados sobre el límite nacional, para luego eliminar todas las observaciones realizadas por el sensor fuera de este límite. Con la información de XCO_2 ya extraída para el límite definido, se generó una matriz donde se utilizó la metodología desarrollada en Hakkarainen et al. (2016) para aislar áreas de contaminación y caracterizar las anomalías de las emisiones de CO_2 (ppm). Así, se incluyó a la matriz el valor de la anomalía de las observaciones de XCO_2 para los 4 años, calculada a partir de la mediana diaria descontada a las observaciones individuales como se expresa en la siguiente ecuación:

$$XCO_2\ (anomalía) = XCO_2\ (individual) - XCO_2\ (mediana\ diaria)$$

De esta forma se logra simultáneamente desestacionalizar y eliminar las tendencias existentes en los datos, reduciendo también el efecto de la distribución espacial de los sondeos y los sesgos asociados a la escala regional, por ejemplo, la latitud. Para la representación espacial de las observaciones individuales, se utilizaron cuadrículas con diferente resolución: una de 50X50 km

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

para un análisis general a nivel de región (i.e. Chile continental) y una de 25X25 km, resolución más fina que permite identificar áreas de emisión aisladas (e.g. ciudades). A estas cuadrículas se sobrepuso la capa de limites censales de 2017 de las principales ciudades chilenas para su respectiva identificación espacial. Por último, se eliminaron las celdas de la cuadrícula cuyo número de sondeos de OCO-2 dentro de esta fuera menor de 10, para así representar mejor las mediciones realizadas por OCO-2 y promediar el valor de las anomalías (>10 sondeos) por cada cuadrícula.

2.2. Extracción y manejo de datos de sistemas de observación locales

Para analizar las emisiones de CO_2 provenientes del RETC y su relación de escalamiento con el tamaño de las ciudades chilenas, se generó una base de datos con diferentes variables resumidas en el Tabla 1. Para iniciar, se tomó la capa de áreas censales del país correspondientes al censo de 2017; esta capa contempla los espacios urbanizados por comuna, que fueron conectados entre sí para conformar las conurbaciones, definidas por el Observatorio Urbano del MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo). A esto se sumaron los datos de población a cada ciudad mayor a 10 000 habitantes, según el censo de población de 2017 (INE, 2017) y la respectiva proporción del PIB (Producto Interno Bruto) regional, obtenido desde la plataforma del Banco Central de Chile para los 3 años. Siguiente a ello, se agregaron las emisiones *in situ* (ton/año) declaradas por las ciudades según el RETC para los años 2014, 2015 y 2016, que incluye valores de emisiones desde fuentes puntuales para 119 ciudades y desde fuentes difusas por transporte en ruta para 21 ciudades, así como las correspondientes al consumo residencial de leña para 118 ciudades.

Tabla 1. Resumen de variables en estudio.

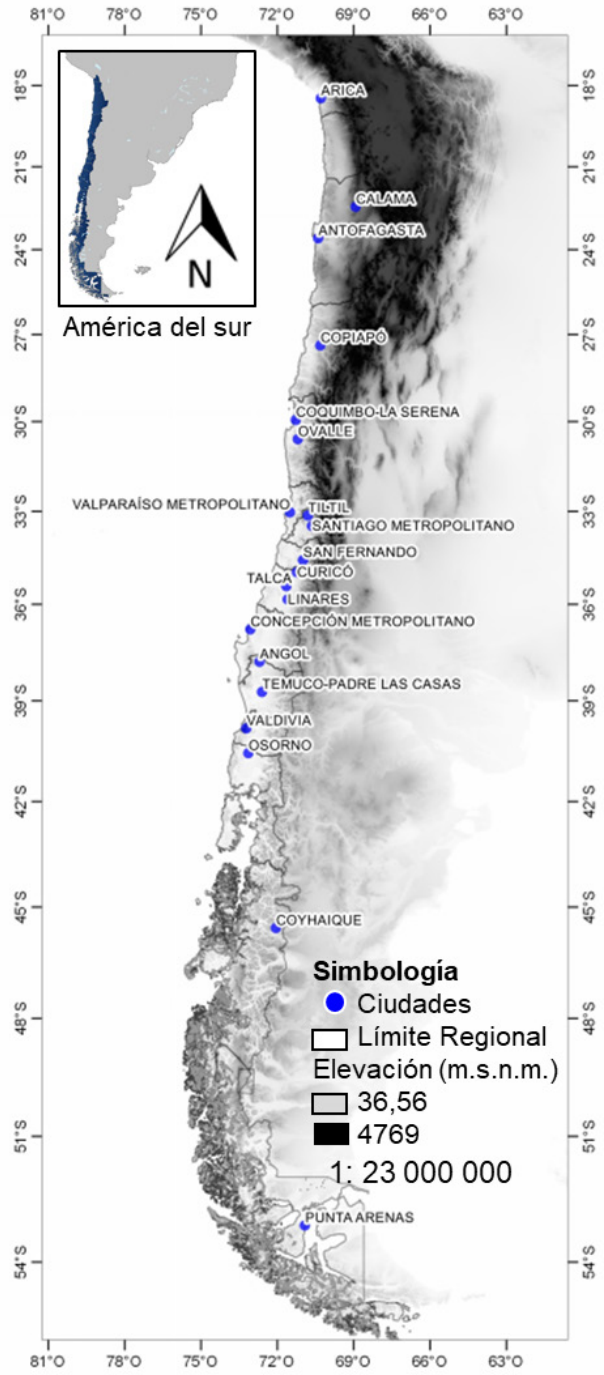
Descriptores de las ciudades	Unidad	Valores de emisiones de CO_2	Unidad
Población	individuos	Ton/año	Ton/año
Área	km^2	XCO_2 (media de las anomalías)	ppm
PIB	$ (miles de millones de pesos)	Sondeos	Unidad

Fuente: elaboración propia

Con esta información, se evaluó la relación entre emisión y tamaño (i.e. medido por su población). Siguiendo procedimientos estándar en la literatura, se construyeron modelos lineales de regresión, mediante la evaluación de MCO (mínimos cuadrados) para determinar la ecuación de la recta luego de transformar la ecuación de escalamiento a una de forma lineal usando logaritmos en base 10: $logY(t)=Y_0+\beta logN(t)$. Esto permitió evaluar los parámetros de la relación de escalamiento, es decir, la pendiente (β) que expresa las reglas dinámicas generales que funcionan en todo el sistema urbano, en este caso las emisiones de CO_2 ($Y(t)$) y los 3 índices de desarrollo urbano: Población, área y/o PIB ($N(t)$). Se realizó un análisis general con la suma de las emisiones de las 3 fuentes emisoras para 20 ciudades: Angol (ANG), Antofagasta (ANT), Arica (ARI), Calama (CA), Concepción Metropolitano (CM), Copiapó (COP), Coquimbo-La Serena (COQSER), Coyhaique (COY), Curicó (CUR), Linares (LIN), Osorno (OSO), Ovalle (OVA), Punta Arenas (PA), San Fernando (SFR), Santiago Metropolitano (SM), Temuco-Padre Las Casas (TEM), Til Til (TIL), Talca (TNC), Valdivia (VAL), Valparaíso Metropolitano (VM) (Figura 1). Siguiente a ello se realizaron análisis de escalamiento individuales por cada fuente emisora: emisiones puntuales, emisiones difusas por transporte y difusas por consumo de leña residencial.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 1. Localización de las ciudades chilenas en estudio.



Fuente: elaboración propia.

Todos los análisis estadísticos se realizaron en *R* (versión 3.4.4). Un análisis de regresión por cuantiles (τ) permitió evaluar la hipótesis que explicita una cota superior o inferior, respecto del tamaño, PIB y área para aquellas regresiones con bajo coeficiente de determinación (r^2<0,5). Para esto se usó la librería *Quantreg*. Las variables dependientes con bajo coeficiente de determinación fueron: emisiones desde fuentes puntales y emisiones difusas por consumo de leña residencial. En estas últimas, se evaluaron 119 y 118 ciudades respectivamente. Así, el análisis de regresión por cuantiles permitió evaluar la existencia de diferencias significativas con los resultados obtenidos por mínimos cuadrados.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

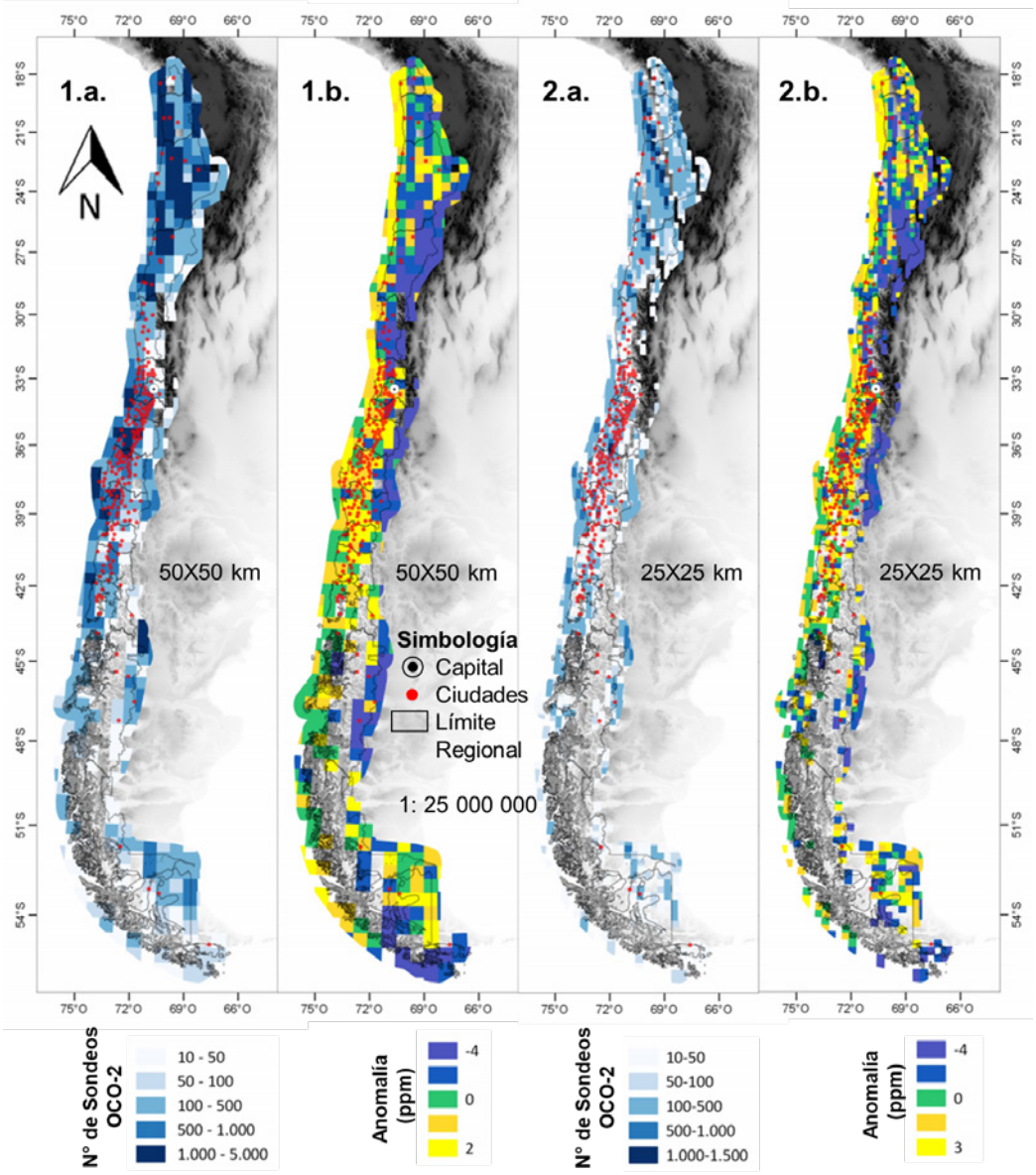
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9519

3. Resultados

3.1. Caracterización de emisiones de CO_2 desde sensores remotos

La Figura 2 muestra la caracterización de las emisiones de XCO_2 a lo largo del país utilizando sensores remotos (OCO-2), acompañado de la distribución del número de sondeos capturados por el satélite para una resolución gruesa (50X50 km) y una resolución fina (25X25 km). Se representó la distribución de las emisiones capturadas por OCO-2 entre 2014-2017 a lo largo de Chile continental con sus respectivos valores de anomalías medias de XCO_2 (ppm) en las Figuras 2, 1.b y 2.b. Los tonos de color naranja-amarillo resaltan las áreas más contaminadas (anomalías positivas), predominante en la zona centro y sur del país, donde además se concentra la mayor parte de los centros urbanos (puntos rojos) y en menor medida en la zona norte respectivamente.

Figura 2. 1.b. y 2.b. representan las anomalías de XCO_2 de OCO-2, 2014-2017 y 1.a. y 2.a. la cantidad de observaciones disponibles de OCO-2.



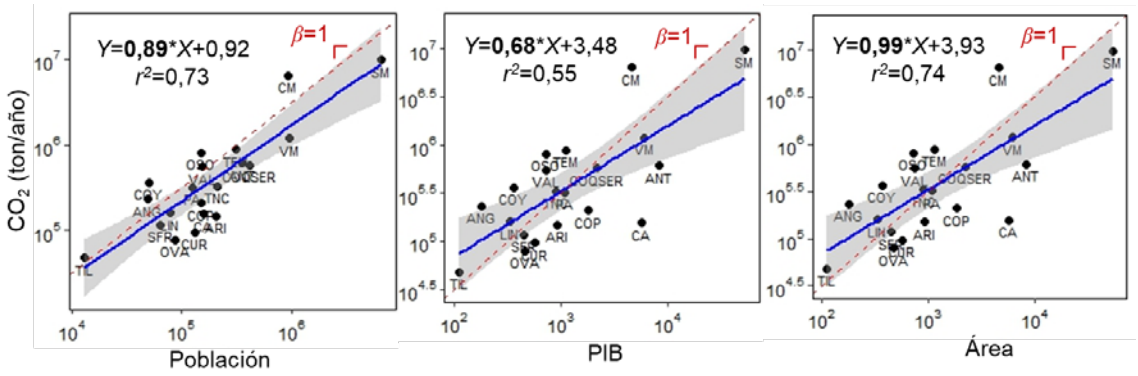
Fuente: elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

3.2. Caracterización y análisis de emisiones de CO_2 ascendentes: Escalamiento Urbano

Los datos de la suma de las emisiones de CO_2 de fuentes puntuales y difusas provenientes del RETC (2014-2016) para 20 ciudades en la Figura 3, muestran relaciones de ley de poder que escalan de forma sublineal (i.e. $\beta<1$) con la población (β=0,89; r^2=0,73), con el PIB (β=0,68; r^2=0,55) y una relación marginalmente sublineal con el indicador área (β=0,99; r^2=0,74). La Tabla 2 detalla la síntesis del análisis de regresión.

Figura 3. Escalamiento urbano de las emisiones de CO_2 totales desde fuentes Puntuales y Difusas (2014-2016)



Fuente: elaboración propia.

La cuadrícula más gruesa de 50X50 km permite caracterizar las emisiones a nivel regional, pero hace difícil aislar áreas más pequeñas de emisión como las áreas urbanas de Chile donde el 97% de las ciudades en estudio no superan los 100 km² y las áreas urbanas más grandes están dadas por las conurbaciones de Concepción Metropolitano (247 km²), Valparaíso Metropolitano (287 km²) y finalmente Santiago Metropolitano (906,5 km²). También se puede apreciar que, en latitudes inferiores a los 40°S, la cantidad de observaciones disponibles de OCO-2 disminuyeron fuertemente por lo que los mapas presentan celdas de cuadrícula vacías. Estas últimas aumentan al ampliar la resolución espacial a 25X25 km en la Figura 2, 1.a. y 2.a., haciendo que se pierda importante información.

Tabla 2. Resumen del análisis de regresión paso a paso entre las emisiones de CO_2 del RETC y los 3 indicadores de desempeño urbano, el análisis completo se incluye en el material complementario.

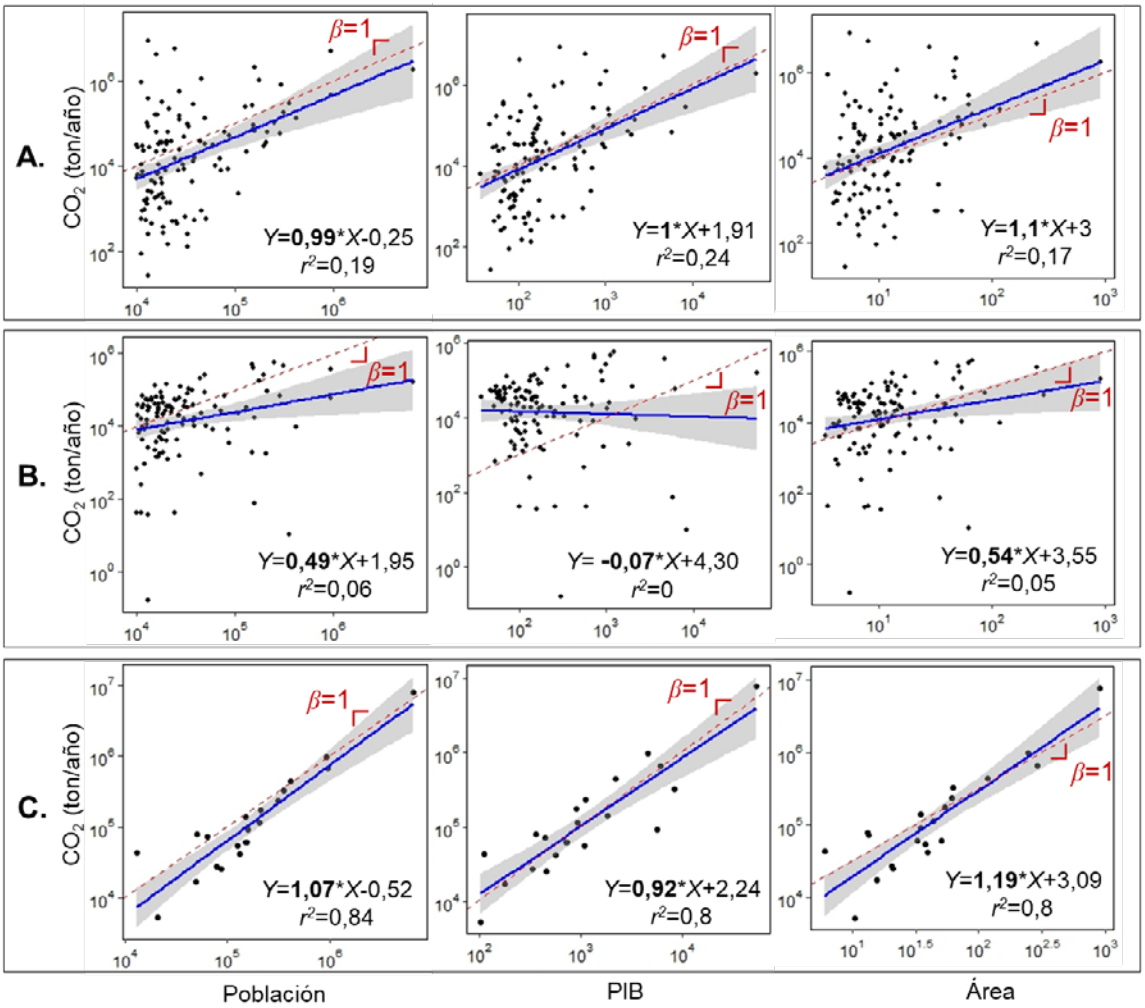
CO_2 (ton/año)	β	IC 95% (β)	r2	t-test	g.l.	p	Ajuste de bondad
Emisiones Totales							
Intercepto	0,92			1,38	19	0,183	
Población	0,89	0,62-1,15	0,73	7,04	19	1,43e-06***	$F_{(1,18)}$=49,62; p=1,43e-06***
Intercepto	3,48			7,6	19	5,07e-07***	
PIB	0,68	0,37-0,98	0,55	4,66	19	0,0002***	$F_{(1,18)}$=21,69; p=0,0002***
Intercepto	3,93			16,42	19	2,82e-12***	
Área	0,99	0,70-1,28	0,74	7,17	19	1,12e-06***	$F_{(1,18)}$=51,42; p=1,12e-06***

IC= Intervalos de Confianza; Códigos de significancia: 0 “***” 0,001 “**” 0,01 “*” 0,05 “.” 0,1 “ ” 1
Fuente: Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Al separar el análisis de escalamiento por fuentes de emisión en el Figura 4, estas reflejaron relaciones que varían entre la sublinealidad y la linealidad para los 3 indicadores de desempeño urbano; para fuentes puntuales de 119 ciudades: la población es marginalmente sublineal (β=0,99; r^2=0,19), el PIB aparece claramente con una relación isométrica (β=1; r^2=0,24) y el área marginalmente superlineal (β=1,1; r^2=0,17), mientras que para las emisiones de fuentes difusas por consumo de leña residencial de 118 ciudades, las relaciones aparecen como sublineales: población (β=0,49; r^2=0,06), PIB (β=-0,07; r^2=0) y área (β=0,54; r^2=0,05). Finalmente, las emisiones de fuentes difusas por transporte en ruta de 21 ciudades mostraron relaciones mixtas: población (β=1,07; r^2=0,84), PIB (β=0,92; r^2=0,8) y área (β=1,19; r^2=0,8). El análisis de regresión completo se incluye en el material complementario.

Figura 4. Escalamiento urbano de las emisiones de CO_2 (Log10) de fuentes emisoras individuales: A. Fuentes Puntuales, B. Fuentes Difusas por consumo de leña residencial y C. Difusas por transporte (2014-2016).



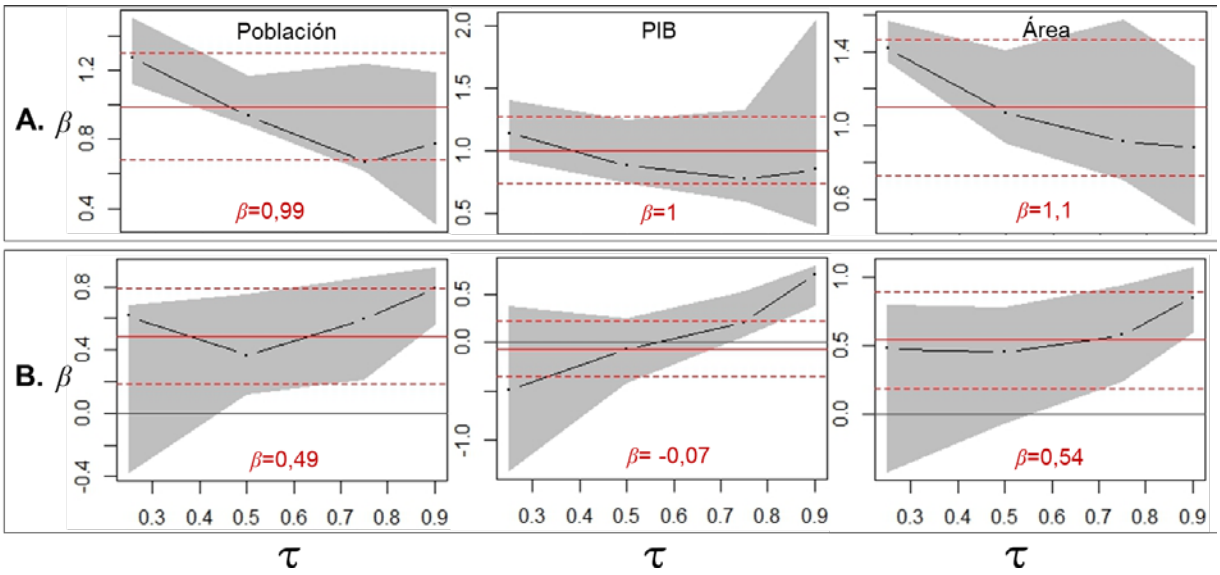
Fuente: elaboración propia

Las fuentes puntuales y difusas por consumo de leña residencial son las menos claras, pues mostraron valores bajos en sus coeficientes de determinación (r^2<0,5) para los 3 predictores (población, PIB y área). El análisis por cuantiles (τ) en la Figura 5 mostró β distintos para cada cuantil en los 3 índices de desarrollo urbano. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

cuando se comparan con el coeficiente de regresión por mínimos cuadrados (MCO) correspondiente, y sus límites de confianza (línea roja y punteada). Para el primer caso, las emisiones puntuales; en población como predictor, uno de los coeficiente de regresión estimado para el cuantil (($\beta_{\tau(0,75)}$=0,67), se diferenció significativamente del valor obtenido por MCO (β=0,99), mientras que para PIB y área ninguno de los coeficientes de los cuantiles se diferenció significativamente de los valores obtenido por MCO (β=1) y (β=1,1) respectivamente. Para el segundo caso, las emisiones difusas por consumo de leña residencial; en población uno de los coeficiente de regresión estimado para el cuantil ($\beta_{\tau(0,9)}$=0,79), se diferenció significativamente del valor obtenido por MCO (β=0,49), para PIB dos de los coeficientes de regresión estimados para los cuantiles: ($\beta_{\tau(0,25)}$=-0,48) y ($\beta_{\tau(0,9)}$=0,7), se diferenciaron significativamente del valor obtenido por MCO (β=-0,07). En el caso del indicador área, no presento diferencias significativas con el valor obtenido por MCO (β=0,54) en ninguno de los cuantiles. El detalle del análisis estadístico también se incluye en el material complementario.

Figura 5. Análisis por cuantiles (τ) realizado a las distribuciones: A. Fuentes puntuales y B. Fuentes difusas por consumo de leña residencial. Cada punto representa un cuantil junto a su banda de confianza (gris) y la línea roja representa el valor de β obtenido por MCO junto a sus límites de confianza (línea roja punteada).



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Análisis de regresión por cuantiles entre fuentes emisoras de CO_2 puntuales y difusas-consumo de leña residencial (variable dependiente) y los 3 índices de desarrollo urbano: Población, PIB y Área (variables explicativas)

CO_2 (ton/año)	tau=0,25	tau=0,50	tau=0,75	tau=0,90
Emisiones Puntuales				
Intercepto	-2,18 [-3,25- -1,5]	-0,04 [-144-0,27]	1,75 [-0,16-2,01]	1,98 [0,36-4,24]
	p=0,00	*p*=0,95	*p*=0,06	*p*=0,16
β_{tau}(Población)	1,27 [1,12-1,5]	0,94 [0,88-1,16]	0,67 [0,62-1,24]	0,77 [0,31-1,18]
	p=0,00	*p*=0,00	*p*=0,00	*p*=0,01
Intercepto	1 [0,26-1,23]	2,17 [1,53-2,56]	3,03 [1,79-3,51]	3,6 [1,04-4,85]
	p=0,01	*p*=0,00	*p*=0,00	*p*=0,00
β_{tau}(PIB)	1,14 [0,93-1,4]	0,87 [0,75-1,24]	0,77 [0,59-1,32]	0,85 [0,4-2,04]
	p=0,00	*p*=0,00	*p*=0,00	*p*=0,01
Intercepto	2,07 [1,8-2,3]	3,12 [2,54-3,22]	3,82 [3,13-4,12]	4,57 [3,78-5,22]
	p=0,00	*p*=0,00	*p*=0,00	*p*=0,00
β_{tau}(Área)	1,42 [1,35-1,56]	1,06 [0,91-1,41]	0,91 [0,71-1,58]	0,88 [0,45-1,32]
	p=0,00	*p*=0,00	*p*=0,00	*p*=0,01
Emisiones Difusas – Consumo de leña residencial				
Intercepto	1,04 [0,6-3,45]	2,73 [0,89-3,94]	2,12 [0,95-3,78]	1,48 [0,89-2,74]
	p=0,48	*p*=0,00	*p*=0,01	*p*=0,00
β_{tau}(Población)	0,61 [-0,38-0,68]	0,37 [0,13-0,75]	0,59 [0,22-0,86]	0,79 [0,57-0,92]
	p=0,06	*p*=0,05	*p*=0,00	*p*=0,00
Intercepto	4,85 [2,88-6,34]	4,56 [3,67-5,19]	4,30 [3,73-4,49]	3,53 [3,37-4,13]
	p=0,000	*p*=0,000	*p*=0,000	*p*=0,000
β_{tau}(PIB)	-0,48 [-1,32-0,37]	-0,07 [-0,41-0,25]	0,21 [0,08-0,52]	0,7 [0,39-0,79]
	p=0,35	*p*=0,77	*p*=0,22	*p*=0,00
Intercepto	3,29 [2,7-3,83]	3,87 [3,61-4,47]	4,18 [3,93-4,54]	4,15 [4,05-4,42]
	p=0,00	*p*=0,00	*p*=0,000	*p*=0,00
βrau(Área)	0,48 [-0,42-0,8]	0,45 [-0,06-0,78]	0,58 [0,24-0,94]	0,85 [0,60-1,08]
	p=0,16	*p*=0,05	*p*=0,01	*p*=0,00
Banda de Confianza [inferior - Superior] método Rank				

Fuente: elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4. Discusión

En este trabajo caracterizamos la distribución espacial de las emisiones de CO_2 (ppm) en Chile a través de sensores remotos (OCO-2) a la vez que examinamos la relación entre el tamaño de la población, un indicador de la producción y la superficie de las ciudades con las emisiones de CO_2 (ton/año) utilizando los inventarios del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Nuestro análisis hace evidente que la escala es determinante a la hora de trabajar con datos espaciales. A una escala gruesa es posible identificar aquellas macrozonas de mayores emisiones antropogénicas de CO_2 donde se concentra también la mayor parte de los centros urbanos ubicados en la zona centro y sur del país (Figura 2). Sin embargo, la baja resolución espacial de los sondeos capturados por OCO-2, junto a la baja cobertura espacial de datos válidos capturados por este satélite limita la asociación de emisiones a las ciudades de Chile. Algunos autores como Nassar et al. (2017) han probado trabajar con datos de OCO-2 a escala de fábricas individuales, sin embargo, estos autores también señalan profundas limitaciones de este sensor a escala fina. No así para abarcar grandes ciudades como las áreas de emisión antropogénicas aisladas por Hakkarainen et al. (2016) en Europa, EE.UU. y China. Pese a ello, el análisis a macroescala propuesto aquí es necesario si consideramos que limitar la medición al uso directo de la energía dentro de los limites urbanos no considera el impacto global de los GEI producidos por las ciudades al medio ambiente circundante. Esto es en gran medida debido a que la infraestructura de ingeniería urbana es transfronteriza (e.g. el suministro de agua, las refinerías de petróleo, los sistemas de transporte o las centrales generadoras de energías), con importantes impactos fuera del límite urbano y muchas veces superando de manera considerable a las contribuciones realizadas dentro de los límites de una ciudad (Luck et al., 2001; Ramaswami et al., 2012). Por lo que para gestionar mejor las emisiones de CO_2 y otros GEI de origen antropogénico, se requieren mejores herramientas y métodos que cuantifiquen las emisiones en todas las escalas espaciales, tanto a nivel regional como a nivel de ciudades o instalaciones individuales.

El análisis satélital mediante el sensor remoto OCO-2 demostró ser útil como una aproximación regional de las concentraciones de CO_2 en el país, a la vez que ofrece una propuesta metodológica posible de implementar en la próxima generación de mejores sensores para el monitoreo del CO_2. Esto permitirá tener una mejor resolución y cobertura espacial de las concentraciones de dióxido de carbono a escalas más finas como lo son las ciudades chilenas. Un ejemplo de estos es el satélite Sentinel-5 de la Agencia Espacial Europea (ESA) lanzado en octubre de 2017, cuyo objetivo es capturar datos para el monitoreo de contaminantes atmosféricos como el monóxido de carbono (CO), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el dióxido de azufre (SO_2), ozono (O_3), metano (CH_4), entre otros a una resolución espacial de 7X7 km. Se espera que estos esfuerzos mancomunados mejoren este y otros estudios sobre nuestra atmósfera.

Los resultados aquí obtenidos a partir de los inventarios del RETC muestran relaciones claras a pesar de las deficiencias en la calidad de los datos (ver coeficientes de determinación). La relación sublineal (β<1) entre emisiones urbanas de CO_2 tanto puntuales como difusas con la población, la producción y la superficie de las ciudades (Figura 3), sugiere que las emisiones de CO_2 en ciudades de tamaño creciente en Chile están asociadas a economías de escala. Tal como se describe en Bettencourt et al. (2007), los habitantes urbanos parecieran compartir efectivamente las emisiones a medida que las ciudades crecen en tamaño y se hacen a la vez más productivas económicamente. Esto induce que las emisiones per cápita disminuyan de manera progresiva, lo que en analogía con el metabolismo de los organismos (Kleiber, 1947) muestra que las ciudades más

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

grandes serian entonces versiones ampliadas de las más pequeñas. Esto siempre que asumamos que los requerimientos energéticos individuales son similares. Consecuentemente, ciudades más grandes se hacen más eficiente al compartir, por ejemplo, transporte público, uso de infraestructura, etc. Algunos han atribuido esto a una mayor intensidad en las interacciones sociales producto de la aglomeración (Schläpfer et al., 2014; Samaniego et al., 2019), lo que incide directamente en una menor cantidad de emisiones per cápita (Bettencourt et al., 2007). Esto refuta la idea de un comportamiento "promedio" entre las emisiones CO_2 y el tamaño poblacional propuesto por Fragkias et al. (2013) y de superlinealidad (β>1) de Oliveira et al. (2014) para ciudades de EE.UU.

Examinar las emisiones por cada fuente emisora permite comparar nuestros resultados con los de otros autores como Louf y Barthelemy (2014) quienes identificaron un régimen superlineal entre las emisiones de CO_2 provenientes del transporte y la población. Estos autores, atribuyen este patrón de emisión al monocentrismo y la congestión en ciudades de EE.UU. y países de la OCDE. En el caso de Chile continental, el régimen de emisiones de CO_2 asociadas al transporte en la Figura 4.C, demostró ser isométrica (β=1) para los 3 indicadores de desarrollo urbano: población, área y marginalmente sublineal para el PIB, lo que demuestra que aún no hemos alcanzado esos niveles de externalidades, lo que podría indicar que, vivir en grandes ciudades en Chile aún resulta deseable en comparación a las grandes ciudades de EEUU y países de la OCDE. En el caso del producto interno bruto, se demostró que no alcanza la superlinealidad para ninguno de los escenarios expuestos (Figuras 4 y 5). Esto nos da una visión más clara y positiva en cuanto a los efectos que en el medio ambiente significa un aumento en la producción, puesto que mayores índices de producción en países en desarrollo están claramente asociados a mayores tasas de degradación ambiental según la conocida Curva Ambiental de Kuznets o CKA (Oliveira et al., 2014; Zilio, 2015; Rybski et al., 2017), donde cualquier medida de contaminación (e.g. emisiones de CO_2) es plausible de ser utilizada como indicador de degradación ambiental. Aquí, vale la pena mencionar que el PIB si bien escala de forma lineal en un análisis individual con el crecimiento de la población (β=1,03; r^2=0,89), la baja elasticidad entre la alta producción encontrada en las ciudades más grandes en la Figura 3 (β=0,68) sugiere que esta se realiza a expensas de una cantidad de emisiones marginalmente menor en comparación con las ciudades más pequeñas. Al igual que los resultados encontrados para área, cuyo valor marginalmente sublineal (β=0,99) mostró la influencia de la densidad en el aumento de las emisiones totales, pero con rendimientos decrecientes a escala. Para este comportamiento Ribeiro et al. (2019) reconocen el impacto en las emisiones que induce un aumento en la población y la densidad que aumenta con el área, señalando que los cambios en la población siempre van a tener un mayor efecto sobre las emisiones que los cambios en la densidad.

En este contexto, las grandes ciudades de Chile representan un escenario favorable para reducir las emisiones de CO_2. Esto se debe, en parte, a que una mayor concentración de personas y el uso de infraestructura a gran escala, ha derivado en un aumento de la actividad económica que ha permitido dar paso a la innovación y eficiencia en el uso de la energía (Fragkias et al., 2013), además de la adopción de políticas ambientales restrictivas (e.g. restricciones vehiculares, restricciones al uso de la leña, etc.). Por ello, las diferentes medidas que han llevado a las grandes ciudades a ser comparativamente más "verdes" pues minimizan impactos ambientales, constituyen una oportunidad para que las pequeñas ciudades tomen ventaja de las ciudades más grandes en el esfuerzo por reducir sus emisiones y así adopten patrones de crecimiento basados en tecnologías y procesos menos contaminantes. Por otra parte, considerar el estudio de otros contaminantes permitirá ofrecer una visión más completa de cómo la concentración de actividades socioeconómicas que requieren de grandes flujos de materia y energía manejan externalidades. Por ejemplo,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

la gran cantidad de desechos producto de este metabolismo y su repercusión en la calidad de vida de las personas.

Los datos obtenidos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes fueron de utilidad para la caracterización del comportamiento de las emisiones de CO_2 del sistema de ciudades chilenas. Sin embargo, la cantidad de información disponible es claramente una limitante, existiendo vacíos temporales y por cada fuente emisora. Esto obliga a reducir dramáticamente la muestra estadística para poder integrar todas las fuentes que componen la dinámica de emisiones de las ciudades. Por otro lado, las relaciones bivariadas en los análisis de escalamiento por cada fuente emisora en la Figura 4, revelan una importante falta de homocedastidad de los datos para evaluar las emisiones provenientes de fuentes puntuales y de fuentes difusas por consumo de leña residencial (Figura 4. A y B). Los cuales debieron ser sometidos a un análisis estadístico más minucioso para poder detectar diferencias significativas en los cuantiles de las distribuciones por fuente emisora de la Figura 5. Esto puede estar asociado a una falta de estandarización en los métodos de estimación usados para generar la información oficial de emisiones, como, por ejemplo, el balance de materiales y/o factores de estimación, para lo cual cada organismo sectorial (e.g. Ministerio de Salud, INE, Autoridad Sanitaria RM y Secretaria de Planificación de Transporte para contaminantes atmosféricos) se encarga de determinar la validez de la información reportada al RETC según la Comisión Nacional de Medio Ambiente (2007).

Finalmente, la definición de ciudad vuelve a tener importancia al detectarse sesgos asociados a la atribución de valores de emisión a las áreas censales que conforman las conurbaciones. Estas al igual que las ciudades son definidas por el MINVU, donde en el proceso de cruzar la información de emisiones del RETC con la de población urbana del último censo en su respectiva área censal, se aprecia claramente a nivel espacial que no se está capturando la complejidad propia de las interacciones socioeconómicas entre ciudades (e.g. trayectorias de desplazamiento). Este es el caso de la región de Valparaíso donde están definidas entre otras, las dos conurbaciones de El Quisco-El Tabo-Algarrobo, San Antonio-Cartagena y Santo Domingo; espacialmente todas estas áreas conurbadas son colindantes, lo que dificulta asociar interacciones reales entre urbanitas al analizarlas de forma individual. Otro caso es el de Los Andes-San Esteban y San Felipe en la misma región y otras ciudades a lo largo de Chile. Esto exige una actualización en la definición de ciudad dada por parte del MINVU con foco en su funcionalidad que capture parte de la complejidad de las ciudades más allá de los limites administrativos definidos. Esto permitirá asociar información de manera más eficiente para una planificación urbana más efectiva. Por ejemplo, las áreas urbanas deben estar ubicadas más allá de la distancia de desplazamiento de grandes áreas metropolitanas como Santiago Metropolitano o Valparaíso Metropolitano, para evitar ser una ciudad satélite de las grandes ciudades (Makido et al., 2012). Se deben considerar también características de forma como la continuidad espacial de los asentamientos que determinarán el límite urbano del rural (Oliveira et al., 2014). Esto resulta clave a la hora de estimar parámetros de escalamiento como hemos hecho aquí ya que el exponente alométrico resulta ser particularmente sensible a las definiciones del límite urbano (Oliveira et al., 2014; Arcaute et al., 2015; Cottineau et al., 2017). Pese a esto, las relaciones de escalamiento podrían ayudar a prever muchas de las propiedades que se espera que una ciudad exhiba, en promedio a medida que gana o pierde población. Lo que aportara medidas más precisas de los éxitos y fracasos de las gestiones y políticas locales adoptadas en la configuración de las ciudades para cumplir sus metas en materia socioambiental como lo es la Comisión Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (2015).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

5. Conclusiones

Gran parte de la población mundial vive hoy en ciudades, demandando gran cantidad de recursos e impactando de manera considerable el soporte vital de nuestro planeta. Esto hace urgente modificar las trayectorias actuales de crecimiento con miras a un desarrollo sustentable. Para ello, resulta clave entender el rol de nuestras ciudades en el actual escenario de cambio climático. La exploración al uso de datos de emisiones capturados por el Observatorio de Carbono en Órbita 2 de la NASA para Chile, deja una ventana abierta a la continuidad de este trabajo a la espera de un mayor desarrollo en los sistemas de monitoreo de CO_2. Esto último, debiera permitir contar con una mejor resolución y cobertura espacial de concentraciones de CO_2 y a escalas más finas para evaluar el efecto del desarrollo urbano de las ciudades de Chile. En este artículo investigamos el efecto del tamaño, área y PIB de las ciudades sobre las emisiones de CO_2 en el sistema de ciudades chilenas. Encontramos relaciones de escala sublineal (β<1) entre las emisiones de CO_2 y los 3 indicadores de desarrollo urbano, lo que sugiere que existe hoy una menor emisión per cápita a medida que crece el tamaño urbano en Chile. Este escenario coincide con la literatura y significa que los habitantes comparten los costos de emisión a medida que la ciudad crece en población, área y producción económica, haciendo que las ciudades más grandes sean más eficientes en emisiones per cápita que las más pequeñas. El uso de diferentes sistemas de observación como los demostrados en este artículo con sus alcances y limitaciones, en combinación representan un proxy para el desarrollo de una poderosa herramienta para el monitoreo de nuestra atmósfera en cuanto a las emisiones de origen antrópico, que permitan guiar a las ciudades a un desarrollo más sustentable.

6. Agradecimientos

Investigación parte del trabajo de tésis de magíster en Ecología Aplicada de la Universidad Austral de Chile de MS. Agradecemos el financiamiento a Proyecto FONDECYT #1161280 (Comisión Nacional de Ciencias y Tecnología, CONICYT Chile). Agradecemos también a Reinhard Kückes por su ayuda en parte del análisis espacial.

7. Bibliografía

- Alves, L. G. A., Mendes, R. S., Lenzi, E. K., & Ribeiro, H. V. (2015). "Scale-adjusted metrics for predicting the evolution of urban indicators and quantifying the performance of cities". *PLoS ONE, 10(*9), e0134862. Doi: 10.1371/journal.pone.0134862
- Arcaute, E., Hatna, E., Ferguson, P., Youn, H., Johansson, A., & Batty, M. (2015). "Constructing cities, deconstructing scaling laws". *Journal of the Royal Society Interface*, *12*(102), 20140745. Doi: 10.1098/rsif.2014.0745
- BANCO CENTRAL DE CHILE. Producto interno bruto regional. Recuperado de https://www.bcentral.cl/pib-regional. [consulta: 10 de mayo de 2018].
- Barenblatt, G. I. (2003). *Scaling*. Cambridge: University Press.
- Barthelemy, M. (2016). *The structure and dynamics of cities: Urban data analysis and theoretical modeling*. Cambridge: Cambridge University Press. Doi: 10.1017/9781316271377
- Batty, Michael. (2005). *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. Cambridge: MIT Press.
- Batty, Michael. (2008). The size, scale, and shape of cities. *Science*, *319*(5864), 769-771. Doi: 10.1126/science.1151419
- Batty, Michael. (2013). *The New Science of Cities*. Cambridge: The MIT Press.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Beirle, S., Boersma, K. F., Platt, U., Lawrence, M. G., & Wagner, T. (2011). "Megacity emissions and lifetimes of nitrogen oxides probed from space". *Science*, *333*(6050), 1737–1739. Doi: 10.1126/science.1207824
- Bettencourt, L. M. A. (2013). "The origins of scaling in cities". *Science*, *340*(6139), 1438-1441. Doi: 10.1126/science.1235823
- Bettencourt, L. M. A., Lobo, J., Helbing, D., Kühnert, C., & West, G. B. (2007). "Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *104*(17), 7301–7306. Doi: 10.1073/pnas.0610172104
- Brown, J. H., Burnside, W. R., Davidson, A. D., DeLong, J. P., Dunn, W. C., Hamilton, M. J., Mercado-Silva, N., Nekola, J. C., Okie, J. G., Woodruff, W. H., Zuo, W. (2011). "Energetic Limits to Economic Growth". *BioScience*, *61*(1), 19–26. Doi: 10.1525/bio.2011.61.1.7
- Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2002). "Anthropogenic Metabolism and Environmental Legacies". En: Munn, T., (ed.). *Encyclopedia of Global Environmental Change*. Chichester: Wiley, 54-72.
- Burger, J. R., Allen, C. D., Brown, J. H., Burnside, W. R., Davidson, A. D., Fristoe, T. S., Hamilton, M. J., Mercado-Silva, N., Nekola, J. C., Okie, J. G., Zuo, W. (2012). "The macroecology of sustainability". *PLoS Biology*, *10*(6), e1001345. Doi: 10.1371/journal.pbio.1001345
- CONAMA (Comisión Nacional De Medio Ambiente). (2007). *Primer Reporte de Emisiones y Transferencia de Contamiantes en Chile*. Recuperado de http://www.retc.cl/wp-content/uploads/2018/12/Primer_reporte_RETC_2005.pdf. [consulta: 10 de mayo de 2018].
- CMNUCC (Convención Maco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático). (2015). *Acuerdo de París sobre cambio climático*, GE.15-21930. Recuperado de https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf. [consulta: 17 de marzo de 2018].
- Cottineau, C., Hatna, E., Arcaute, E., & Batty, M. (2017). "Diverse cities or the systematic paradox of Urban Scaling Laws". *Computers, Environment and Urban Systems*, *63*, 80-94. Doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2016.04.006
- Crisp, David. (2015). "Measuring atmospheric carbon dioxide from space with the Orbiting Carbon Observatory-2 (OCO-2)". *Earth Observing Systems XX*, 960702. Doi: 10.1117/12.2187291
- Decker, E. H., Elliott, S., Smith, F. A., Blake, D. R., & Rowland, F. S. (2000). "Energy and material flow through the urban ecosystem". *Annual Review of Energy and the Environment*, *25*(1), 685-740. Doi: 10.1146/annurev.energy.25.1.685
- Depersin, Jules, Barthelemy, Marc. (2018). "From global scaling to the dynamics of individual cities". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *115*(10), 2317-2322. Doi: 10.1073/pnas.1718690115.
- Duarte, C. M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, B. M., Ríos, A., Simó, R., Valladares, F. (2006). *Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: Consejo Superior de investigaciones Científicas (CSIC).
- Estenssoro Saavedra, F. (2010). "Crisis ambiental y cambio climático en la política global: un tema crecientemente complejo para América Latina". *Universum, 25*(2), 57–77. Doi: 10.4067/s0718-23762010000200005
- Folke, C., Jansson, A., Larsson, J., & Costanza, R. (1997). Ecosystem appropriation by cities. *Ambio, 26*(3), 167–172.
- Fragkias, M., Lobo, J., Strumsky, D., & Seto, K. C. (2013). "Does Size Matter? Scaling of CO_2 Emissions and U.S. Urban Areas". *PLoS ONE, 8*(6), e64727. Doi: 10.1371/journal.pone.0064727
- Frankenberg, C., O'Dell, C., Berry, J., Guanter, L., Joiner, J., Köhler, P., … Taylor, T. E. (2014). "Prospects for chlorophyll fluorescence remote sensing from the Orbiting Carbon Observatory-2". *Remote Sensing of Environment*, *147*, 1–12. Doi: 10.1016/j.rse.2014.02.007
- Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2010). "The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development". *Journal of Urban Economics*, *67*(3), 404-418. Doi: 10.1016/j.jue.2009.11.006
- Goodland, Robert. (2003). "The Concept of Environmental Sustainability". *Annual Review of Ecology and Systematics*, *26*(1), 1–24. Doi: 10.1146/annurev.es.26.110195.000245
- Gudipudi, V. R. (2017). *Cities and Global Sustainability: Insights from emission and ecological efficiency*. Tesis Doctoral, University of Potsdam.
- Hakkarainen, J., Ialongo, I., & Tamminen, J. (2016). "Direct space-based observations of anthropogenic CO_2 emission areas from OCO-2". *Geophysical Research Letters*, *43*(21), 11,400-11,406. Doi: 10.1002/2016GL070885
- Hammer, Stephen; Kamal-Chaoui, Lamia; Robert, Alexis; Plouin, M. (2011). "Cities and Green Growth: A Conceptual Framework". *OECD Regional Development Working Papers*, *08*, 1–141. Doi: 10.1787/5kg0tflmzx34-en

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Hutyra, L. R., Duren, R., Gurney, K. R., Grimm, N., Kort, E. A., Larson, E., & Shrestha, G. (2014). "Urbanization and the carbon cycle: Current capabilities and research outlook from the natural sciences perspective". *Earth's Future*, *2*(10), 473–495. Doi: 10.1002/2014EF000255
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). (2017). *Síntesis de resultados del censo 2017*. http://www.ine.cl. [consulta: 2 de marzo de 2018]
- Keuschnigg, M., Mutgan, S., & Hedström, P. (2019). "Urban scaling and the regional divide". *Science Advances, 5*(1), eaav0042. Doi: 10.1126/sciadv.aav0042
- Kleiber, M. (1947). "Body size and metabolic rate". *Physiological Reviews*, *27*(4), 511–541. Doi: 10.1152/physrev.1947.27.4.511
- Leitão, J. C., Miotto, J. M., Gerlach, M., & Altmann, E. G. (2016). "Is this scaling nonlinear?". *Royal Society Open Science, 3*(7), 150649. Doi: 10.1098/rsos.150649
- Louf, R., & Barthelemy, M. (2014). "How congestion shapes cities: From mobility patterns to scaling". *Scientific Reports, 4*, 5561. Doi: 10.1038/srep05561
- Luck, M. A., Jenerette, G. D., Wu, J., & Grimm, N. B. (2001). The Urban Funnel Model and the Spatially Heterogeneous Ecological Footprint. *Ecosystems*, *4*(8), 782–796. Doi: 10.1007/s10021-001-0046-8
- Makido, Y., Dhakal, S., & Yamagata, Y. (2012). "Relationship between urban form and CO_2 emissions: Evidence from fifty Japanese cities". *Urban Climate*, *2*, 55–67. Doi: 10.1016/j.uclim.2012.10.006
- MINVU (Ministerio De Vivienda Y Urbanismo). *Indicadores urbanos*. Recuperado de http://observatoriourbano.minvu.cl/indurb/. [consulta: 2 de abril de 2018]
- MIRADOR. *Data Access*. Recuperado de http://mirador.gsfc.nasa.gov/. [consulta: 2 de marzo de 2018].
- Naroll, Raoul S., Von Bertalanffy, Ludwig. (1956). "The principle of allometry in biology and the social sciences". *General systems yearbook, 1*(2), 76-89.
- Nassar, R., Hill, T. G., McLinden, C. A., Wunch, D., Jones, D. B. A., & Crisp, D. (2017). "Quantifying CO_2 Emissions From Individual Power Plants From Space". *Geophysical Research Letters, 44*(19), 10,045-10,053. Doi: 10.1002/2017GL074702
- Nordbeck, Stig. (1971). "Urban Allometric Growth. *Geografiska Annaler: Serie B, Human Geography, 53*(1), 54-67. Doi: 10.2307/490887.
- Oliveira, E. A., Andrade, J. S., & Makse, H. A. (2014). "Large cities are less green". *Scientific Reports, 4*, 4235. Doi: 10.1038/srep04235
- Pumain, Denise. (2004). "Scaling laws and urban systems". *SFI Working Paper, 04-02 2*, 1-26.
- Pumain, Denise, Paulus, F., Vacchiani-Marcuzzo, C., & Lobo, J. (2006). "An evolutionary theory for interpreting urban scaling laws". *CyberGeo*, (343), 20.
- Ramaswami, A., Weible, C., Main, D., Heikkila, T., Siddiki, S., Duvall, A., Pattison, A., Bernard, M. (2012). "A Social-Ecological-Infrastructural Systems Framework for Interdisciplinary Study of Sustainable City Systems: An Integrative Curriculum Across Seven Major Disciplines". *Journal of Industrial Ecology, 16*(6), 801-813. Doi: 10.1111/j.1530-9290.2012.00566.x
- RETC. *Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*. Recuperado de http://www.retc.cl. [consulta: 10 de marzo de 2018].
- Ribeiro, H. V., Rybski, D., & Kropp, J. P. (2019). Effects of changing population or density on urban carbon dioxide emissions. *Nature Communications*, 10, 3204. Doi: 10.1038/s41467-019-11184-y
- Rosales Carreón, J., & Worrell, E. (2018). "Urban energy systems within the transition to sustainable development. A research agenda for urban metabolism". *Resources, Conservation and Recycling*, *132*, 258–266. Doi: 10.1016/j.resconrec.2017.08.004
- Rybski, D., Reusser, D. E., Winz, A. L., Fichtner, C., Sterzel, T., & Kropp, J. P. (2017). "Cities as nuclei of sustainability?". *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 44*(3), 425–440. Doi: 10.1177/0265813516638340
- Samaniego, H., & Moses, M. E. (2008). "Cities as Organisms: Allometric Scaling of Urban Road Networks". *Journal of Transport and Land Use, 1*(1), 21–39. Doi: 10.5198/jtlu.v1i1.29
- Samaniego, H., Franco, M., Sotomayor, B. (2019). The Topology of Communicating across cities in increasing sizes, or the complex task of "Reaching Out" in Larger Cities. In Theories and models of urbanization. En D. Pumain & J. Raimbault (Ed.), *Lecture Notes in Morphogenesis.* Springer

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

- Schläpfer Markus, Bettencourt Luís M. A., Grauwin Sébastian, Raschke Mathias, Claxton Rob, Smoreda Zbigniew, West Geoffrey B. and Ratti Carlo. (2014). The scaling of human interactions with city size. *J. R. Soc. Interface,* 11, 20130789. Doi: 10.1098/rsif.2013.0789
- Seto, Karen C., & Satterthwaite, D. (2010). "Interactions between urbanization and global environmental change". *Current Opinion in Environmental Sustainability, 2*(3), 127–128. Doi: 10.1016/j.cosust.2010.07.003
- Seto, K. C., Guneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). "Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools". *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(40), 16083–16088. Doi: 10.1073/pnas.1211658109
- Thisse, Jacques-François. (2014). "The New Science of Cities by Michael Batty: The Opinion of an Economist". *Journal of Economic Literature, 52*(3), 805–819. Doi: 10.1257/jel.52.3.805
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, P. D. (2012). *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision*. New York: United Nations Publication. Doi: 10.2307/2808041
- UN-Habitat. (2013). *State of the world's cities 2012/2013: Prosperity of cities. State of the World's Cities 2012/2013.* Doi: 10.4324/9780203756171
- West, Geoffrey B. (2017). *Scale: The Universal Laws of Growth, Innovation, Sustainability, and the Pace of Lifein Organisms, Cities, Economies, and Companies.* New York: Penguin Press.
- West, Geoffrey B; Brown, James, H. (2005). "The origin of allometric scaling laws in biology from genomes to ecosystems: towards a quantitative unifying theory of biological structure and organization". *Journal of Experimental Biology, 208*(9), 1575–1592. Doi: 10.1242/jeb.01589
- Wolman, A. (1965). "The metabolism of cities". *Scientific American, 213*(3), 178–193.
- Zilio, M. I. (2015). "Curva de Kuznets ambiental: la validez de sus fundamentos en países en desarrollo". *Cuadernos de Economía, 35*(97), 43–54. Doi: 10.1016/s0210-0266(12)70022-5

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542
Gómez, J. M. *et al.* (2020). Procesos urbanos funcionales en Iberia
Cuadernos Geográficos 59(2), 93-128

Procesos urbanos funcionales en Iberia: una aproximación a la integración del territorio urbano más allá de la metropolización

José Manuel Gómez Giménez [1] | Teresa Vieira de Sá Marques [2] | Agustín Hernández Aja [3]

Recibido: 11/06/2019 | Aceptado: 27/11/2019

Resumen

El análisis y la gestión del territorio desde el prisma de las actuales divisiones administrativas produce errores interpretativos y, por tanto, consecuencias operativas en la determinación de planes y proyectos. La configuración física y funcional del territorio urbano ha desbordado los límites administrativos tradicionales y su enunciada fractura con el medio rural, para dar lugar a nuevas estructuras que aún es preciso analizar. El presente artículo plantea un procedimiento metodológico para el desarrollo de un marco de análisis que trascienda las actuales delimitaciones administrativas en la Península Ibérica. No se trata sólo de dar cobertura al hecho metropolitano, sino de identificar la totalidad de las áreas urbanas funcionales en un sentido lo más amplio posible, considerarlas sin los condicionamientos y discrecionalidades impuestos por los límites jurisdiccionales de las administraciones públicas, dotarlas de significación y clasificarlas. Como resultado, se han delimitado 273 áreas urbanas funcionales en la Península Ibérica, de muy variada caracterización, que es necesario seguir explorando comparativamente y en sí mismas.

Palabras clave: área urbana funcional; gradiente; sistema urbano; borde urbano; urbanización extendida; Península Ibérica

Abstract

Functional urban processes in Iberia: an approach to the integration of the urban territory beyond metropolization processes

The analysis and management of the territory from the perspective of the current administrative boundaries produce interpretative errors and, therefore, operational consequences in the determination of plans and projects. Nowadays, the physical and functional configuration of the urban territory has exceeded the traditional administrative limits and the border with the rural world. In this regard, the emerged forms of organization still need to be analysed. This paper develops a methodology to build a new framework which may be able to go beyond the traditional boundaries pre-established by public administrations in the Iberian Peninsula. This is not simply a question of metropolization, but rather identifying the total of functional urban areas with an approach as broad as possible, to rendering them a full significance and categorization. As a re-

1. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad Politécnica de Madrid, España. jm.gomez@upm.es
2. Departamento de Xeografia, Universidade do Porto, Portugal. tmarques@letras.up.pt
3. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad Politécnica de Madrid, España. agustin.hernandez@upm.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

sult, 273 functional urban areas of very varied characterization have been delimited in the Iberian Peninsula. All of them still need to be explored within themselves and comparatively.

Keywords: functional urban area; gradient; urban system; urban border; extended urbanisation; Iberian Peninsula.

1. Introducción

La escala y dimensión que han adquirido los procesos urbanos superan las estructuras de la ciudad tradicional y sus límites administrativos. He aquí el objetivo principal de este trabajo, la delimitación de la totalidad de los hechos urbanos peninsulares en el sentido más amplio, real y sustantivo posible. Ahora engloban, mediante diferentes formas de articulación espacial, asentamientos de población y territorios cada vez más amplios. Los sociológicos aluden al aumento de escala del "espacio de vida" colectivo, los economistas a nuevas estrategias de localización en red de los diferentes agentes económicos, y los geógrafos a la importancia de nuevas lógicas escalares y relacionales (Solís y Troitiño, 2012). En cualquier caso, la causa que subyace detrás del fenómeno está en las nuevas posibilidades que ofrecen el desarrollo de los medios de transporte ligados a la movilidad individual y al carácter absolutamente inédito de la accesibilidad generalizada a las "redes técnicas urbanas" (Dupuy, 1998: 53).

Los procesos metropolitanos se han convertido en la manifestación más clara y estudiada de esta nueva escala y caracterización del hábitat humano. Sin embargo, no son la única: la extensión masiva del proceso urbanizador, las nuevas cadenas de distribución moderna, la separación física entre el lugar de residencia y el de otras actividades básicas como el trabajo o la compra, el incremento de la movilidad de bienes y personas o la generación multiescalar de redes empresariales no son ajenas a ningún territorio; tampoco al otrora medio rural ni, por supuesto, a hechos urbanos de menor entidad.

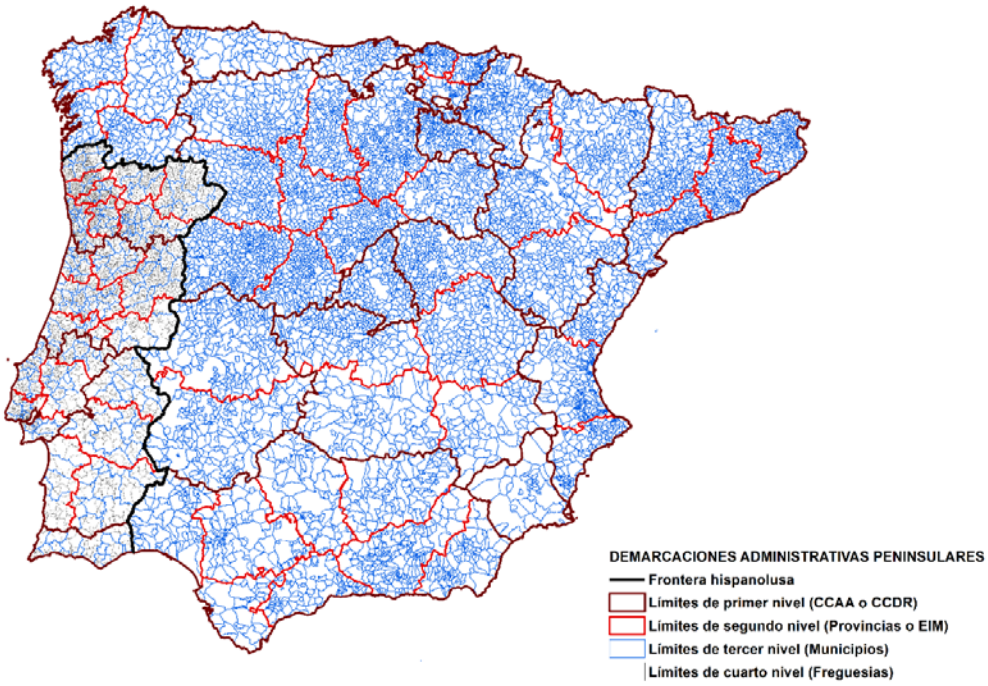
Por otro lado, la existencia de datos estadísticos (demográficos, económicos, sociales…) desagregados según las jurisdicciones territoriales en que se subdividen y administran los Estados nacionales presenta una utilidad indiscutible. Al fin y al cabo, estas entidades permiten a sus habitantes dotarse de un gobierno y una administración con capacidad ejecutiva y disponibilidad presupuestaria, asociados a un territorio determinado. Debido a ello, estas delimitaciones son los sujetos sobre los que los marcos legislativos establecen el reparto competencial; enunciando las diferentes funciones a las que cada administración pública tiene que hacer frente.

La unidad territorial de estudio de esta investigación es la Península Ibérica que se encuentra dividida por dos jurisdicciones estatales: España y Portugal. En la parte peninsular del estado español existen 15 Comunidades Autónomas, 47 provincias y algo menos de 8.000 municipios. En la parte portuguesa: 5 Comisiones de Coordinación y Desarrollo Regional (los intentos formales de regionalización administrativa han resultado infructuosos hasta la fecha), 23 entidades intermunicipales (que han relegado a un papel secundario a los 18 distritos también existentes), 278 municipios (*concelhos*) y algo menos de 3.000 parroquias civiles o *freguesias*[4].

4. Por falta de datos no se incluirán en el análisis los territorios de Andorra y Gibraltar.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 1. Demarcaciones administrativo-territoriales de la Península Ibérica



Fuente: Institutos Geográficos Nacionales de España y Portugal. Elaboración propia

Los estudios del territorio también basan sus investigaciones y análisis en estas divisiones municipales, provinciales o intermunicipales, y autonómicas o regionales. Sin embargo, las plantas de la administración territorial pueden ser extremadamente heterogéneas e irregulares, y esto condiciona la lectura, el análisis comparativo y la elaboración de conclusiones. Como han apuntado algunos autores, debemos "ser conscientes del sesgo que la delimitación administrativa del territorio introduce en la expresión gráfica y en el cálculo estadístico" (Burgueño y Guerrero, 2014: 12). Las administraciones territoriales son productos históricos que contaron con un largo proceso evolutivo y que en ocasiones presentan una gran fractura con respecto a las dinámicas territoriales actuales.

En este sentido, resulta fundamental no ignorar los determinantes históricos de nuestras demarcaciones territoriales y algunas de sus características ya que nos permiten describir los precedentes políticos, físicos y territoriales de los sistemas actuales. Por ejemplo, el mapa de los municipios españoles —y, salvando las distancias, el mapa de las *freguesias* portuguesas— presenta un elevado grado de fragmentación y una sensible dicotomía norte-sur, que puede asimilarse a la división de la Península en dos mitades por el curso del río Tajo. Al sur predominan municipios extensos y al norte municipios pequeños; algo que puede explicarse en función de las diferentes fases en que se produjo la Reconquista y sus repercusiones sobre la estructura de la propiedad de la tierra. El norte tuvo un proceso de colonización más lento y basado en el poblamiento denso, con localidades pequeñas y próximas entre sí. En el sur, el proceso fue confiado a órdenes militares y mucho más rápido, dando lugar a unos asentamientos más escasos y distantes, en los que primó el latifundismo. Tampoco es posible ignorar la dimensión ecológica: en el sur el agua escasea y eso

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

limitaba los aprovechamientos agrarios y condicionaba una ocupación más intensiva del suelo (Burgueño y Guerrero, 2014: 17)[5].

La realidad se complica si, como es el caso de este trabajo, tratamos las delimitaciones territoriales de varios Estados. El caso portugués es radicalmente distinto al español. En Portugal se optó por configurar municipios (*concelhos*) considerablemente más extensos que los españoles, pero reconociendo como entidad administrativa a la parroquia civil (*freguesia)*. Estas nunca alcanzaron un puesto relevante en la vida local, ya sea por los escasos medios financieros a su disposición, ya sea por su falta de efectivos de personal, pero ello no quiere decir que hayan sido ignoradas.

En todo caso, conocer las razones del porqué de nuestras delimitaciones administrativas, nos ayudará a tener una visión más completa de los resultados y conclusiones de nuestros estudios. Por ello es necesario conocer el proceso de implantación del mapa provincial que se gestó en España en 1833, la construcción territorial del modelo autonómico posterior a 1978, las razones de la convivencia entre distritos y entidades intermunicipales en Portugal o los intentos de su infructuosa regionalización administrativa. Ninguna demarcación territorial carece de coyuntura histórica, particularidades contextuales y decisiones discrecionales, azarosas o conflictivas en su delimitación; que, sin embargo, puede ocasionar importantes transformaciones en el devenir del territorio y servir como constatación, apoyo u obstaculización a dinámicas ya iniciadas.

1.1. Errores interpretativos

No es la historia de nuestras jurisdicciones administrativo-territoriales el objeto de este trabajo. Los determinantes enunciados en la generación de la planta municipal nos han de servir solo para entender que lo que tuvo sentido en el pasado puede no tenerlo en el presente. El estudio del territorio bajo el marco de delimitaciones administrativas apriorísticas puede inducir a errores de percepción e interpretación sobre las dinámicas que acontecen en la Península Ibérica.

Respecto a la comparativa municipal, llaman la atención algunas de las consecuencias que conlleva la diversidad en la superficie de los términos municipales. En la planta municipal española, un indicador tan extendido como la densidad poblacional denota la saturación del término municipal por suelo construido, en vez de ser un indicador de urbanidad como en la mayoría de los casos se utiliza. Gran parte de los municipios con una densidad poblacional superior a Madrid no denotan una realidad urbana propia, sino la ausencia de término municipal. Las confusiones también pueden venir del lado contrario. La densidad resultante en varias ciudades muestra valores propios del mundo rural (Cáceres, por ejemplo) debido a la gran extensión de su término administrativo.

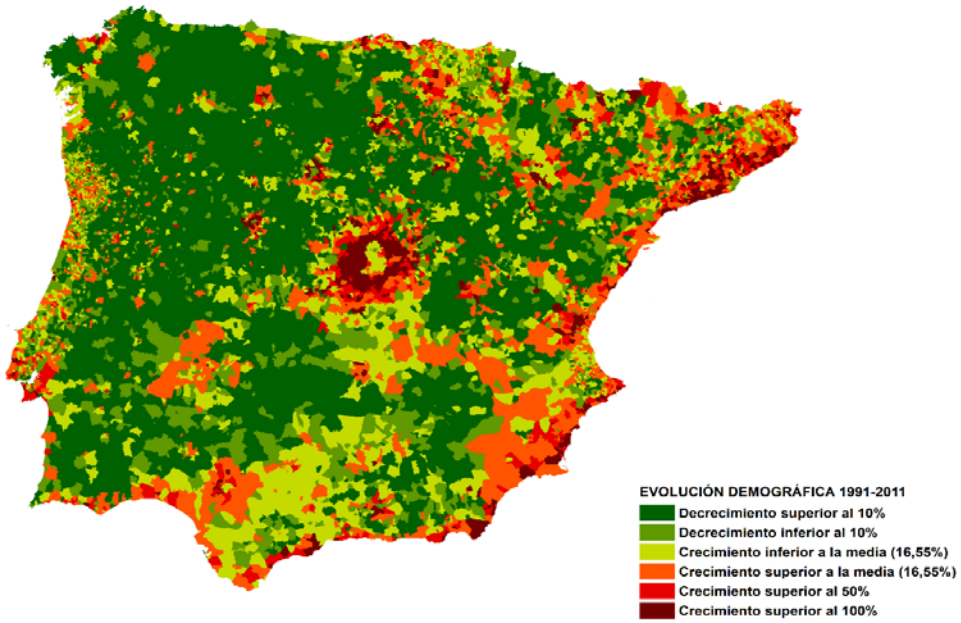
Otras confusiones interpretativas aparecen cuando se utiliza el tamaño poblacional como indicador de urbanidad o ruralidad. Un libro editado en 2011 por el Ministerio de Fomento argumentaba que la sangría rural había terminado basándose en un análisis de este tipo. De acuerdo con él, los datos muestran que el proceso de vaciamiento demográfico del medio rural se había neutralizado, primero, y recuperado suavemente, después (García, 2011: 50). Se basaba en que la

5. Estos autores realizan un análisis pormenorizado de las excepciones y particularidades a este patrón general, dotándolas de sus significados geográficos e históricos, así como examinando las repercusiones de la actual planta municipal española y su caracterización.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

población total de los municipios de entre 500 y 2.000 habitantes creció sensiblemente entre 2001 y 2011.[6]

Figura 2: Cartografía de la evolución demográfica entre 1991 y 2011 de los municipios españoles y las *freguesias* portuguesas de la Península Ibérica



Fuente: Censos de Población y Vivienda 1991 y 2011 de los Institutos Nacionales de Estadística (INE) español y portugués. Elaboración propia

Sin embargo, este análisis, aunque bienintencionado, se corresponde con una visión parcialmente sesgada de la realidad. Si cartografiamos los datos de la evolución demográfica por municipios en la Península Ibérica (ver Figura 2: Cartografía de la evolución demográfica entre 1991 y 2011 de los municipios españoles y las freguesias portuguesas de la Península Ibérica) constataremos que las lógicas de crecimiento de esos municipios pequeños, que se utilizan como un todo para hablar de ruralidad, solo tienen índices de expansión demográfica, ciertamente asombrosos, cuando se incorporan a la realidad metropolitana de las grandes ciudades. ¿Podemos seguir hablando entonces de lógicas rurales?

En resumen, la toma acrítica de unas unidades administrativas muy dispares y unos indicadores de urbanidad que se presuponen homogeneizados y homologables en todo el territorio pueden inducir a errores interpretativos y a dar una imagen sesgada de algunas dinámicas territoriales de gran alcance. Por ello, el principal objetivo de esta investigación será desarrollar un proceso metodológico que nos permita generar un nuevo marco de análisis territorial, evitando las constricciones de la planta administrativa y delimitando desde un enfoque funcional los procesos urbanos que acontecen en la Península Ibérica.

6. Llama la atención que esta publicación se produjese con posterioridad a la *Ley 45/2007 para el desarrollo sostenible del medio rural,* que ya contemplaba tres tipos diferentes de zonas rurales: 'a revitalizar', 'intermedias' y 'periurbanas'. Aunque este último tipo tenía una alta tasa de crecimiento demográfico, sólo representaba un 8% de la superficie rural total. Esta ley contemplaba programas plurianuales para su puesta en marcha, sin embargo, la aplicación del primer programa quinquenal se vio muy restringida a causa de la última crisis económica y desde entonces no se ha vuelto a poner en marcha uno nuevo.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Si los análisis empíricos y teóricos no se hacen a la escala adecuada en la que se producen los procesos, corremos el riesgo de cometer, como desafortunadamente ocurre a menudo, graves errores de apreciación. Y esto es válido para todo tipo de estudios de dinámica y estructura demográfica, de áreas comerciales, de mercados de suelo y vivienda, de agregados económicos, de estructuras productivas y redes de empresas (Feria, 2008: 50).

1.2. Consecuencias operativas

Existe un consenso generalizado sobre dos problemáticas operativas fundamentales que ocasionan las características de la planta municipal en la Península Ibérica. Por un lado, el inframunicipalismo, presente en gran parte del territorio rural español, hace absolutamente imposible la aplicación de políticas de racionalización de gasto en la gestión e implantación de servicios con el nivel de exigencia mínimo que lleva estar en pleno siglo XXI. En dicho contexto, no es de extrañar el aluvión de noticias que recientemente aparecen en la prensa sobre la incapacidad de estos territorios -la mediatizada "*España vaciada*"- por conservar profesores estables o atraer médicos especialistas y otros profesionales.

Por otro lado, la división administrativa del continuo urbano tiene una gran incidencia en la gobernanza, gestión y racionalización de los servicios públicos municipales en las grandes áreas metropolitanas. Las periferias de las grandes ciudades y su anclaje funcional a los núcleos que concentran la actividad deberían obligarnos a pensar en términos de redes, circuitos, enlaces de manera más lineal y encabestrada, a escalas muy diferentes de las que delimitan los actuales entes municipales (Dupuy, 1998: 19). Son precisamente estas periferias las que más sufren las disfuncionalidades de un territorio gobernado bajo fuerzas centrípetas que no las tienen en cuenta.

Según la OCDE (2002), existen evidentes razones de orden práctico debido a las cuales deberíamos acercar la gobernanza de nuestras ciudades a su dimensión real. Por ejemplo: la organización del tráfico y los transportes públicos; el abastecimiento y saneamiento de agua; la gestión de los residuos urbanos; el tratamiento global de las previsiones de crecimiento urbano; la planificación estratégica de los grandes espacios libres estructurantes y la dotación de espacios productivos; la localización y organización de equipamientos de nivel superior; la adecuada gestión de políticas de empleo; la necesidad de unas políticas fiscales espacialmente homogéneas, la coordinación de inversiones y el desarrollo de políticas redistributivas; la correcta recogida, explotación y análisis de información estadística; y, sobre todo, la adecuación del nivel de representación y decisión política a la escala y ámbito en la que realmente operan agentes económicos y ciudadanos (Feria, 2004). Podríamos añadir, además, otras dos cuestiones fundamentales que requieren una aproximación más fidedigna a la ciudad real: la gestión y reducción del impacto ambiental de la ciudad sobre los ecosistemas circundantes y la lucha contra la desigualdad urbana y la segregación residencial. En España se han constatado las consecuencias negativas que tienen el desacople entre las delimitaciones administrativas y la realidad de los procesos urbanos. En el área metropolitana de Madrid este hecho está muy relacionado con las dificultades para implantar políticas de sostenibilidad ambiental y calidad del aire efectivas, con el aumento de la fractura socioeconómica entre unos municipios y otros, y con la sobreproducción de oferta de suelo urbanizable en el contexto de la burbuja inmobiliaria (Gómez Giménez y Hernández Aja, 2018).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

1.3. Estado de la cuestión

En la mayoría de los países desarrollados se han llevado a cabo ya importantes acercamientos para delimitar con mayor precisión la ciudad real y, a partir de ello, recoger, presentar y posteriormente analizar y evaluar su dimensión y funcionamiento (Feria, 2004 y Ferrão, 2012). A pesar de ello, la generalización de este enfoque aún dista mucho de producir consecuencias operativas en la totalidad del territorio de la Península Ibérica. Si bien es cierto que Portugal y algunas Comunidades Autónomas como Andalucía, País Vasco, Cataluña o la Comunidad Valenciana incorporan las áreas metropolitanas en sus marcos legislativos; los instrumentos de planificación que las ordenan aún distan mucho de suponer algo más que la suma de los planeamientos municipales, sin que exista en muchos casos una estrategia territorial marco que logre armonizar las dinámicas de competición que producen sus variopintos intereses[7].

La Oficina Federal del Censo estadounidense utilizó el término Zona Metropolitana por primera vez en 1910, definida como una ciudad central mayor de 200.000 habitantes y las zonas aledañas, en continuidad, que no bajaban de una cierta densidad. En 1930 recurrió a un nuevo procedimiento para adaptarse a la "teoría de la densidad ininterrumpida" (Esteban, 1981: 25). Y en 1932 señalaba que los bordes administrativos de la ciudad frecuentemente ofrecen una inadecuada idea de la población agrupada en y en torno a esa ciudad (Boureau of the Census, 1932).

Mientras tanto, multitud de autores desarrollaron sus propias teorías y conceptos para recoger, de la mejor manera posible, las nuevas realidades territoriales que se estaban gestando en sus propios contextos[8]. Desde que Luis Wirth (1938) publicase, hace ya más de ochenta años, su conocido trabajo sobre el *Urbanismo como modo de vida*, se han ido acumulando trabajos teóricos, empíricos, o ambos, que parecen haber complicado en lugar de esclarecer el debate terminológico. Da la impresión de que, cuanto más se quieren precisar los conceptos, más se los oscurece.

Nuestro contexto tampoco es ajeno a estos acercamientos. Entre los ejemplos más significativos y originales en España se encuentran los trabajos de la Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid desde 1964 (COPLACO, 1981) y los desarrollados para el III Plan de Desarrollo Económico y Social de 1972-1975 (Reino de España, 1971). En este último, las áreas metropolitanas son definidas como un conjunto de entidades urbanas en torno a un núcleo central. Además, señala entre sus problemas más comunes dos que aún distan mucho de verse resueltos: las dificultades de coordinación entre los municipios que las constituyen y la falta de coherencia entre los diferentes instrumentos de planificación urbana y regional.

Con posterioridad a ellos no han dejado de aparecer nuevas propuestas metodológicas entre las que destacan la definición de lo urbano de Capel (1975), el análisis de las áreas metropolitanas en España de Esteban Alonso (1981), el trabajo coordinado por López Groh (1987) sobre la crisis de las áreas metropolitanas españolas, la publicación de Vinuesa y Vidal (1991), o los trabajos sobre *mercados locales de trabajo* de la geógrafa Salom Carrasco (1997, 2007 y 2010), entre otros

7. A pesar de todo conviene no olvidar algunas buenas prácticas conseguidas en los casos del Área Metropolitana de Barcelona o de la entidad Bilbao Ría 2000.

8. Se podrían destacar los conceptos de "campo urbano" (Friedmann y Miller, 1965), "mercados locales de trabajo" (Smart 1974), "rururbano" (Bauer y Roux, 1976), "región urbana funcional" (Hall y Hay, 1980), "tecnociudad" (Fishman, 1987), "postmetropolis" (Soja, 1989), "región metropolitana" (Castells, 1990), "ciudad borde" (Garreau, 1992), "áreas de cohesión" (Castañer i Vives, 1994), "metápolis" (Ascher, 1995), "ciudad informacional" (Castells, 1995), "sistema continuo de asentamientos" (Governa y Dematteis, 1999), "ciudad difusa" (Kajima, 2001), "ciudad-región" (Scott, 2001) y "nociudad" (Barja, Duque y Gallego, 2004).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

muchos imposibles de citar en su totalidad[9]. Más recientemente, el Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España del Ministerio de Fomento (2018) merece una mención especial debido a su iniciativa institucional. Ha sido actualizado periódicamente desde el año 2000 y se ofrece en versión digital desde 2007.

En Portugal, la Dirección General de Territorio desarrolló varios proyectos en el sistema urbano portugués, dirigidos tanto a las áreas metropolitanas como a las ciudades medias y a los pequeños centros urbanos complementarios (Ferrão y Marques, 2002). Recientemente, la Fundación Calouste Gulbenkian publicó una serie de estudios (Ribeiro et al., 2014; y Ribeiro, Moura y Chorincas, 2015), en particular sobre las áreas metropolitanas de Lisboa y Oporto, pero en ninguno de ellos son delimitadas con precisión. Por otro lado, Nuno Portas ha coordinado diversas investigaciones y publicó un gran número se reflexiones conceptuales sobre las políticas urbanas portuguesas y sus estrategias territoriales, centrándose también en los problemas de gobernabilidad, gobernanza y regulación de sus sistemas urbanos (Portas, Domingues y Cabral, 2003).

Especial atención merecen aquí las aportaciones metodológicas de Feria Toribio y sus colaboradores (2004, 2008, 2016 y 2018). En sus artículos ha abordado el análisis del sistema metropolitano español en 2001 y 2011 delimitando sus áreas a partir de los datos censales sobre movilidad residencia-trabajo. Para ello, primero realizan una selección de los potenciales focos de áreas metropolitanas (municipios mayores de 50.000 habitantes y les adscriben los municipios más cercanos siempre que cumplan unas condiciones de flujo mínimo absoluto y relativo, posteriormente agregan municipios a sus áreas metropolitanas realizando dos vueltas reiterativas de adscripción en las que el flujo estudiado es el constituido por el sumatorio de flujos a todos los municipios que conforman el área metropolitana en el paso anterior. Nuestra metodología es heredera directa de estos trabajos, pero incorpora novedades metodológicas y conceptuales para ampliar el estudio funcional de los procesos urbanos de la Península Ibérica.

1.4. Enfoque conceptual

El tan estudiado fenómeno metropolitano es consecuencia de la difusión del desarrollo económico y urbanístico y de la expansión demográfica de la ciudad hacia su entorno. Lo metropolitano se concreta en aglomeraciones de gran entidad y densidad que explican la mayor parte de las relaciones residencia/empleo de sus habitantes. El proceso de expansión metropolitano —esencialmente dinámico— está ligado a la previa existencia de una metrópoli en términos de concentración, fomentada por el aumento de población, la recepción de inmigración, el aumento de los servicios, las inversiones, los progresos industriales y las mejoras tecnológicas (Esteban, 1981: 22-23).

Sin embargo, el fenómeno metropolitano no es el único que aparece en la realidad urbana de la Península Ibérica. Si bien puede ser el que absorbe la mayor parte de los crecimientos demográficos, existen otros fenómenos no menos importantes de reseñar. Las dinámicas de integración funcional no son procesos monopolizados por las grandes metrópolis. De hecho, la movilidad cotidiana pendular es también el principal modo de integración de los mercados de trabajo en buena parte del territorio exterior a las áreas metropolitanas, incluso en el mundo rural (Camarero, 2009: 48). Este proceso de integración es una alternativa a la emigración frente a la ausencia de oportunidades en unos territorios que languidecen laboral y demográficamente.

9. Incluimos además a Roca, Moix y Arellano (2012), Serrano (2006); Boix (2007); Ruiz (2011) o Olazabal y Bellet (2018) por ampliar la lista con publicaciones más recientes.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Debido a ello, en esta investigación se ha optado por el término genérico de "área urbana funcional", entendida como un núcleo urbano caracterizado por una gran densidad de actividades, flujos y personas (en términos contextuales) y el área de influencia que genera, funcionalmente dependiente, sobre un fluido espacio territorial circundante, más o menos dilatado. Siguiendo esta conceptualización, un área urbana funcional estaría constituida por dos zonas diferenciadas y conectadas en red: un centro o núcleo que acumularía principalmente la actividad laboral, pedagógica, mercantil, cultural… y el área aledaña que conforma su entorno funcional por la atracción e influencia que generan dichas actividades. Con esta elección vamos a evitar dos peculiaridades que el hecho metropolitano requiere a juicio de los autores: una concentración mínima y elevada en el núcleo matriz, bien sean 500.000 habitantes o cualquier otra cifra, y una lógica de expansión que genera una transferencia del desarrollo urbanizador a las zonas de dependencia funcional. En la mayor parte de los fenómenos urbanos del territorio peninsular no se conjugan estos dos fenómenos y por tanto no podemos hablar de procesos de metropolización. Las grandes metrópolis son un hecho urbano relativamente escaso en nuestro territorio, a pesar del protagonismo que su estudio ha adquirido en fechas recientes y de su incontestable crecimiento. Por el contrario, el espectro de hechos urbanos que caracterizan el territorio peninsular es mucho más amplio. Todos ellos comparten la generación de un área de influencia en el otrora medio rural circundante, pero en la mayor parte de los casos no aparece una transferencia de su proceso de urbanización. El anclaje funcional se ha producido por el agotamiento de las posibilidades de supervivencia en ese territorio antaño rural. En este sentido, gran parte del territorio de influencia de algunas áreas urbanas funcionales, en especial de las de menor tamaño, continúa sumido en las lógicas de decrecimiento propias del éxodo rural.

Por otro lado, muchos de los acercamientos actuales delimitan los procesos urbanos en general, y las áreas urbanas funcionales en particular, como espacios fijos y estáticos, con una frontera de finalización clara. Así ocurre con las delimitaciones del Atlas de Áreas Urbanas del Ministerio de Fomento (2018) español o con las del proyecto europeo Urban Audit (EUROSTAT, 2018). En realidad, nos encontramos ante espacios fluidos y cambiantes en consonancia con las diferentes coyunturas socioeconómicas, algo que se evidencia con los cambios en las delimitaciones de las sucesivas ediciones elaboradas por las iniciativas públicas arriba mencionadas. Sin embargo, esto debería ser tenido en cuenta en la propia definición de la delimitación. En este sentido, para hacer frente precisamente a esta constatación, las principales aportaciones conceptuales de este análisis de «lo urbano» serán: la inclusión del concepto de gradiente en la delimitación de la integración urbana funcional, su independencia de un marco territorial administrativo que en ocasiones se antoja puramente historicista, el análisis de una interdependencia funcional de geometría variable y la verificación de una yuxtaposición de procesos urbanos de muy diversa índole sobre un mismo territorio.

En primer lugar, desarrollamos una metodología común para la delimitación de procesos urbanos funcionales en toda la Península Ibérica, así unificaremos criterios para los dos Estados que la conforman. Iberia supone una entidad física y lógica, más allá de los límites y bordes que la segmentan. El istmo que la separa del resto de Europa constituye una auténtica fractura física que solo se ve rota en los bordes más cercanos al litoral (Irún-Hendaya y Figueras-Perpiñán). Además, después de la crítica sobre la arbitrariedad de las demarcaciones administrativas con que hemos comenzado este artículo, sería incoherente "sacralizar" la raya (frontera) ibérica en el desarrollo de nuestro análisis.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En segundo lugar, agregamos a la delimitación de áreas urbanas el concepto de gradiente de urbanización. Como algunos autores han enunciado, "*la ausencia de frontera determina que el ecosistema urbano tan solo pueda ser definido, delimitado, en función de un gradiente de urbanización, de intensidad de la edificación, de extensión e influjo de las infraestructuras de comunicación, de actividad y estructura económica, de movilidad de mercancías y de personas, de articulación del medio, así como de impacto ecológico*" (Roca Cladera, 2003: 30). En este sentido, resulta un error la delimitación de entidades municipales en términos unívocos de pertenencia o no a un área urbana, sin grises intermedios. Siguiendo este razonamiento, sería necesario incluir un gradiente de intensidad a la delimitación de estas áreas, así como, no restringir necesariamente el núcleo funcional a un único municipio (Gómez Giménez, 2017: 10).

La crítica inicial a las demarcaciones administrativas también devendría inútil si terminamos contando con ellas en el resultado de nuestro análisis. Por ello, en tercer lugar, se propone un sencillo método para evitar las discordancias que introducen los límites apriorísticos de la planta municipal y de *freguesias*. Esta es la principal aportación metodológica de esta comunicación, un ejercicio de homogenización funcional que permitirá la comparativa de indicadores como la densidad o el tamaño poblacional entre los diferentes procesos urbanos.

Antes de finalizar este punto es también necesario hacer un breve apunte sobre la naturaleza del territorio más allá de las áreas urbanas funcionales. Los últimos procesos de cambio territorial y descentralización urbana han implicado una modificación sustancial del concepto *rural*: la extensión del modo de vida urbano está borrando algunas de las características tradicionales que hacían del campo sobre todo un modo de vida identificado con el *mundo campesino*. Estas transformaciones han contado con un acompañamiento teórico y conceptual en el que no profundizaremos. Baste decir que, en fechas recientes y tal vez como respuesta contestataria a una enunciada "desaparición de lo rural", se ha producido el denominado "giro culturalista". Esta perspectiva resulta fundamental para explicar un panorama conformado por múltiples actores sociales (ecologistas, ambientalistas, turistas, productores, cazadores, nuevos residentes, agentes de desarrollo local…) que pugnan por imponer un significado específico de ruralidad (*ruralismo*) a las múltiples realidades que caracterizan el antaño mundo rural. "*Su esencia ya no se construye desde una especificidad productiva, sino que es entendida como una distinción social* en continua reelaboración *por la interacción de diferentes actores*" (González y Camarero, 1999: 56). Lo rural ya no es una entidad física sino un espacio fluido y complejo. En lo referente a esta comunicación, se trata de los diversos *bordes* del sistema urbano[10], que adquieren contenidos y rasgos específicos en cada lugar concreto.

2. Metodología

Los métodos de delimitación de áreas urbanas europeas suelen seguir un mismo patrón. Se comienza seleccionando los núcleos centrales que cumplan unos requisitos estándar de espacio urbano y se les añaden las áreas colindantes con las que mantienen relación. Los indicadores más utilizados para "relacionar" estas áreas suelen ser de continuidad poblacional, edificación, infraestructuras, densidad, desplazamientos cotidianos, etc. (Miramontes y Marques, 2016). En

10. En las siguientes figuras de este artículo se empleará el término genérico "bordes urbanos" para designar el territorio, otrora rural, menos integrado y más desconectado de la realidad del sistema urbano peninsular. La elección del término "borde urbano", en vez de otros como "rural" o "extraurbano" se asienta en el hecho mencionado de que las lógicas de lo urbano se han dispersado por otro el territorio. Su utilización denota la realidad de un territorio que puede ser denominado "no urbano" pero solo de una forma limitada.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

nuestro caso hemos optado por la integración del mercado laboral como principal indicador para la delimitación de las áreas urbanas funcionales de la Península Ibérica, a partir de los datos de los Censos de Población español y portugués de 2011. La integración del mercado laboral de un determinado territorio es cuantificable a través de lo que en inglés se conoce como "commuting". El término correspondiente en español sería el de "movimiento o migración pendular", es decir, el desplazamiento desde el lugar de residencia al lugar de trabajo o estudio por periodos diarios, ida y vuelta.

En la delimitación de las áreas urbanas funcionales peninsulares distinguiremos hasta tres zonas distintas: el núcleo funcional o área propiamente urbana caracterizada por la máxima integración del mercado laboral, donde la densidad de flujos y actividad alcanza el valor máximo; la primera corona o área suburbana donde el gradiente de urbanización comienza a disminuir, pero el grado de dependencia del núcleo es notable y presumiblemente albergará los crecimientos relativos más elevados en los sistemas metropolitanos; y la segunda corona o área de difusión, en la que el gradiente comienza a agotarse y el grado de dependencia del núcleo es relativamente bajo. Además, se incluirá en el análisis la definición de una tercera corona más allá de las áreas urbanas, a la que denominaremos zona de influencia funcional exterior. Se tratará de una demarcación territorial no adscrita a las áreas urbanas, pero a la que aún llega, débilmente, su influencia funcional. Su delimitación ha de ser entendida como una zona fluida, no inamovible, donde los procesos que caracterizan la urbanización como categoría explicativa comienzan a diluirse. De este modo, su incardinación en las dinámicas urbanas de integración funcional fluctuará acompañando a las diferentes coyunturas socioeconómicas que enfrente cada territorio. En cualquier caso, su delimitación constituirá una herramienta de análisis de gran utilidad para estudiar la incidencia de la integración funcional a procesos urbanos en la evolución del territorio rural.

El procedimiento de delimitación de áreas urbanas funcionales basado en la movilidad laboral residencia-trabajo cuenta con una matriz origen-destino de 7.959 x 7.959 municipios para la España peninsular y otra de 4.050 x 4.050 *freguesias* para el Portugal continental. La metodología que se explicará a continuación es un proceso iterativo, a diferencia de lo que ocurre con otras sistemáticas estudiadas. Es decir, se delimitarán todas las zonas del gradiente de urbanización que componen la mayor área urbana funcional del territorio analizado y, solo terminado este proceso, se pasará a la delimitación de la siguiente área urbana en tamaño. Y así sucesivamente, hasta terminar con la más pequeña. De esta forma evitaremos la generación de subsistemas internos dentro de las áreas urbanas funcionales finalmente delimitadas.

En este punto conviene concretar el límite inferior para la determinación de un núcleo urbano funcional. En esta investigación se entiende que todo continuo urbano con una población mayor de 10.000 habitantes ostenta la posibilidad de constituir un área urbana funcional. A este respecto, el mayor problema radicó en descartar el municipio como unidad de medida demográfica cuando estos cuenten con varios núcleos poblacionales. Este límite mínimo fue el que propuso la Conferencia Europea de Estadística de Praga en 1966 y nos permitirá la definición de la totalidad de sistemas urbanos (y metropolitanos) de la Península Ibérica.

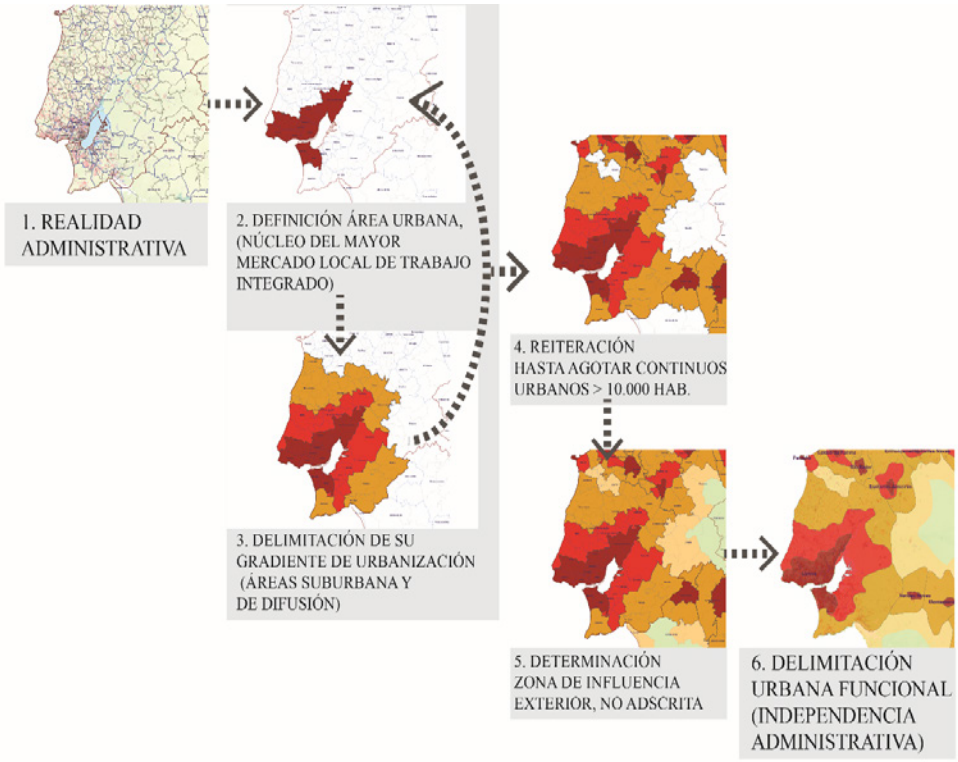
El mayor municipio en términos poblacionales absolutos (Madrid) será considerado el primer foco, a partir del cual se delimitará el primero de los procesos urbanos funcionales. Solo una vez terminado todo el proceso de delimitación de su área urbana funcional —de todas las zonas que la integran, el núcleo y sus coronas—, se repetirá este procedimiento para el siguiente mayor municipio o *freguesia*. La reiteración de esta acción se reproducirá tantas veces como sea necesaria;

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

para todos los asentamientos continuos mayores de 10.000 habitantes, siempre que sean exteriores a áreas urbanas funcionales anteriormente delimitadas en torno a focos mayores.

El proceso para la delimitación de cada área urbana funcional comprende los siguientes pasos. En primer lugar, se delimitarán los entes locales que conforman su núcleo funcional. A continuación, se demarcarán las sucesivas coronas que dependen de él, en mayor o menor medida. Estas se denominarán área suburbana y área de difusión, como ya se ha establecido. Los entes locales que pertenezcan a ellas no podrán postularse como nuevos focos de sus propias áreas urbanas. Por último, se determinará una tercera corona de influencia no adscrita. Una entidad contenida en esta última sí podrá postularse como posible foco de su propia área urbana, siempre que cumpla con el requisito poblacional.

Figura 3: Esquema del proceso metodológico seguido.



Fuente: Elaboración propia

2.1. Delimitación del área urbana, núcleo funcional:

Para cada municipio o *freguesia* estudiados como foco: aquellas entidades, cuyo flujo de movilidad laboral cotidiana cumpla con alguno de los siguientes requisitos, se adscribirán al área urbana nuclear de dicho foco:

- Si existe un flujo mayor de 100 trabajadores y un mínimo del 50% de la población activa residente en el municipio o *freguesia* trabaja en el foco.
- Si existe un flujo mayor de 1 000 trabajadores, y un mínimo del 30% de población activa residente en el municipio o *freguesia* trabaja en el foco.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Además, se aplicarán los siguientes principios para la demarcación final de los núcleos funcionales:

- Autonomía funcional interna: El sumatorio de flujos desde cualquier entidad al resto de las pertenecientes al núcleo funcional (incluido el reflexivo) ha de comprender como mínimo al 70% de sus residentes empleados. De no ser así, estos municipios o *freguesias* serán eliminados del núcleo funcional.
- Coherencia espacial: Se incluirán las entidades (o partes de ellas) que hayan sido rodeados por otras que cumplan lo anterior para evitar una discontinuidad espacial. Además, se incluirán en el área todos los municipios o *freguesias* que presenten una situación de continuidad edificada si uno de ellos cumple las anteriores condiciones.
- Conurbación máxima: Se eliminarán del núcleo todas las entidades que aparezcan aisladas del resto de municipios o *freguesias* pertenecientes al núcleo. En la práctica, esto ha equivalido a la determinación de una distancia máxima para el continuo urbano central que nunca ha superado los 40 kilómetros al centro del foco.

2.2. Delimitación de la primera corona, área suburbana, y de la segunda corona, área de difusión:

Una vez realizada la demarcación inicial de un núcleo funcional (NF), para cada entidad aún no asignada a este o a otra área urbana funcional mayor, se calcularán los flujos de salida agregados al NF, esto es, obtenemos el flujo total desde cada municipio o *freguesia* al NF conformado en la primera fase.

Aquellos municipios o *freguesias* que cumplan uno de los siguientes requisitos se adscribirán al área suburbana del núcleo funcional estudiado (primera corona):

- Si existe un flujo mayor a 100 trabajadores y un mínimo del 30% de la población activa residente en el municipio o *freguesia* trabaja en el NF.
- Si existe un flujo mayor a 1.000 trabajadores y un mínimo del 15% de la población activa residente en el municipio o *freguesia* trabaja en el NF.

Aquellos municipios o *freguesias* que cumplan uno de los siguientes requisitos se adscribirán al área de difusión del núcleo funcional estudiado (segunda corona):

- Si existe un flujo mayor a 50 trabajadores y un mínimo del 15% de población activa residente en el municipio o *freguesia* trabaja en el NF.
- Si existe un flujo mayor a 1.000 trabajadores, y un mínimo del 10% de población activa residente en el municipio o *freguesia* trabaja en el NF.

De nuevo se aplicará el principio de coherencia espacial, esto es, se incluirán los municipios, *freguesias* o partes de ellos que hayan sido rodeados por otros que cumplan lo anterior para evitar una discontinuidad espacial. También se incluirán en el área todas las entidades que presenten una situación de continuidad edificada (conurbación) si una de ellas cumple los criterios de flujo. Y, por último, las entidades que aun cumpliendo los requisitos cuantitativos de flujo no presenten ninguna continuidad espacial con el resto del área urbana funcional no serán incluidos en ninguna de estas coronas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2.3. Determinación de la zona de influencia funcional exterior, no adscrita:

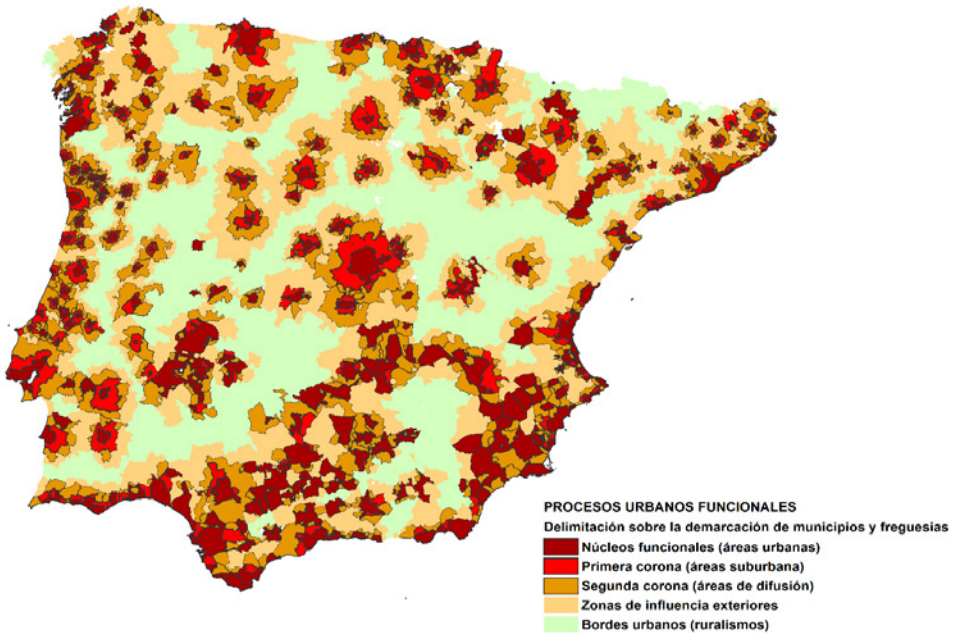
Una vez realizada la adscripción de las dos primeras coronas, para cada entidad aún no asignada de nuevo se tiene en cuenta el cálculo del flujo de salida agregado al NF. Aquellos municipios o *freguesias* que cumplan el siguiente requisito se incluirán en la zona de influencia funcional exterior, no adscribiéndose directamente a ningún área urbana funcional:

- Si existe un flujo mayor a 50 trabajadores y un mínimo del 10% de población activa residente en el municipio o *freguesia* trabaja en el NF.

Una vez más, se aplicará el principio de coherencia espacial anteriormente reseñado.

El resultado de la aplicación de estos tres primeros pasos del proceso de delimitación, de forma iterativa y hasta agotar todos los posibles focos, es el que aparece en la Figura 4: Delimitación de las áreas urbanas funcionales de la Península Ibérica en base a las demarcaciones administrativas de municipios y freguesias. Un total de 585 municipios y 477 *freguesias* forman parte de los núcleos funcionales de los 273 procesos urbanos delimitados en la Península Ibérica (222 en España y 51 en Portugal) que suman casi 35 millones de habitantes, un 65% de toda la población peninsular. En sus áreas suburbanas (primeras coronas) han sido incluidos 851 municipios y 620 *freguesias* que contienen 5,4 millones de habitantes); y en sus áreas de difusión (segundas coronas) 1.826 municipios y 1.327 *freguesias* que acogen a 7,7 millones de habitantes. De este modo, las zonas de influencia funcional no adscritas acogen en conjunto 2.511 municipios y 705 *freguesias* que suman 3,4 millones de habitantes; mientras que los bordes urbanos residuales están constituidos por los restantes 2.186 municipios y 921 *freguesias*, esto es, 2 millones de habitantes.

Figura 4: Delimitación de las áreas urbanas funcionales de la Península Ibérica en base a las demarcaciones administrativas de municipios y *freguesias*



Fuente: Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2.4. Delimitación funcional e independencia administrativa

La introducción de este artículo ha sido empleada para reseñar la complejidad y particularidades de la planta administrativa-territorial sobre la que hasta ahora se han delimitado las áreas urbanas funcionales, así como los defectos interpretativos que operar bajo sus lentes puede introducir en nuestros análisis territoriales. Sin embargo, la delimitación hasta aquí realizada no ha podido escapar de ella. Esta demarcación base de los procesos urbanos funcionales no puede hacerse de otro modo si empleamos el *commuting* como indicador principal de delimitación. Municipios y *freguesias* constituyen el nivel estadístico mínimo de desagregación en el que estos datos están disponibles para la totalidad del territorio peninsular. Para paliar esta limitación, en este apartado se propone un método para el establecimiento de nuevos bordes funcionales que sirvan como instrumento para independizar los procesos urbanos delimitados de las demarcaciones administrativas de origen.

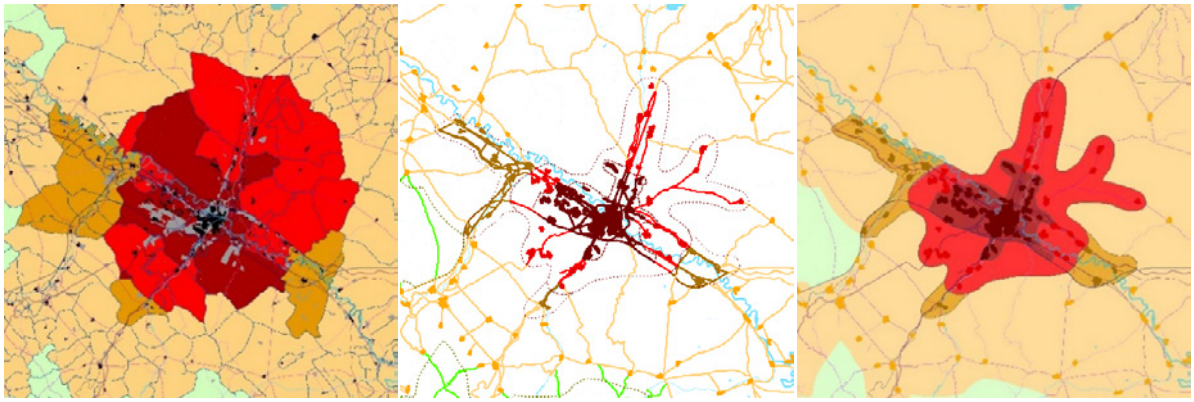
La delimitación de los nuevos bordes funcionales sigue el mismo procedimiento que el derecho internacional utiliza para definir el mar territorial de los Estados. Primero se constituirán las líneas base, que estarán definidas por los límites exteriores de las superficies artificializadas contenidas en las tres zonas de cada área urbana funcional y la red de infraestructuras viarias que las une, en caso de estar disgregadas. Este procedimiento sigue los pasos que aparecen en el Figura 5: Transformación de delimitación administrativa a funcional del área urbana de Zaragoza. De izquierda a derecha: delimitación administrativa en base a los términos municipales, líneas base y delimitación funcional final:

- En la imagen original aparecen las demarcaciones administrativas coloreadas según el nivel que ocupan en el gradiente de urbanización. El rojo más oscuro corresponde a las entidades que conforman el núcleo urbano funcional, el rojo puro a las que forman parte del área suburbana, el naranja a las del área de difusión, el ocre a las que forman parte de las zonas de influencia no adscritas y el verde a los bordes urbanos (municipios sin relación funcional significativa con las áreas urbanas). A estas delimitaciones administrativas les superponemos las superficies artificializadas según los proyectos del Sistema de Información sobre Ocupación de Suelo de España (SIOSE) de 2011 o de la Carta de Ocupación del Suelo de Portugal (COS) de 2010. Y añadimos las redes infraestructurales de viario rodado y ferroviario, disponibles a través de los centros de descarga de los Institutos Geográficos de España y Portugal.
- En la segunda imagen, nos quedamos con la intersección entre las delimitaciones administrativas de cada área del gradiente y las superficies artificializadas e infraestructuras viarias que las conectan. Los perímetros exteriores a esta intersección espacial serán los que determinen las líneas base para definir los nuevos bordes funcionales.
- Por último, a partir de estas líneas base se realizará un *buffer*[11] de tres kilómetros para cada una de las áreas que definen el gradiente de urbanización, tal y como se puede ver en la tercera imagen. A este buffer se le aplicará el principio de coherencia espacial. Esto es, no se dejarán espacios vacíos no asignados en el interior de un área urbana funcional y las coronas (suburbana y de difusión) habrán de tener unión de continuidad entre ellas y con el núcleo funcional. En la Figura 6: Delimitación final de las áreas urbanas funcionales peninsulares se pueden observar los resultados de la aplicación de esta delimitación funcional.

11. Superficie que encierra el área resultante de dar una determinada distinta de influencia en torno a un punto, una línea o un polígono.

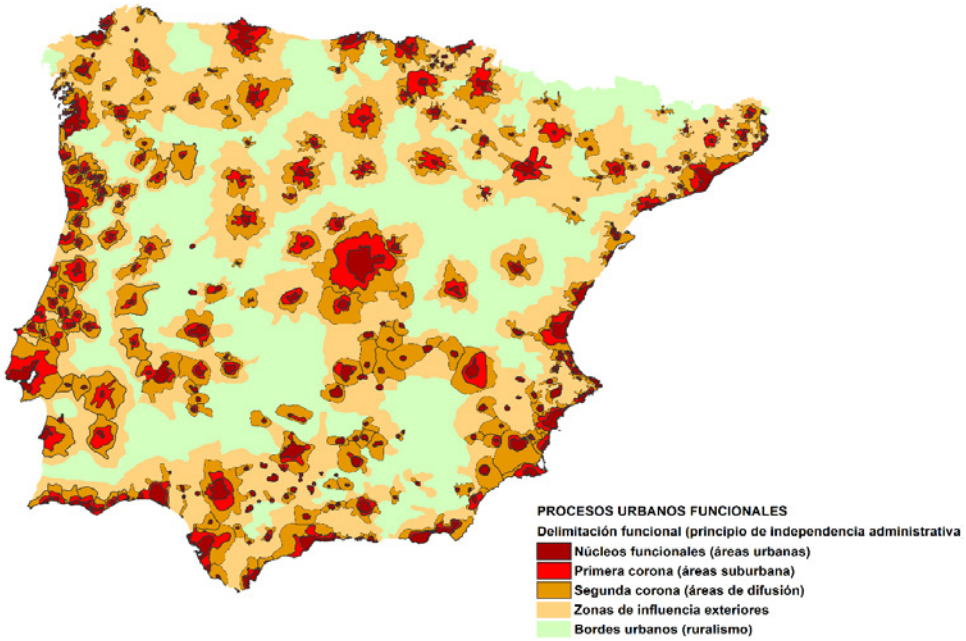
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Figura 5: Transformación de delimitación administrativa a funcional del área urbana de Zaragoza. De izquierda a derecha: delimitación administrativa en base a los términos municipales, líneas base y delimitación funcional final



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Delimitación final de las áreas urbanas funcionales peninsulares



Fuente: Elaboración propia

La cifra elegida para la generación del buffer puede antojarse arbitraria; tres kilómetros es aproximadamente la distancia que un viandante es capaz de recorrer en media hora. Podría haberse utilizado cualquier otra cifra, o incluso podría haberse obviado este paso dejando simplemente superficies disgregadas y conectadas en red. Sin embargo, entendemos que la incidencia de una superficie artificializada se extiende más allá de su límite de contacto. El impacto ecológico de sus extremos se traduce en alteraciones en el medio, intensificación de servicios, expectativas de cambio de uso del suelo o posibilidad de vertidos sólidos en su proximidad. En definitiva, los márgenes de las superficies artificiales producen alteraciones en el ecosistema, que afectan a un espacio intersticial, más o menos amplio, más allá del contorno urbanizado. Por supuesto, este impacto no es el mismo en todos los hechos urbanos. El espacio de amortiguación de impactos ecológicos aumentará cuanto mayor sea la intensidad de los procesos de urbanización. Por ejemplo, las expectativas de cambio de calificación del suelo pueden anular el "valor de uso" agrícola de extensas zonas colindantes a las grandes metrópolis, pero esto no tiene por qué ocurrir en

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

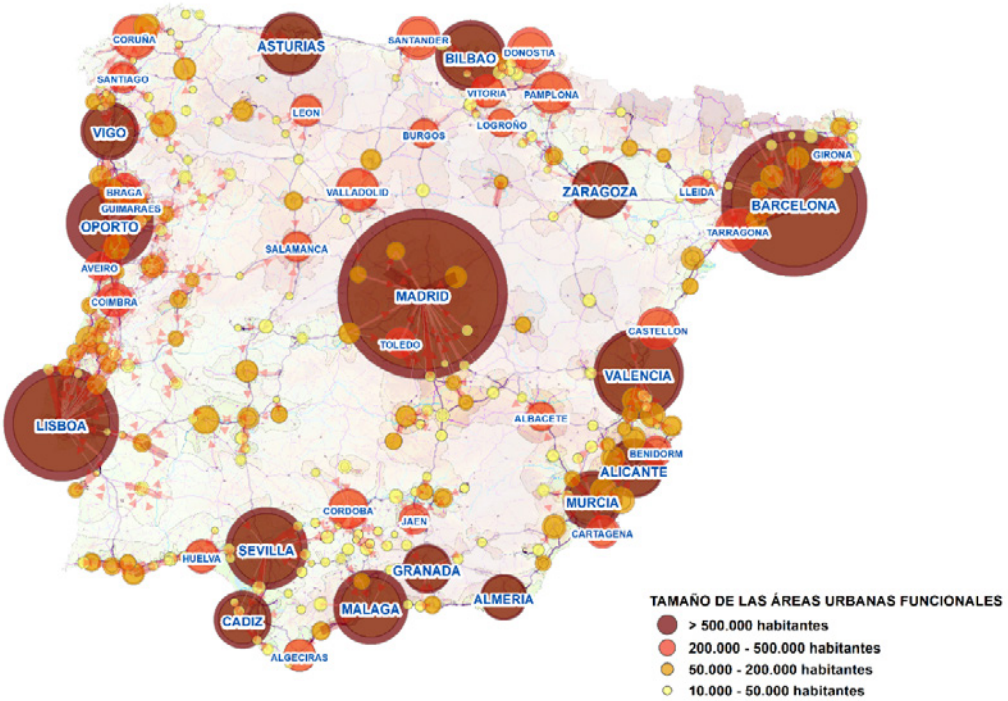
las inmediaciones de pequeñas ciudades donde el límite haya permanecido estable durante las últimas décadas. En cualquier caso, los beneficios de optar por una cifra y homogeneizarla para todos los procesos urbanos funcionales nos permitirá un análisis comparado de indicadores territoriales como la densidad; que ya no estarán determinados por las demarcaciones jurisdiccionales de la planta local, sino por el factor forma del continuo artificializado, la evolución de sus crecimientos y las redes infraestructurales de cada proceso urbano.

3. Resultados

La aplicación de nuestra metodología ha dado como resultado la delimitación de 273 áreas urbanas funcionales en el territorio peninsular. El panorama es muy diferente en cada una de ellas, solo 16 áreas tienen más de 500.000 habitantes y acogen a más del 50% de la población peninsular. Madrid es la mayor de todas con 6,7 millones de habitantes. Le siguen Barcelona con 4,9 millones y Lisboa con 3,1.

Valencia, Oporto, Sevilla-Dos Hermanas, Málaga-Marbella y Ría de Bilbao superan el millón de personas; mientras que Asturias Central, Murcia, Alicante-Elche, Zaragoza, Vigo-Pontevedra, Bahía de Cádiz-Jerez de la Frontera, Granada y Almería sobrepasan el medio millón. Entre 200.000 y 500.000 habitantes se han delimitado 27 áreas urbanas funcionales: Donostia-San Sebastián, A Coruña, Tarragona, Santander, Valladolid, Castellón de la Plana, Pamplona, Córdoba, Coímbra, Vitoria, Huelva, Braga, Cartagena, Bahía de Algeciras, León, Toledo, Benidorm, Salamanca, Santiago de Compostela, Girona, Jaén, Aveiro, Burgos, Albacete, Lleida, Guimarães y Logroño. Entre 50.000 y 200.000 han sido identificadas 80. Además, se han identificado hasta 150 áreas con menos de 50.000 habitantes y muy diversas dinámicas y posicionamientos dentro del sistema urbano (ver Figura 7: Sistema urbano peninsular).

Figura 7: Sistema urbano peninsular



Fuente: Elaboración propia

El gradiente de urbanización resulta fundamental para entender las dinámicas demográficas (ver Tabla 1: Indicadores territoriales de los procesos urbanos funcionales). Las áreas suburbanas presentaron los mayores crecimientos demográficos entre 1991 y 2011 (47,2%), mientras que el fenómeno de la urbanización extendida se traduce en unos crecimientos mayores en las áreas de difusión (18,2%) que en los centros funcionales (17,6%). Muchos de los asentamientos presentes en las sucesivas coronas de las áreas urbanas funcionales podrían ser catalogados como rurales en base a su tamaño poblacional y densidad; sin embargo, las claves de su recuperación, cuando existe, no hay que buscarlas en un fenómeno endógeno de recuperación rural sino en los factores exógenos de la urbanización extendida, la integración funcional y la explosión de las redes infraestructurales.

Tabla 1: Indicadores territoriales de los procesos urbanos funcionales

PROCESOS URBANOS FUNCIONALES	Área Km2	1991		2011		Evol. 1991-2011	
		Población	Densidad hab/ Km2	Población	Densidad hab/ Km2	Evol. (%)	% ev.total
Áreas urbanas (núcleo funcional)	4%	64,6%	1.226	65,2%	1.442	17,6	69%
Áreas suburbanas (primeras coronas)	7%	8,0%	89	10,1%	131	47,2	23%
Áreas de difusión (segundas coronas)	21%	14,2%	55	14,4%	64	18,2	16%
SUBTOTAL ÁREAS URBANAS FUNCIONALES	32%	86,9%	215	89,8%	259	20,4	107%
Zonas de influencia funcional (no adscritas)	35%	7,9%	18	6,4%	17	-5,8	-3%
Bordes urbanos	34%	5,2%	12	3,8%	10	-14,0	-4%
TOTAL PENINSULAR	100%	100%	79	100%	92	16,6	100%

Fuente: Elaboración propia

Los núcleos de las áreas urbanas funcionales solo suponen el 4% del territorio peninsular, pero albergan al 65% de su población. En conjunto, las áreas urbanas funcionales suponen el 32% del territorio peninsular, pero acogen a casi el 90% de su población. El territorio restante se reparte en dos mitades: las zonas de influencia funcional no adscritas y los bordes urbanos. Como presuponíamos en las hipótesis de partida, el anclaje funcional del medio rural al sistema urbano supone una ventaja comparativa frente a aquellos territorios que están más alejados. Aunque ambos espacios muestran claros indicadores de decrecimiento, los territorios que presentan una mayor dependencia funcional del sistema urbano exhiben una mayor resiliencia al éxodo rural. Mientras que el territorio integrado en zonas de influencia funcional no adscritas ha perdido casi un 6% de su población entre 1991 y 2011, el resto de los bordes urbanos han decrecido un 14% (ver Tabla 1: Indicadores territoriales de los procesos urbanos funcionales). En todo caso, la conclusión es clara: la recuperación en el medio rural -el territorio funcionalmente desvinculado de las ciudades- no existe. El aumento de la dependencia del sistema urbano, que conlleva viajes laborales de hasta hora y media en un solo sentido, solo consigue el mantenimiento de una parte de la generación soporte que encuentra en el *commuting* de larga distancia una alternativa a la emigración. No parece, sin embargo, que esto vaya a asegurar el equilibrio a medio y largo plazo de un territorio que supone las dos terceras partes de la Península Ibérica.

Como se puede observar en el Tabla 2: Indicadores sociodemográficos de los procesos urbanos funcionales, los bordes urbanos son el territorio más envejecido y con menor proporción de menores; una situación que le predispone a perspectivas de futuro poco alentadoras. Tiene las tasas más bajas de actividad e intensidad del empleo, así como las mayores tasas de fracaso escolar. Frente a ello, en las áreas suburbanas ocurre justo lo contario, son las zonas de preferencia para la residencia de las nuevas familias. En ellas aparece la tasa de desempleo más baja de todo el gradiente de urbanización.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

Tabla 2: Indicadores sociodemográficos de los procesos urbanos funcionales

PROCESOS URBANOS FUNCIONALES Indicadores 2011	Grandes grupos			Empleo			Fracaso escolar	Universitarios
	<15	15-65	>65	Actividad (act/pb.15-65)	Paro (emp/act)	Intensidad (emp/pb.16-65)		
Áreas urbanas (núcleo funcional)	15,2%	67,9%	16,9%	78,2%	26,1%	57,8%	25,2%	21,6%
Áreas suburbanas (primeras coronas)	16,8%	67,9%	15,4%	77,4%	24,0%	58,9%	32,5%	15,2%
Áreas de difusión (segundas coronas)	15,2%	66,2%	18,6%	75,7%	27,3%	55,1%	39,4%	10,9%
SUBTOTAL ÁREAS URBANAS FUNCIONALES	15,4%	67,6%	17,0%	77,7%	26,1%	57,5%	28,3%	19,2%
Zonas de influencia funcional (no adscritas)	12,3%	62,9%	24,8%	75,1%	28,4%	53,8%	41,7%	8,8%
Bordes urbanos	11,5%	61,4%	27,2%	72,3%	27,4%	52,5%	47,3%	8,3%
TOTAL PENINSULAR	15,0%	67,1%	17,9%	77,4%	26,2%	57,1%	30,0%	18,0%

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, a pesar de la utilidad del gradiente de urbanización para explicar fenómenos y dinámicas demográficas, también hay que remarcar la gran variedad de circunstancias que se dan en las diferentes áreas urbanas funcionales. Debido a ello, hemos procedido a un intento de clasificarlas atendiendo a un doble criterio: el tamaño de sus núcleos funcionales y su evolución demográfica entre 1991 y 2011. Respecto al primer criterio, se han determinado seis diferentes posibilidades. Existe un sistema metropolitano cuando el núcleo funcional tiene más de 500.000 habitantes, un sistema protometropolitano cuando su población está entre 200.000 y 500.000, un sistema urbano grande cuando tienen entre 100.000 y 200.000, uno medio entre 50.000 y 100.000, uno pequeño entre 20.000 y 50.000, y un sistema protourbano cuando los núcleos funcionales tienen entre 10.000 y 20.000 habitantes.

Respecto al segundo de los criterios, se han determinado tres posibles fases de evolución demográfica para el periodo comprendido entre 1991 y 2011. Un sistema estará en fase expansiva cuando concurran dos condiciones: su crecimiento demográfico en conjunto ha sido positivo, así como el de sus coronas funcionales, con independencia de la evolución demográfica del núcleo. Por el contrario, se tratará de un sistema en fase centralizadora cuando solo se observa crecimiento demográfico en el núcleo funcional mientras que decrece la población de sus coronas, con independencia de cuál sea el resultado para el conjunto total. Y, por último, un sistema estará en fase contractiva cuando tanto el núcleo como sus coronas hayan perdido población en las dos décadas estudiadas (ver Tablas 3 y 4).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

Tabla 3: Área, población, densidad y evolución demográfica de las diferentes clases de áreas urbanas funcionales de la Península Ibérica

	Nº.	Área funcional			Población 2011			Densidad 2011			Evolución 1991-2011		
		total (%)	% núcleo	% coronas	total (%)	% núcleo	% coronas	total hb/km²	núcleo hb/km²	coronas hb/km²	evol. total (%)	evol. núcleo (%)	evol. coronas (%)
Sistemas metropolitanos (núcleos >500.000 hab.)	14	7,6	18,2	81,8	51,1	76,5	23,5	619	2.608	178	20,9	14,3	48,7
...en fase expansiva	12	6,7	17,0	83,0	47,9	76,1	23,9	660	2.944	190	22,2	14,8	53,6
...en fase centralizadora	2	0,9	26,3	73,7	3,2	82,4	17,6	323	1.013	77	4,8	8,5	-9,7
Sistemas protometropolitanos (núcleos >200.000 hab.)	13	3,2	19,4	80,6	10,2	79,8	20,2	287	1.183	72	24,2	23,7	26,4
...en fase expansiva	13	3,2	19,4	80,6	10,2	79,8	20,2	287	1.183	72	24,2	23,7	26,4
Sistemas urbanos grandes (núcleos >100.000 hab.)	20	4,5	10,7	89,3	7,7	69,1	30,9	155	1.001	54	21,8	24,8	15,7
...en fase expansiva	14	3,0	11,0	89,0	5,7	67,7	32,3	172	1.059	62	28,3	29,4	26,2
...en fase centralizadora	5	1,4	9,8	90,2	1,7	73,9	26,1	107	803	31	8,6	17,6	-10,7
...en fase contractiva	1	0,1	15,4	84,6	0,3	68,0	32,0	426	1.886	161	-4,2	-3,4	-5,9
Sistemas urbanos medios (núcleos >50.000 hab.)	37	4,8	11,2	88,8	8,0	60,4	39,6	153	823	68	25,3	27,2	22,6
...en fase expansiva	28	3,4	11,5	88,5	6,6	57,7	42,3	176	880	84	29,2	30,0	28,1
...en fase centralizadora	8	1,2	8,5	91,5	1,3	70,4	29,6	97	797	31	11,5	20,7	-5,6
...en fase contractiva	1	0,1	27,2	72,8	0,1	94,6	5,4	85	296	6	-1,2	-0,1	-26,1
Sistemas urbanos pequeños (núcleos >20.000 hab.)	97	7,3	10,1	89,9	9,0	60,3	39,7	114	676	50	15,3	20,3	8,4
...en fase expansiva	50	3,2	11,1	88,9	5,3	54,4	45,6	154	750	79	23,2	25,2	21,0
...en fase centralizadora	41	4,0	9,0	91,0	3,3	69,0	31,0	76	580	26	7,0	18,4	-11,9
...en fase contractiva	6	0,1	21,0	79,0	0,4	67,1	32,9	315	1.005	131	-6,4	-7,2	-4,9
Sistemas protourbanos (núcleos >10.000 hab.)	92	4,4	8,8	91,2	3,8	64,2	35,8	81	587	32	5,7	13,1	-5,3
...en fase expansiva	33	1,5	8,9	91,1	1,4	63,8	36,2	90	640	36	20,2	23,5	14,7
...en fase centralizadora	40	2,1	8,8	91,2	1,7	62,6	37,4	76	542	31	3,8	17,3	-13,0
...en fase contractiva	19	0,8	8,8	91,2	0,7	68,8	31,2	78	605	27	-11,6	-8,5	-17,7
TOTAL ÁREAS URBANAS FUNCIONALES	273	31,8	13,1	86,9	89,8	72,6	27,4	259	1.442	82	20,4	17,6	28,6
Resto del territorio en zonas de influencia exteriores	-	34,7	-	-	6,4	-	-	17	-	-	-5,8	-	-
Resto del territorio en los bordes urbanos	-	33,5	-	-	3,8	-	-	10	-	-	-14,0	-	-
TOTAL PENÍNSULA IBÉRICA	-	100	-	-	100	-	-	92	-	-	16,6	-	-

Indicadores urbanos
Indicadores interurbanos
Indicadores rurales

Fuente: Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

Tabla 4: Clasificación de las áreas urbanas funcionales peninsulares

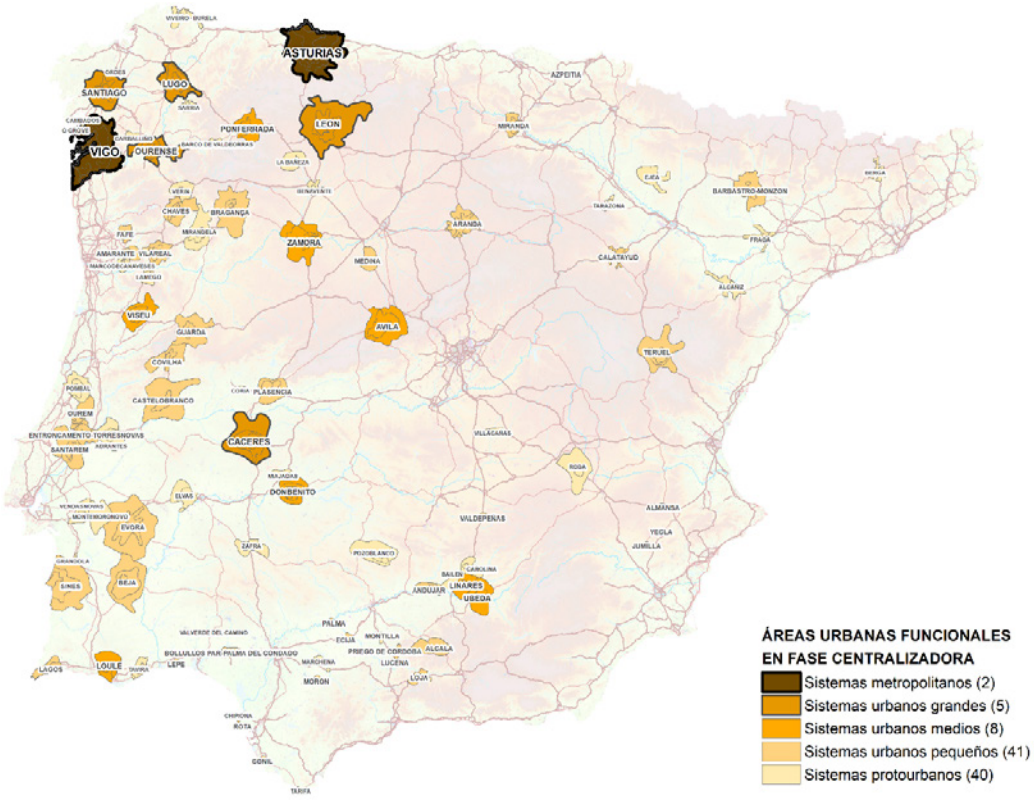
CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS URBANAS FUNCIONALES DE LA PENÍNSULA IBÉRICA 1991-2011		
Sistemas metropolitanos (núcleos funcionales >500.000 hab.)		
..en fase expansiva	12	Madrid, Barcelona, Lisboa, Valencia, Porto, Sevilla-Dos Hermanas, Málaga-Marbella, Ría de Bilbao, Murcia, Alicante-Elche/Alacant-Elx, Zaragoza, Bahía de Cádiz-Jerez de la Frontera
...en fase centralizadora	2	Asturias Central, Vigo-Pontevedra
...en fase contractiva	0	
Sistemas protometropolitanos (núcleos funcionales >200.000 hab.)		
...en fase expansiva	13	Granada, Almería-Campo de Dalías, Donostia/San Sebastián-Errenteria-Irun, A Coruña, Tarragona-Reus-Cambrils, Santander-Torrelavega, Valladolid, Castellón-Vila-real, Pamplona/Iruña, Córdoba, Vitoria/Gasteiz, Huelva, Bahía de Algeciras
...en fase centralizadora	0	
...en fase contractiva	0	
Sistemas urbanos grandes (núcleos funcionales >100.000 hab.)		
...en fase expansiva	14	Coimbra, Braga, Cartagena, Benidorm-Costa Blanca, Salamanca, Girona-Salt, Jaén, Burgos, Albecete, Lleida, Logroño, Badajoz, Gandia-Oliva, Blanes-Lloret de Mar
...en fase centralizadora	5	León, Santiago de Compostela, Ourense, Lugo, Cáceres
...en fase contractiva	1	Ferrol-Narón
Sistemas urbanos medios (núcleos funcionales >50.000 hab.)		
...en fase expansiva	28	Toledo, Aveiro, Guimarães, Orihuela-Vega Baja del Segura, Torrevieja, Oliveira de Azeméis-São João da Madeira, Alzira-Algemesí-Carcaixent, Lorca-Águilas, Elda-Petrer, Alcoy/Alcoi-Ibi, Manresa, Tortosa-Amposta, Faro-Olhão, Viana do Castelo, Guadalajara, Mérida, Talavera de la Reina, Ciudad Real, Palencia, Dénia-Jávea/Xàbia, Figueres, Segovia, Portimão, Estepona-Costa del Sol, Motril, Huesca, Vinaròs-Benicarló, Cuenca
...en fase centralizadora	8	Viseu, Ponferrada, Úbeda, Zamora, Ávila, Loulé, Don Benito-Villanueva de la Serena, Linares
...en fase contractiva	1	Puertollano
Sistemas urbanos pequeños (núcleos funcionales >20.000 hab.)		
...en fase expansiva	50	Leiria-Marinha Grande, Vila Nova de Famalicão, Barcelos, Vic-Manlleu, El Vendrell-Calafell, Tudela-Ribera de Navarra, Albufeira, Felgueiras, Nazaré-Alcobaça, Igualada-Vilanova del Camí, Caldas da Rainha, Antequera, Xàtiva-Canals, Ribeira-A Pobra do Caramiñal, Figueira da Foz, Cieza-Abarán, Vilafranca del Penedès, Vera-Cuevas de Almanzora, Alcázar de San Juan-Campo de Criptana, Tomelloso-Socuéllamos, Vilagarcía-Vilanova de Arousa, Villena-Caudete, Ontinyent, Soria, Laredo-Santoña, Olot, Ronda, Isla Cristina-Ayamonte, Beasain-Ordizia, Lebrija, Almendralejo, Caravaca de la Cruz-Cehegín, Hellín-Tobarra, Huércal-Overa-Albox, Sant Feliu de Guíxols, Puente Genil, Villarrobledo-San Clemente, Barbate-Vejer de la Frontera, Requena-Utiel, Torroella de Montgrí-L'Escala, Sueca, Almuñécar, Calahorra, Palafrugell, Madridejos-Consuegra, Jaca-Sabiñánigo, Cullera, Baza, Nerja, Bolaños de Calatrava-Almagro
...en fase centralizadora	41	Santarém-Almeirim, Évora, Covilhã, Entroncamento-Torres Novas, Vila Real, Castelo Branco, Amarante, Sines, Barbastro-Monzón, Guarda, Fafe, Ourém, Plasencia, Beja, Andújar, Chaves, Aranda de Duero, Teruel, Lucena, Miranda de Ebro, Écija, Bragança, Lagos, Yecla, Bollullos Par-La Palma del Condado, Valdepeñas, Priego de Córdoba, Rota, Alcalá la Real, Morón de la Frontera, Medina del Campo, Lepe, Calatayud, Azpeitia-Azkoitia, Jumilla, Almansa, Loja, Montilla, Conil de la Frontera, Palma del Río, Cabra
...en fase contractiva	6	Eibar-Ermua, Arrasate/Mondragón-Oñati, Zumarraga-Legazpi, Lalín, Villacarrillo-Villanueva del Arzobispo, Baena
Sistemas protourbanos (núcleos funcionales >10.000 hab.)		
...en fase expansiva	33	Águeda, Manzanares-La Solana, Mula-Bullas, Navalmoral de la Mata-Talayuela, Daimiel-Villarrubia de los Ojos, Palamós-Calonge, Tarancón, Estepa, Peniche, Quintanar de la Orden, Vila Real de Santo António, Villafranca de los Barros, Mollerussa, Tavernes de la Valldigna, Lora del Río, Almonte, Balaguer, Osuna, Arnedo, Roses, Tàrrega, Villamartín-Prado del Rey, Pilas-Aznalcázar, Rio Maior, La Seu d'Urgell, Haro, Huétor Tájar, La Bisbal d'Empordà, Santa Coloma de Farners, Amurrio-Urduña/Orduña, La Carlota, Pego, Caspe
...en fase centralizadora	40	Pombal, Abrantes, Marco de Canaveses, Pozoblanco-Villanueva de Córdoba, Lamego, Zafra-Los Santos de Maimona, Berga, La Roda, Mirandela, Marchena-Paradas, Alcañiz, Tavira, Benavente, Verín, Bailén, La Carolina, Burela, Elvas, Viveiro, Fraga, O Barco de Valdeorras, O Carballiño, Chipiona, Ejea de los Caballeros, La Bañeza, Tarifa, Sarria, Montemor-o-Novo, Villacañas-La Villa de Don Fadrique, Tarazona, Cambados, Aguilar de la Frontera, Vendas Novas, Coria, Ordes, Miajadas, Valverde del Camino, La Puebla de Cazalla, O Grove, Grândola
...en fase contractiva	19	Tomar, Portalegre, Guadix, Monforte de Lemos, Noia, Peñarroya-Pueblonuevo, Ubrique, Astorga, Reinosa, Béjar, Bergara, Xinzo de Limia, Vilalba, Ripoll-Campdevànol, Ciudad Rodrigo, Villablino, Rianxo, Alcaudete, As Pontes de García Rodríguez

Fuente: Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La clasificación de las 273 áreas urbanas funcionales siguiendo este doble criterio ha ofrecido 15 tipos de sistemas urbanos (las otras tres combinaciones posibles no han aparecido). Casi todas las grandes áreas metropolitanas (14) y todas las protometropolitanas (13) se encuentran en fase expansiva, con las excepciones de los sistemas metropolitanos de Vigo-Pontevedra y Asturias Central, que aún se hayan en fase de centralización. Esta fase centrípeta aparece en 96 sistemas peninsulares y es especialmente recurrente en otras áreas urbanas funcionales del noroeste peninsular: León, Santiago, Ourense, Lugo, Viseu, Ponferrada, Zamora, Santarém, Vila Real, Chaves, Bragança o Benavente (ver Figura 8). La primacía de dinámicas de concentración en este territorio indica un estadio inicial en la configuración de sus sistemas urbanos y metropolitanos. En algunos de ellos, pudiera ser que las dificultades orográficas características de sus territorios adscritos aún no hayan sido difuminadas con la actual explosión de las infraestructuras viarias.

Figura 8: Clasificación de las 96 áreas urbanas en fase centralizadora



Fuente: Elaboración propia

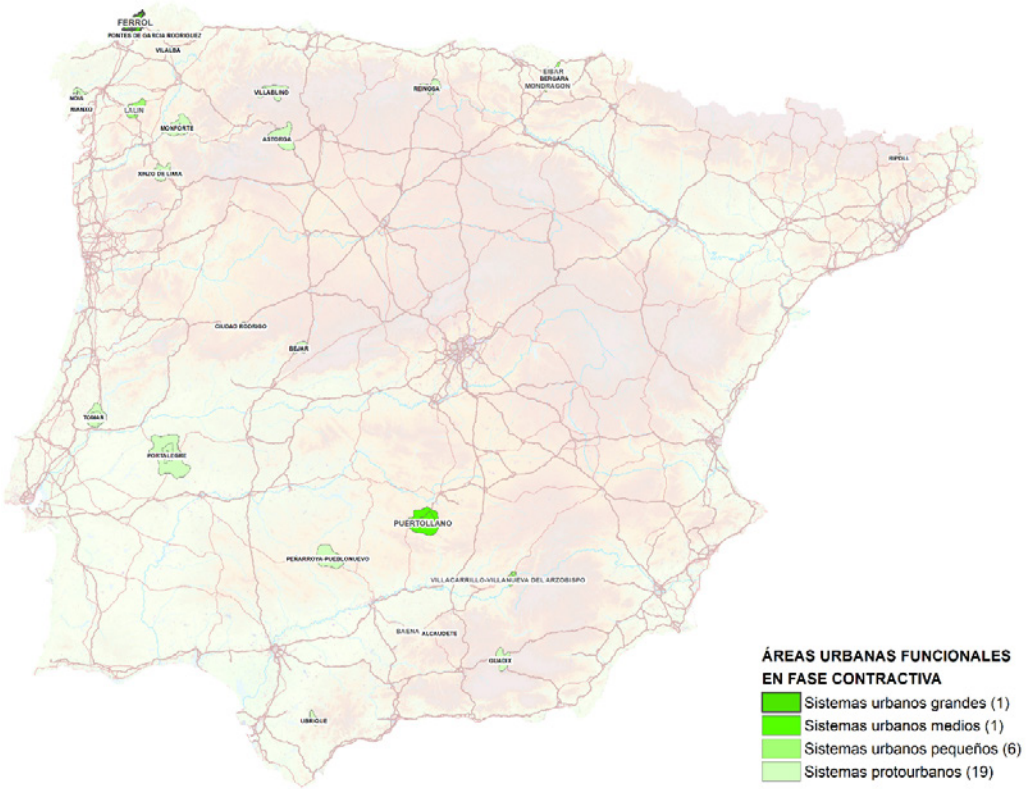
También parece ser recurrente en núcleos constituidos por lo que podrían denominarse como "agrociudades", pequeñas capitales rodeadas de un paisaje eminentemente agrario que ejercían como centro de servicios para los habitantes que trabajaban en el sector primario circundante (Cáceres, Úbeca-Baeza, Ávila, Loulé, Don Benito-Villanueva de la Serena, Linares, Évora, Beja, Teruel o Barbastro-Monzón). Estos centros no han sido aún capaces de enfrentar sustantivamente las profundas transformaciones del campo y del sistema agroalimentario que repercuten especialmente en su entorno. A pesar de su capacidad para mantener funciones institucionales y servicios o de su cada vez mejor posicionamiento en el sector turístico, debido al importante patrimonio cultural que albergan, son incapaces de dar una alternativa urbana de cercanía, a los residentes de su alfoz, suficiente para evitar la continuación de su vaciamiento demográfico. O, en cualquier caso, esta no parece ser de igual intensidad, y signo contrario, a la perdida de oportu-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

nidades en su territorio de dependencia funcional. Además, en muchos de ellos se añade una ausencia de suficiente integración con el resto del sistema urbano debido a dinámicas históricas de largo alcance y atrasos infraestructurales seculares, especialmente visibles en las zonas fronterizas estatales, el interior del cuadrante suroeste peninsular y en las áreas de orografía más complicada.

Más preocupantes son los 27 sistemas urbanos que se encuentran en fase contractiva: Ferrol-Narón, Puertollano, Eibar-Ermua, Arrasate/Mondragón-Oñati, Tomar, Portalegre, Guadix, Lalín, Zumarraga-Legazpi, Noia, Baena, Ubrique, Astorga, Reinosa, Bergara, Béjar, Vilalba, Ciudad Rodrigo, Villablino o As Pontes de García Rodríguez, entre otros (ver Figura 9). Un vistazo rápido sobre ellos nos permite detectar algunas problemáticas generales que se dan por separado o conjugadas. Muchos están constituidos por núcleos funcionales que atraviesan aún profundas crisis de reconversión industrial, otros se corresponden con asentamientos que han perdido un actor importante en su sector de especialización económica. En cualquier caso, todos parecen padecer la ausencia de un especial apoyo institucional, y en gran parte de ellos también se observan los aplazamientos infraestructurales seculares que antes se mencionaron.

Figura 9: Clasificación de las 27 áreas urbanas en fase contractiva



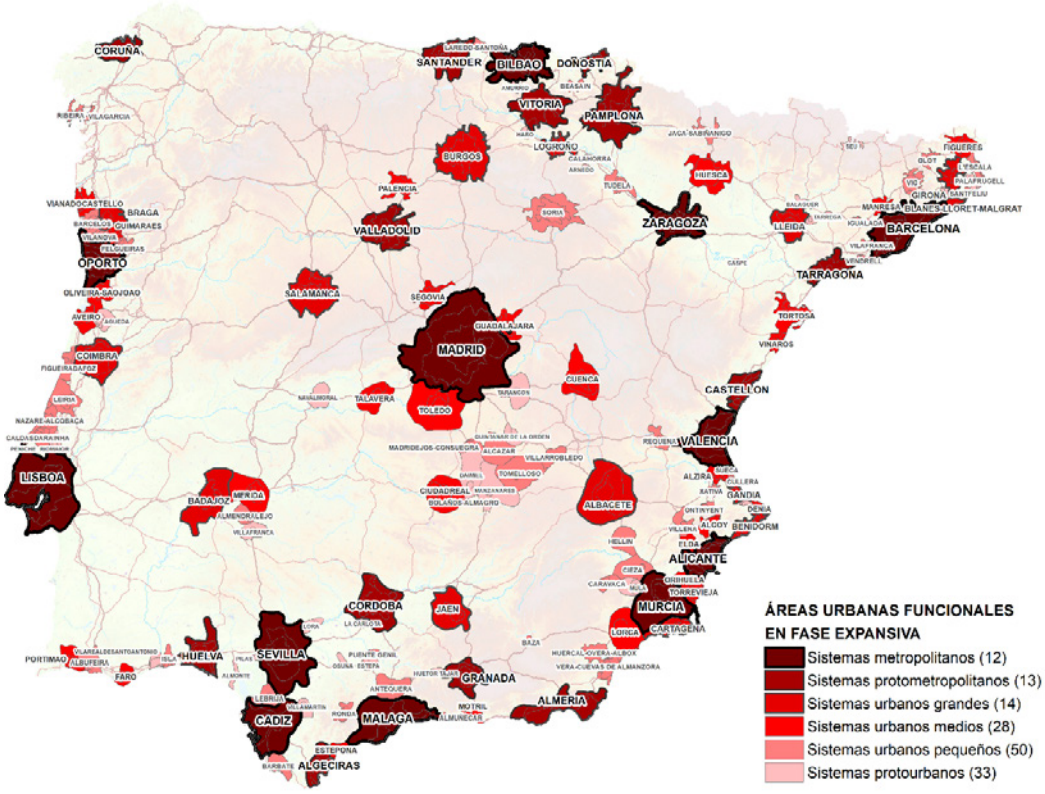
Fuente: Elaboración propia

De esta forma, como se enunció en las hipótesis de partida, la totalidad de los procesos urbanos funcionales presentes en la Península Ibérica no se caracterizan por una expansión del proceso urbanizador hacia sus áreas de influencia. Esto ocurre tan solo en los 150 sistemas en fase expansiva, que representan, grosso modo, la mitad de los procesos urbanos detectados. Se trata de los ganadores del proceso de urbanización y las dinámicas de configuración de un territorio cada vez más polarizado; bien por haber llegado antes, como en el caso de las metrópolis, o por su privilegiado posicionamiento en red con respecto a ellas (ver Figura 10). Concretamente, más

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

del 80% de estos se concentran en torno a las grandes regiones urbanas de la Península Ibérica: el eje atlántico portugués que une las metrópolis de Oporto y Lisboa (18 de ellos), la región urbana central que se genera en torno a Madrid (15), la región urbana catalana (24), el eje Cantábrico-Ebro (27), el litoral andaluz y el eje del Guadalquivir (29) y la región mediterránea del levante (27). Fuera de estos seis grandes conglomerados territoriales, apenas hay una veintena de sistemas urbanos en fase expansiva. Y algunos de ellos aparecen estratégicamente localizados como intermediarios entre estos ejes-regiones urbanas: Albacete entre Madrid y Levante; Burgos entre Madrid y el Cantábrico, o Badajoz-Mérida entre Madrid y el eje atlántico portugués. Por ello y desalentadoramente, en el devenir urbano peninsular, este retrato induce a pensar que, frente a la aplastante fuerza de las ventajas comparativas, existen pocas alternativas de búsqueda de nuevas ventajas competitivas.

Figura 10: Clasificación de las 150 áreas urbanas en fase expansiva



Fuente: Elaboración propia

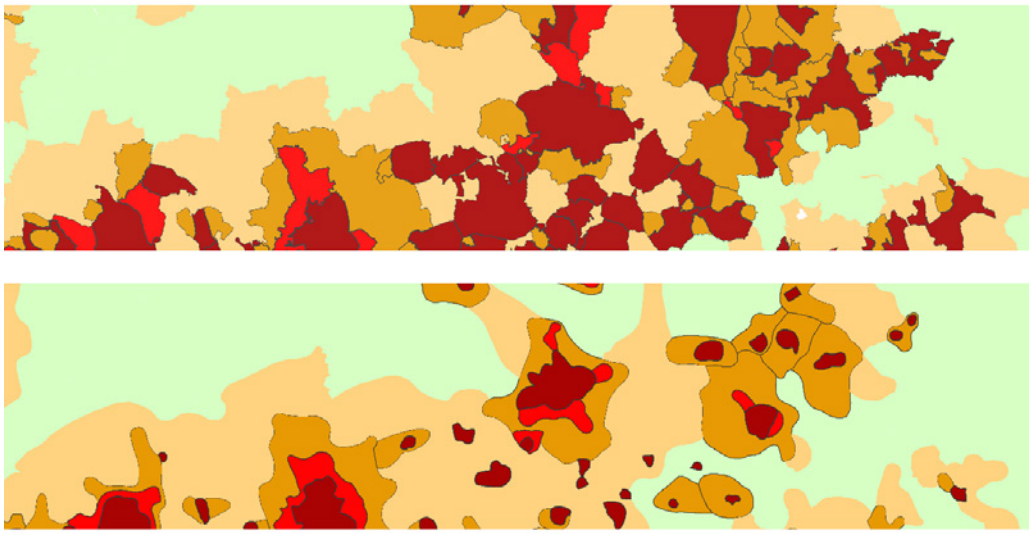
4. Conclusiones

La metodología de delimitación aquí empleada ha permitido la detección de 273 áreas urbanas funcionales en la Península Ibérica. Un abordaje que va mucho más allá de los procesos metropolitanos que, a lo sumo, solo suponen un diez por ciento de ellas. Además, se ha conseguido la armonización de criterios para los dos países que componen la península, así como validar la utilidad explicativa del gradiente de urbanización en las dinámicas demográficas territoriales. Por otro lado, el método seguido para su delimitación ha conseguido escapar de las constricciones de la planta local administrativa y sus demarcaciones jurisdiccionales. Esta es la aportación más significativa que presenta esta investigación, se ha pasado de una delimitación basada en la orga-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

nización administrativa de la planta local a una delimitación funcional centrada en los auténticos procesos constitutivos de lo urbano.

Figura 11: Diferencia de resultados entre la delimitación administrativa en base a los términos municipales (arriba) y la funcional desarrollada en esta comunicación (abajo).



Fuente: elaboración propia

No todas las áreas urbanas funcionales siguen el mismo proceso evolutivo. La diversidad de tamaños y dinámicas demográficas evidencia que la polarización territorial no solo se salda con el tradicional medio agrario como único perdedor. Han sido detectados 27 sistemas urbanos en fase contractiva y 96 en fase centralizadora. Esto demuestra que la transmisión del proceso urbanizador que caracteriza principalmente a las coronas suburbanas y de difusión de los procesos metropolitanos no es el único motor de integración funcional de los mercados laborales en torno a las áreas urbanas. Este anclaje también aparece en el otrora medio rural como alternativa de supervivencia, ante la falta de oportunidades de unos territorios que no han abandonado dinámicas de decrecimiento. Pero también se corrobora que este proceso no es por sí solo suficiente para dar una alternativa digna y razonable a sus habitantes, ni que evite el avance paulatino, si bien minorizado, de la despoblación de estos territorios funcionalmente anclados a núcleos urbanos.

En todo caso, las delimitaciones resultantes abren el camino a nuevas investigaciones que se encarguen de analizar los procesos internos *en sí mismos* y la caracterización propia de cada área urbana funcional. Además, permanece pendiente la delimitación funcional de los *bordes urbanos* que han quedado fuera del objeto de esta metodología. Resulta evidente que hay que tomar determinaciones sobre este y otros territorios si de generar un modelo de asentamientos más equilibrado y sostenible se trata. Para ello, es fundamental cambiar el paradigma conceptual centrado en entidades nominales y pasar a otro centrado en procesos funcionales que emanen de las dinámicas territoriales reales.

Por último, no conviene olvidar las que deberían ser consecuencias lógicas de la constatación de la dimensión real de los procesos urbanos. Como se ha repetido en multitud de ocasiones: la delimitación de las áreas urbanas funcionales debe tener efectos operativos sobre su gobierno y gestión, que aúnen sus intereses comunes y los coordinen buscando la eficacia y la eficiencia de resultados. El desajuste entre la escala competencial de las administraciones públicas y el ámbito

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

real en que operan los agentes económicos y la ciudadanía continúa ampliando su brecha, a pesar de que llevemos décadas hablando de ello. El sistema de planificación, gestión y gobernanza integral de las áreas urbanas, que funcionan como mercados inmobiliarios y laborales diferenciados e internamente coherentes, debe implementarse de manera más activa. Tanto las estrategias para amortiguar el impacto ambiental de la actividad humana sobre el medio circundante, como el uso de servicios de los ecosistemas en su mitigación interna, deben implementarse en la escala real en que se producen los procesos urbanos; si con ello queremos abordar el problema y la necesidad de generar una economía urbana circular. Además, estas entidades funcionales también deberían ser las primeras jurisdicciones administrativas objetivas y competentes para llevar a cabo estrategias integrales de cohesión social, así como, políticas redistributivas espacialmente homogéneas. Ya que es en ellas, como sistemas complejos, donde se territorializan las lógicas de segregación residencial y segmentación social.

5. Agradecimientos

Este artículo es posible gracias a la financiación de los contratos predoctorales del Programa Propio de I+D+i de la Universidad Politécnica de Madrid, de los que el primer autor es beneficiario. Asimismo, agradecemos el apoyo recibido por el Ayuntamiento de Madrid a través de las tres ediciones de Ayudas para tesis doctorales sobre Economía Urbana.

6. Bibliografía

- Ascher, François (1995). *Métapolis ou l'avenir des villes*. París: Editions Odile Jacob.
- Barja, Juan; Duque, Félix y Gallego, Joaquín (Eds.) (2004). *No ciudad*. Revista Sileno, nº 14-15. Madrid: Abada Editores.
- Bauer, Gérard y Roux, Jean-Michel (1976). *La rurbanisation ou la ville éparpillée*. París: Ed. Du Seuil.
- Boix Domenech, Rafael (2007). "Concepto y delimitación de áreas metropolitanas: una aplicación a las áreas metropolitanas de España". En: *Seminario Las grandes áreas metropolitanas españolas en una perspectiva comparada*. Sevilla.
- Boureau of the Census (1932). *Fifteenth Census of the United States: 1930, Metropolitan Districts*. Washington D.C.: U.S. Government Printing.
- Burgueño, Jesús y Guerrero Lladós, Montse (2014). "El mapa municipal de España. Una caracterización geográfica". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 64, 11-36.
- Camarero Rioja, Luis Alfonso (2009). "La población rural en España. De los desequilibrios a la sostenibilidad social". *Colección Estudios Sociales*, 27. Barcelona: Obra Social Fundación "La Caixa".
- Capel, Horacio (1975). "La definición de lo urbano". *Estudios Geográficos*, 138-139, 256-301.
- Castañer i Vives, Margarita (1994). "La ciudad real en Cataluña. Las áreas de cohesión". *Ciudad y Territorio*, 99, 101-115.
- Castells, Manuel (1990). "Estrategias de desarrollo metropolitano en las grandes ciudades españolas: la articulación entre crecimiento económico y calidad de vida". En Borja, Jordi et al. (coords.). *Las grandes ciudades en la década de los noventa*. Madrid: Sistema, 17-64.
- Castells, Manuel (1995). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano–regional*. Madrid: Alianza Editorial.
- COPLACO (1981). *Directrices de Planeamiento Territorial Urbanístico para la revisión del Plan General del Área Metropolitana de Madrid*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Dupuy, Gabriel (1998). *El urbanismo de las redes. Teorías y Métodos*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Esteban Alonso, Alfonso de (1981). *Las áreas Metropolitanas en España: un análisis ecológico.* Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- EUROSTAT (2018). *Cities (Urban Audit)*. https://ec.europa.eu/eurostat/web/cities/spatial-units [consulta: 13 de noviembre de 2019]
- Feria Toribio, José María (2004). "Problemas de definición de las áreas metropolitanas en España". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 38, 85-99.
- Feria Toribio, José María (2008). "Un ensayo metodológico de definición de las áreas metropolitanas de España a partir de la variable residencia-trabajo". *Investigaciones Geográficas*, 46, 49-68.
- Feria Toribio, José María y Martínez Bernabéu, Lucas (2016). "La definición del sistema metropolitano español. Permanencias y cambios entre 2001 y 2011". *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 187, 9-24.
- Feria Toribio, José María; De Oliveira Neves, Gwendoline; y Hurtado Rodríguez, Claudia (2018). "Une méthode pour la délimitation des aires métropolitaines. Application au système urbain espagnol". *Cybergeo: European Journal of Geography*, 852, 1-24. DOI: http://dx.doi.org/10.4000/cybergeo.29101
- Ferrão, João (2012). *Regiões funcionáis, relações urbano-rurais e política de coesão pós-2013. Relatório Final.* Instituto de Ciéncias Sociais da Universidade de Lisboa.
- Ferrão, João y Marques, Teresa Sá (2002). *Sistema Urbano Nacional: Síntese.* Lisboa: Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano.
- Fishman, Robert (1987). *Bourgeois Utopias: The Rise and Fall of Suburbia*. New York: Basic Books.
- Friedmann, John y Miller, John (1965). "The Urban Field". *Journal of the American Institute of Planners*, 31 (4), 312-320. http://dx.doi.org/10.1080/01944366508978185
- García Sanz, Benjamín (2011). *Ruralidad emergente, posibilidades y retos.* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Garreau, Joel (1992). *Edge City: Life on the New Frontier*. Nueva York: Anchor.
- González Fernández, Manuel T. y Camarero Rioja, Luis Alfonso (1999). "Reflexiones sobre el desarrollo rural: las tramoyas de la postmodernidad". *Política y sociedad*, 31, 55-68.
- Gómez Giménez, José Manuel (2017). "El área urbana funcional de Madrid (1991-2011) Metodología y resultados de una propuesta de delimitación y caracterización multicriterio". *Territorios en formación*, 11, 3-24. DOI: http://dx.doi.org/10.20868/tf.2017.11.3457
- Gómez Giménez, José Manuel y Hernández Aja, Agustín (2018). "Retos de las áreas urbanas funcionales españolas: el caso madrileño, 1991-2011". En: Monclús, Javier y Díez Medina, Carmen (Eds.). *Ciudades y formas urbanas. Perspectivas transversales. V. 6. Formas urbanas y territorio*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza e Instituto Fernando el Católico, 111-122. Recuperado de/Retrieved from http://oa.upm.es/52840/
- Governa, Francesca; y Dematteis, Giuseppe (1999). "From urban field to continuous settlements networks: European examples". En: Aguilar, Adrián Guillermo y Escamilla Herrera, Irma (Eds.). *Problems of megacities: social inequalities, environmental risks and urban governance*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, 543-556.
- Hall, Peter y Hay, Dennis (1980). *Growth Centers in the European Urban System*. Londres: Heinemann.
- Kajima, Momoyo (2001). *Made in Tokyo*. Tokio : Kajima Institute Publishing.
- López Groh, Francisco (coord.) (1987). Áreas metropolitanas en la crisis. Instituto del Territorio y Urbanismo. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Ministerio de Fomento (2018). Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas en España. http://atlasau.fomento.gob.es/ [consulta: 13 de noviembre de 2019]
- Miramontes, Ángel y Marques, Teresa Sá (2016). "Las áreas urbanas en la península ibérica. Un ejercicio de delimitación". *Papeles de Geografía,* 62, 47-63. DOI: http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2016/247681
- OCDE (2002). *Redefining territories. The functional regions*. Paris: OECD Publications.
- Olazabal, Eduardo y Bellet, Carmen (2018). "Procesos de urbanización y artificialización del suelo en las aglomeraciones urbanas españolas (1987-2011)". Cuadernos Geográficos, 57 (2), 189-210. DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5920
- Portas, Nuno, Domingues, Álvaro, Cabral, João (2003). *Políticas Urbanas. Tendências, estratégias e oportunidades, Volume I e II.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Reino de España (1971). *III Plan de Desarrollo económico y social: 1972-1975.* Madrid: Imprenta Nacional del Boletín Oficial del Estado.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

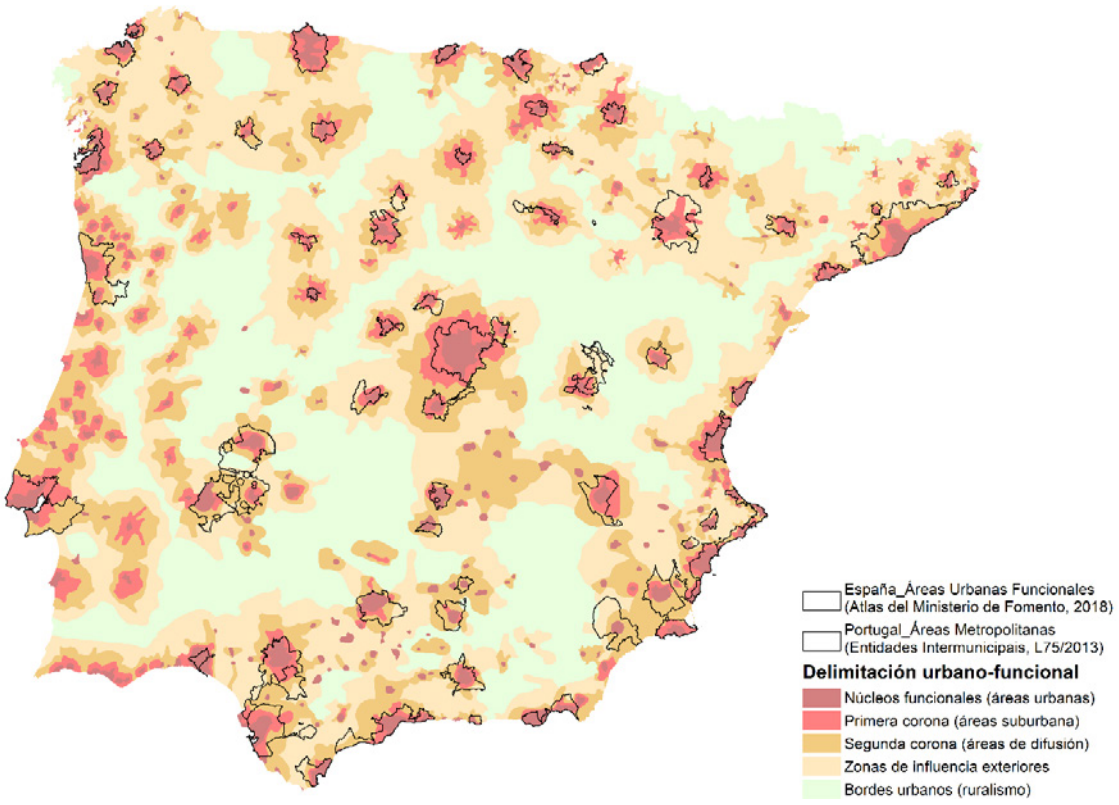
- República de Portugal (2013). *Lei n.º 75/2013 de 12 de setembro, estatuto das entidades interminicipais*. Diário da República, 12 de septiembre de 2013, 1ª serie, núm. 176, 5688-5724.
- Ribeiro, José Manuel Félix et al. (2014) *Noroeste Global*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ribeiro, José Manuel Félix; Moura, Francisca y Chorincas, Joana (2015). *Uma Metrópole para o Atlântico*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Roca Cladera, Josep (2003). "La delimitación de la ciudad: ¿una cuestión imposible?". *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, XXXV (135) 17-36.
- Roca Cladera, Josep, Moix Bergada, Montserrat y Arellano Ramos, Blanca (2012). "El sistema urbano en España". *Scripta Nova*, XVI (396).
- Ruiz González, Francisco (2011). Áreas Urbanas de España. Proyecto AUDES. Universidad de Castilla - La Mancha, Ciudad Real. http://alarcos.esi.uclm.es/per/fruiz/audes/ [consulta: 3 de diciembre de 2018]
- Salom Carrasco, Julia et al. (1997). "Las áreas de mercado de trabajo local en la Comunidad Valenciana. Una propuesta de delimitación". *Estudios Territoriales*, XXIX (112), 335-356.
- Salom Carrasco, Julia, y Casado Díaz, José Manuel (2007). "Movilidad cotidiana y mercados locales de trabajo en la Comunidad Valenciana". *Boletín de la A.G.E.*, 44, 5-28.
- Salom Carrasco, Julia, y Albertos Puebla, Juan Miguel (2010). "Densidad de la red viaria y forma urbana: Delimitación del espacio urbano en ocho aglomeraciones españolas". En: *IV Jornadas de Geografía Económica*, León.
- Scott, Allen J. (Ed.) (2001). *Global City-Regions. Trends, theory, policy.* Oxford: University Press.
- Serrano Martínez, José María (2006). "Aglomeraciones y áreas urbanas en España, dimensión y tendencias: Breves precisiones". *Lurralde: investigación espacial,* 29, 115-142.
- Soja, Edward W. (1989) *Postmodern geographies. The reassertion of space in critical social theory*. Londres: Verso Press.
- Solís Trapero, Eloy y Troitiño Vinuesa, Miguel Ángel (2012) "El paradigma de la red: Bases para una nueva interpretación del territorio y de los procesos escalares de la urbanización". *BAGE: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 69, 141-164.
- Smart, M. W. (1974). "Labour Market Areas: Uses and Definition". *Progress in Planning,* 2(4), 238-353.
- Vinuesa Angulo, Julio y Vidal Domínguez, María Jesús (1991). *Los procesos de urbanización*. Madrid: Síntesis.
- Wirth, Lewis (1938). "Urbanism as a Way of Life". *American Journal of Sociology*, 44 (1), 1-24.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

7. Anexo: Comparativa y Resultados por área urbana funcional

Comparativa con las delimitaciones del Atlas de Áreas Urbanas 2018 del Ministerio de Fomento de España y las entidades intermunicipales metropolitanas de la Ley 75/2013 de Portugal

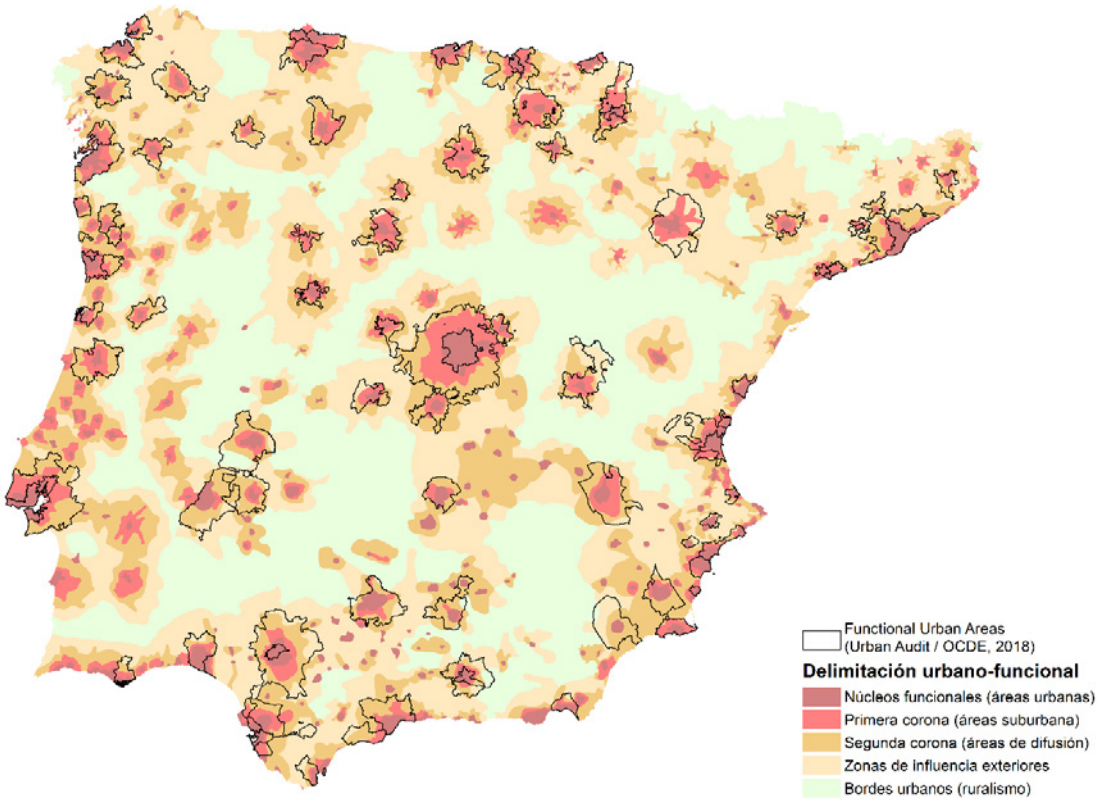


En Portugal continental, la Ley 75/2013, que creó las 23 entidades intermunicipales que hoy dividen su territorio, solo atendió a la escala real del hecho urbano en los dos casos metropolitanos de Oporto y Lisboa. Ello solo representa al 50% de la población que según nuestro análisis reside en áreas urbanas funcionales. Fuera de los territorios de las dos metrópolis, hasta 48 realidades urbanas no reciben ninguna atención. Entre ellas destacan grandes centros urbanos como Coimbra, Braga, Aveiro, Guimarães, Faro-Olhão, Viana do Castelo o Portimão.

En España, el Atlas de las Áreas Urbanas del Ministerio de Fomento contenía 78 delimitaciones peninsulares en 2018. Solo suponen el 30% de las áreas catalogadas con nuestra metodología, aunque concentran al 75% de su población. En cualquier caso, 205 áreas quedan fuera del análisis. Entre ellas, seis sistemas urbanos medios con más de 50.000 habitantes en sus núcleos: Alzira-Algemesí-Carcaixent, Tortosa-Amposta, Úbeda-Baeza, Figueres, Don Benito-Villanueva de la Serena, y Vinaròs-Benicarló. Además, conviene reseñar algunas de las divergencias más importantes en cuanto a los resultados. Una discrepancia habitual en esta y otras metodologías se encuentra en el continuo urbano de la Costa del Sol: mientras que en nuestro análisis aparece una solución doble, para Fomento está formado por tres áreas. Además, en la metodología de Fomento, aparecen de manera independiente: Aranjuez dentro de la de Madrid, Sagunto en Valencia, Utrera en Sevilla, Sanlúcar de Barrameda en la Bahía de Cádiz, y Roquetas de Mar y El Ejido en Almería.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

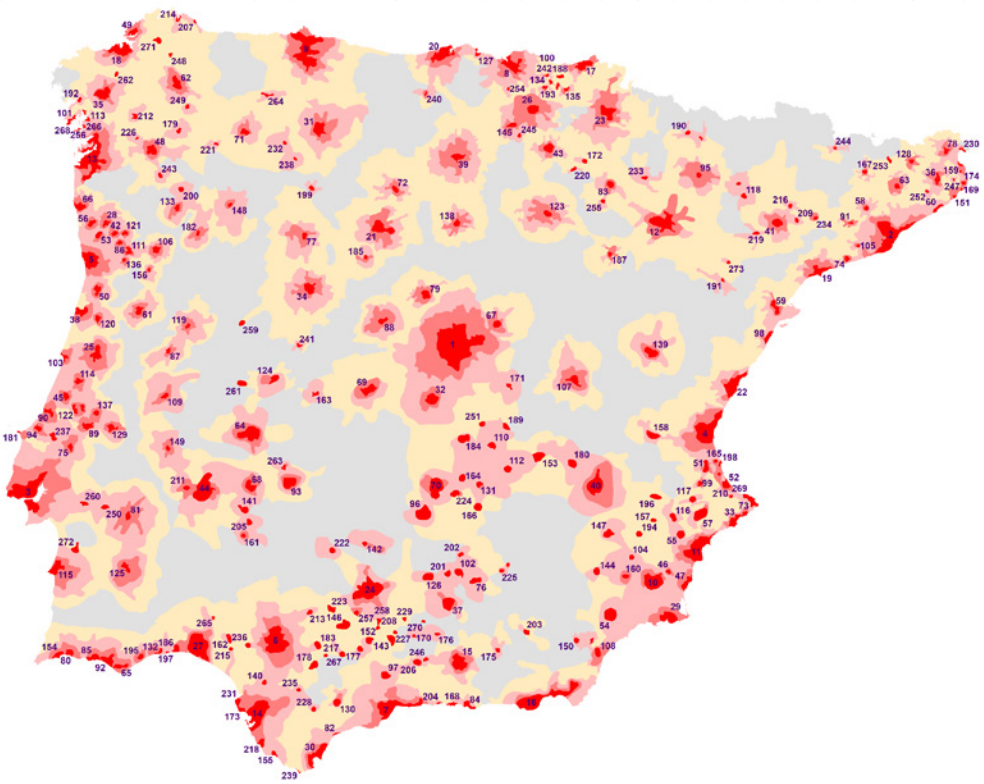
Comparativa con las delimitaciones de Urban Audit y la OCDE en 2018



El proyecto europeo Urban Audit y la OCDE delimitaron en 2018 un total de 83 áreas urbanas funcionales en la Península Ibérica. En conjunto representan un 70% de la población total contenida en las áreas urbanas funcionales aquí delimitadas, pero solo el 25% de ellas en términos absolutos. Esto se debe en gran medida a que solo delimitan realidades urbanas con núcleos funcionales compactos mayores de 50.000 habitantes. Aun así, llaman la atención ausencias tales como Leiria, Orihuela, Barcelos, Segovia o Évora. La mayor carencia de esta metodología es su incapacidad para detectar áreas urbanas bicéfalas (tales como Oliveira de Azeméis-São João da Madeira, Tortosa-Amposta, Blanes-Lloret de Mar, Vic-Manlleu, Dénia-Jávea/Xàbia o Úbeda-Baeza) y policéntricas. Debido a esto último, los resultados de Urban Audit dividen hasta 11 de nuestras delimitaciones de AUF en varios sistemas autónomos diferenciados (en Lisboa aparece como subsistema independiente interior Vila Franca de Xira; en Valencia aparece, además del propio, el de Sagunto; en Porto el de Povoa de Varzim; en la Bahía de Algeciras el de La Línea de la Concepción; en Málaga-Marbella ambas aparecen como AUF autónomas; y lo mismo ocurre con Alicante-Elche, Vigo-Pontevedra, Donostia/San Sebastián-Irun y Tarragona-Reus. En Asturias Central aparecen tres AUF diferenciadas: Avilés, Gijón y Oviedo. En la Bahía de Cádiz son hasta cinco: Cádiz, Chichana de la Frontera, El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera y Sanlúcar de Barrameda. Por último, 205 AUF funcionales no encuentran representación en los resultados de Urban Audit y la OCDE, entre ellas 17 cuyos núcleos funcionales presentan una población mayor de 50.000 habitantes (Orihuela-Vega Baja del Segura, Oliveira de Azeméis-São João da Madeira, Alzira-Algemesí-Carcaixent, Tortosa-Amposta, Blanes-Lloret de Mar, Dénia-Jávea/Xàbia, Úbeda-Baeza, Figueres, Segovia, Portimão, Estepona-Costa del Sol, Motril, Loulé, Don Benito-Villanueva de la Serena, Huesca, Puertollano, Vinaròs-Benicarló).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542



ID.	Áreas urbanas	no. mun	Área funcional total Km²	Área funcional % coronas *	Población 2011 total hab.	Población 2011 % coronas *	Densidad 2011 total hb/km² *3	Densidad 2011 coronas hb/km² *3	Clasificación 2011 Tipo *4	Clasificación 2011 Evolución *5	Clasificación 2011 Centrismo *6	Clasificación 2011 Región *7	% Grupos de edad 2011 <15 *	% Grupos de edad 2011 15-65 *	% Grupos de edad 2011 >65 *	Intens. empleo 2011 (% pb. 15-65 emplea) *	Fracaso escolar 2011 (%>15 s/est) *	Universitarios 2011 (%>15 univer) *
1	Madrid	215	9.654	84	6.675.241	19	691	154	6	1	2	2	15,8	69,1	15,2	62,3	19,0	26,9
2	Barcelona	148	2.727	78	4.942.572	23	1.813	532	6	1	5	3	15,5	67,4	17,1	60,8	22,1	22,0
3	Lisboa	28	5.057	85	3.087.255	27	610	197	6	1	10	1	15,5	66,2	18,3	65,5	40,7	18,8
4	Valencia	95	2.183	75	1.893.316	15	867	175	6	1	2	8	15,6	68,2	16,2	55,2	22,6	21,6
5	Porto	19	1.752	85	1.782.802	49	1.018	588	6	1	10	1	15,4	68,9	15,7	60,4	50,4	14,5
6	Sevilla-Dos Hermanas	50	3.943	86	1.572.925	26	399	123	6	1	2	5	17,4	68,4	14,2	49,6	25,8	20,3
7	Málaga-Marbella	45	2.904	85	1.300.696	33	448	176	6	1	9	6	16,5	68,6	14,9	48,9	25,6	18,4
8	Ría de Bilbao	101	2.095	89	1.166.804	24	557	150	6	1	9	4	13,3	66,5	20,1	60,3	20,7	22,3
9	Asturias Central	35	2.793	74	929.627	16	333	70	6	0	8	-	11,1	67,2	21,8	54,5	22,0	19,4
10	Murcia	24	2.770	89	825.710	28	298	95	6	1	2	7	18,0	68,6	13,3	53,7	27,7	17,4
11	Alicante-Elche/Alacant-Elx	18	1.270	63	804.322	11	633	111	6	1	5	7	15,9	68,5	15,6	51,8	24,6	18,2
12	Zaragoza	44	1.814	81	789.417	11	435	57	6	1	0	4	14,8	67,3	18,0	61,8	19,2	22,1
13	Vigo-Pontevedra	44	2.522	73	788.449	20	313	85	6	0	5	9	13,5	67,6	18,9	54,2	25,4	16,0
14	Bahía de Cádiz-Jerez de la Frontera	13	2.669	81	776.266	27	291	98	6	1	10	5	17,0	69,2	13,9	43,1	28,7	16,8
15	Granada	49	1.200	81	564.988	15	471	88	5	1	2	6	17,1	68,3	14,7	49,5	22,1	24,9
16	Almería-Campo de Dalías	19	1.922	69	507.835	15	264	56	5	1	10	-	18,3	70,8	10,9	51,9	31,1	15,9
17	Donostia/San Sebastián-Errenteria-Irun	32	478	72	483.964	36	1.012	503	5	1	9	4	14,3	66,1	19,6	63,9	19,6	23,0
18	A Coruña	18	939	74	472.489	19	503	126	5	1	2	9	12,7	66,8	20,5	60,6	23,5	21,2
19	Tarragona-Reus-Cambrils	52	870	83	466.843	30	537	193	5	1	8	3	17,1	68,3	14,5	57,2	22,8	19,6
20	Santander-Torrelavega	49	1.534	83	451.349	27	294	96	5	1	10	4	13,5	67,7	18,8	57,0	19,4	18,6
21	Valladolid	63	1.912	89	442.083	14	231	38	5	1	1	11	13,7	67,9	18,4	59,8	19,9	23,3
22	Castellón-Vila-real	26	966	69	438.264	26	453	168	5	1	9	8	16,0	68,9	15,1	54,1	23,2	16,7
23	Pamplona/Iruña	105	2.760	94	427.592	21	155	35	5	1	2	4	16,1	67,2	16,6	64,4	16,7	25,0
24	Córdoba	15	2.212	76	388.916	16	176	36	5	1	0	5	15,8	67,4	16,7	50,9	24,6	20,3
25	Coimbra	11	1.693	92	287.353	57	170	106	4	1	9	1	13,1	65,7	21,2	65,2	46,3	18,8
26	Vitoria/Gasteiz	32	1.959	95	277.005	13	141	20	5	1	0	4	14,1	68,2	17,6	63,2	18,3	21,2

*Aparecen resaltados los indicadores que superan el valor medio de las 273 áreas urbanas funcionales peninsulares

*³ Indicador de densidad territorial

<50 hb/km²	Valores urbanos
50 - 200 hb/km²	Valores interurbanos
>200 hb/km²	Valores rurales

*⁴ Tamaño demográfico del núcleo funcional

6	Sist. metropolitano (> 500.000 hab.)
5	Sist. protometropolitano (> 200.000 hab.)
4	Sist. urbano grande (> 100.000 hab.)
3	Sist. urbano medio (> 50.000 hab.)
2	Sist. urbano pequeño (> 20.000 hab.)
1	Sist. protourbano (> 10.000 hab.)

*⁵ Fase según evolución demográfica 1991-2011

-1	En fase contractiva
0	En fase centralizadora
1	En fase expansiva

*⁶ Nivel de policentrismo

0	Absolutamente monocéntrica
1	Monocéntrica
2	Parcialmente monocéntrica
3	Dobles imperfectas-Monocéntricas
4	Dobles-Monocéntricas
5	Dobles imperfectas-Parcialmente monocéntricas
6	Dobles-Parcialmente monocéntricas
7	Dobles imperfectas-Parcialmente policéntricas
8	Dobles-Parcialmente policéntricas
9	Parcialmente policéntrica
10	Policéntrica

*⁷ Región urbana funcional

1	Portugal-Eje Atlántico
2	Madrid
3	Catalunya
4	Cantábrico-Ebro
5	Andalucía occidental
6	Andalucía oriental
7	Levante
8	Valencia
9	Galicia
10	Extremadura
11	Valladolid
12	León
13	Algarve
14	Salamanca
15	Albacete
16	Beira interior
-	No asociado con otras AUF

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

ID.	Áreas urbanas	no. mun	Área funcional		Población 2011		Densidad 2011		Clasificación 2011				% Grupos de edad 2011			Intens. empleo 2011 (% pb. 15-65 emplea) *	Fracaso escolar 2011 (%>15 s/ est) *	Universitarios 2011 (%>15 univer) *
			total Km²	% coronas *	total hab.	% coronas *	total hb/km² *3	coronas hb/km² *3	Tipo *4	Evolución *5	Centrismo *6	Región *7	<15 *	15 - 65 *	>65 *			
27	Huelva	12	1.357	61	272.366	14	201	46	5	1	2	5	17,0	69,3	13,7	48,1	25,4	17,3
28	Braga	6	624	94	269.562	52	432	241	4	1	2	1	16,4	69,1	14,5	62,0	48,2	15,3
29	Cartagena	3	780	76	269.144	30	345	137	4	1	1	7	17,4	67,3	15,3	48,8	27,8	16,0
30	Bahía de Algeciras	6	832	73	249.323	5	300	22	5	1	7	6	18,0	68,2	13,8	45,9	28,7	13,7
31	León	49	2.962	95	246.229	22	83	19	4	0	2	12	12,0	65,7	22,3	59,7	22,7	20,3
32	Toledo	50	2.633	95	237.565	65	90	62	3	1	5	2	17,0	68,1	14,9	55,7	27,6	18,5
33	Benidorm-Costa Blanca	19	426	71	235.618	36	553	282	4	1	10	7	13,5	67,0	19,5	50,6	23,8	15,6
34	Salamanca	95	2.011	94	234.018	18	116	22	4	1	2	14	13,6	66,0	20,5	58,9	20,9	25,1
35	Santiago de Compostela	17	1.342	87	233.009	35	174	71	4	0	9	9	12,8	67,7	19,5	60,1	23,7	22,8
36	Girona-Salt	42	655	92	225.934	39	345	144	4	1	9	3	17,9	67,8	14,3	64,0	21,6	20,9
37	Jaén	19	1.483	89	223.953	48	151	81	4	1	2	6	16,3	67,2	16,5	50,1	30,0	18,3
38	Aveiro	6	704	86	213.463	62	303	219	3	1	10	1	15,0	67,0	18,0	65,3	50,0	15,1
39	Burgos	104	2.669	97	209.935	15	79	12	4	1	0	-	14,1	67,1	18,9	62,0	20,0	20,9
40	Albecete	19	3.278	91	207.944	17	63	12	4	1	0	15	15,9	68,7	15,4	55,5	26,1	20,7
41	Lleida	40	1.038	92	204.722	33	197	71	4	1	1	3	15,7	68,0	16,3	60,7	22,1	19,0
42	Guimarães	6	300	90	203.602	72	679	542	3	1	1	1	15,9	70,8	13,3	62,3	58,4	8,3
43	Logroño	31	597	85	201.707	15	338	60	4	1	0	4	15,5	67,5	17,0	60,7	19,9	20,4
44	Badajoz	10	2.020	77	185.750	19	92	22	4	1	1	10	16,3	69,0	14,7	52,1	26,4	20,9
45	Leiria-Marinha Grande	5	851	95	181.807	74	214	167	2	1	5	1	15,2	66,9	17,9	66,8	48,2	13,5
46	Orihuela-Vega Baja del Segura	14	334	94	176.518	55	528	309	3	1	9	7	16,2	65,7	18,2	45,6	31,9	11,8
47	Torrevieja	11	431	80	175.096	49	407	248	3	1	2	7	12,5	62,8	24,7	40,6	25,2	12,7
48	Ourense	26	1.063	90	170.932	31	161	56	4	0	2	9	11,2	63,7	25,2	59,8	27,1	18,0
49	Ferrol-Narón	10	382	85	162.806	32	426	161	4	-1	7	9	11,5	65,1	23,4	53,8	25,7	15,1
50	Oliveira de Azeméis-São João da Madeira	7	449	86	162.255	60	361	252	3	1	9	1	14,3	68,1	17,6	65,8	58,7	9,0
51	Alzira-Algemesí-Carcaixent	18	370	81	161.147	42	436	226	3	1	10	8	16,1	66,7	17,2	53,1	28,9	14,1
52	Gandia-Oliva	28	263	73	155.952	34	592	270	4	1	2	8	15,5	68,0	16,5	52,3	26,5	16,6
53	Vila Nova de Famalicão	6	243	83	149.657	72	617	539	2	1	0	1	16,0	69,9	14,1	62,1	55,8	9,8
54	Lorca-Águilas	4	1.369	87	141.790	35	104	42	3	1	5	7	17,4	68,3	14,3	56,1	37,0	11,3
55	Elda-Petrer	6	295	77	139.763	36	474	222	3	1	8	7	15,5	68,2	16,3	46,8	32,2	9,9
56	Barcelos	5	458	90	134.452	67	294	219	2	1	1	1	16,7	69,3	14,0	62,7	60,4	7,0
57	Alcoy/Alcoi-Ibi	10	406	60	132.704	36	327	198	3	1	9	7	14,9	67,0	18,1	51,5	27,5	13,5
58	Manresa	16	305	93	131.001	42	430	193	3	1	2	3	16,3	65,6	18,1	60,3	24,0	15,4
59	Tortosa-Amposta	20	912	92	128.771	57	141	87	3	1	10	3	15,2	65,9	18,9	54,4	29,5	12,2
60	Blanes-Lloret de Mar	6	181	77	128.059	17	706	158	4	1	8	3	15,9	69,7	14,3	53,4	24,5	12,6
61	Viseu	9	855	93	126.855	50	148	80	3	0	1	-	14,7	65,0	20,3	61,4	51,1	15,4
62	Lugo	10	1.073	90	126.391	18	118	24	4	0	0	9	11,5	65,6	22,9	63,1	25,5	18,7
63	Vic-Manlleu	27	435	94	126.366	64	290	197	2	1	10	3	17,5	66,1	16,3	60,2	25,9	16,0
64	Cáceres	14	1.984	85	123.705	17	62	13	4	0	1	10	15,0	68,4	16,6	56,8	23,3	24,5
65	Faro-Olhão	3	389	83	120.618	23	310	87	3	1	5	13	15,3	66,4	18,3	63,6	44,1	15,7
66	Viana do Castelo	5	513	84	119.019	55	232	151	3	1	1	1	14,3	66,1	19,6	61,4	52,6	12,5
67	Guadalajara	19	603	90	117.613	28	195	61	3	1	1	2	16,6	69,8	13,6	59,2	18,8	22,4
68	Mérida	21	1.432	93	114.664	50	80	43	3	1	2	10	16,2	68,0	15,8	50,0	29,4	15,5
69	Talavera de la Reina	14	955	86	111.082	19	116	25	3	1	0	2	16,5	66,9	16,6	48,6	30,4	13,2
70	Ciudad Real	15	1.368	80	107.495	15	79	14	3	1	2	2	16,3	68,8	14,9	56,4	21,7	25,3
71	Ponferrada	15	780	93	107.019	36	137	53	3	0	2	12	11,8	66,5	21,7	50,7	30,4	13,6
72	Palencia	27	703	94	106.677	24	152	39	3	1	1	11	12,8	67,7	19,5	58,6	22,5	18,6
73	Dénia-Jávea/Xàbia	10	189	43	102.647	30	542	381	3	1	7	8	13,9	66,0	20,1	51,2	22,1	17,3
74	El Vendrell-Calafell	9	130	80	102.345	64	785	632	2	1	8	3	17,2	67,4	15,4	52,3	24,8	13,1
75	Santarém-Almeirim	6	1.014	96	101.952	71	101	74	2	0	5	1	14,5	62,5	23,0	64,6	52,7	12,8
76	Úbeda-Baeza	12	803	91	93.501	44	116	57	3	0	10	6	15,9	66,7	17,5	45,4	36,6	12,9
77	Zamora	47	1.442	98	89.766	27	62	17	3	0	0	14	11,5	65,0	23,6	56,4	23,4	18,9
78	Figueres	46	578	94	87.188	42	151	68	3	1	2	3	16,8	67,2	16,1	58,5	25,2	14,9
79	Segovia	32	647	88	85.389	23	132	34	3	1	2	2	15,3	67,2	17,5	60,8	19,6	23,8
80	Portimão	3	494	89	84.634	32	171	62	3	1	5	13	15,3	65,6	19,2	62,2	46,3	12,1
81	Évora	7	2.856	98	83.916	42	29	12	2	0	2	1	13,9	64,1	22,0	66,5	49,4	14,5
82	Estepona-Costa del Sol	3	213	95	83.254	23	391	93	3	1	1	6	17,5	68,7	13,8	48,8	26,6	14,5
83	Tudela-Ribera de Navarra	16	519	91	81.045	57	156	98	2	1	9	4	15,4	66,5	18,1	57,3	26,0	13,5
84	Motril	4	207	69	79.080	24	381	131	3	1	1	6	17,3	68,9	13,8	41,9	30,3	12,8
85	Albufeira	2	503	85	76.602	51	152	91	2	1	1	13	15,0	67,6	17,4	63,9	46,6	10,3
86	Felgueiras	3	190	87	76.363	71	401	328	2	1	1	1	17,4	69,9	12,7	64,3	63,6	5,5
87	Covilhã	3	778	97	75.407	68	97	68	2	0	5	16	12,5	63,8	23,6	60,1	53,6	12,4
88	Ávila	45	1.507	97	73.328	19	49	10	3	0	0	2	14,4	66,7	19,0	57,9	21,0	21,3

*Aparecen resaltados los indicadores que superan el valor medio de las 273 áreas urbanas funcionales peninsulares

*4 Tamaño demográfico del núcleo funcional
6 Sist. metropolitano (> 500.000 hab.)
5 Sist. protometropolitano (> 200.000 hab.)
4 Sist. urbano grande (> 100.000 hab.)
3 Sist. urbano medio (> 50.000 hab.)
2 Sist. urbano pequeño (> 20.000 hab.)
1 Sist. protourbano (> 10.000 hab.)

*5 Fase según evolución demográfica 1991-2011
-1 En fase contractiva
0 En fase centralizadora
1 En fase expansiva

*3 Indicador de densidad territorial
< 50 hb/km² Valores urbanos
50 - 200 hb/km² Valores interurbanos
> 200 hb/km² Valores rurales

*6 Nivel de policentrismo
0 Absolutamente monocéntrica
1 Monocéntrica
2 Parcialmente monocéntrica
3 Dobles imperfectas-Monocéntricas
4 Dobles-Monocéntricas
5 Dobles imperfectas-Parcialmente monocéntricas
6 Dobles-Parcialmente monocéntricas
7 Dobles imperfectas-Parcialmente policéntricas
8 Dobles-Parcialmente policéntricas
9 Parcialmente policéntrica
10 Policéntrica

*7 Región urbana funcional
1 Portugal-Eje Atlántico
2 Madrid
3 Catalunya
4 Cantábrico-Ebro
5 Andalucía occidental
6 Andalucía oriental
7 Levante
8 Valencia
9 Galicia
10 Extremadura
11 Valladolid
12 León
13 Algarve
14 Salamanca
15 Albacete
16 Beira interior
- No asociado con otras AUF

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

ID.	Áreas urbanas	no. mun	Área funcional		Población 2011		Densidad 2011		Clasificación 2011				% Grupos de edad 2011			Intens. empleo 2011 (% pb. 15-65 emplea) *	Fracaso escolar 2011 (%>15 s/ est) *	Universitarios 2011 (%>15 univer) *
			total Km²	% coronas *	total hab.	% coronas *	total hb/km² *3	coronas hb/km² *3	Tipo *4	Evolución *5	Centrismo *6	Región *7	<15 *	15 - 65 *	>65 *			
89	Entroncamento-Torres Novas	5	477	85	72.669	40	152	72	2	0	7	1	14,4	63,1	22,5	64,9	48,5	13,3
90	Nazaré-Alcobaça	2	475	88	71.851	70	151	120	2	1	2	1	14,5	65,0	20,5	62,5	55,3	9,5
91	Igualada-Vilanova del Camí	11	135	92	70.604	45	523	255	2	1	2	3	17,8	66,0	16,2	56,4	25,6	15,1
92	Loulé	1	665	82	70.183	18	106	23	3	0	0	13	14,6	66,3	19,1	64,1	48,1	11,2
93	Don Benito-Villanueva de la Serena	8	737	79	69.760	10	95	12	3	0	3	10	15,9	68,6	15,5	50,2	30,6	15,5
94	Caldas da Rainha	4	456	92	69.102	60	151	100	2	1	1	1	14,4	64,0	21,6	63,1	51,4	11,6
95	Huesca	39	1.457	98	68.588	24	47	12	3	1	0	4	14,4	65,7	19,9	62,3	22,3	22,3
96	Puertollano	8	803	73	68.268	5	85	6	3	-1	1	2	13,9	66,1	20,1	46,9	32,2	14,2
97	Antequera	7	804	91	67.770	38	84	36	2	1	2	6	16,2	66,9	17,0	48,2	35,1	13,0
98	Vinaròs-Benicarló	7	245	74	67.159	19	274	69	3	1	5	-	15,8	67,1	17,1	55,4	27,1	13,1
99	Xàtiva-Canals	18	132	82	66.274	56	502	343	2	1	7	8	15,0	68,1	16,9	48,6	27,8	15,0
100	Eibar-Ermua	8	85	87	66.267	59	784	528	2	-1	7	4	13,2	65,0	21,8	62,1	24,8	15,0
101	Ribeira-A Pobra do Caramiñal	4	173	75	66.162	44	382	222	2	1	7	9	13,7	66,6	19,7	55,2	31,4	9,7
102	Linares	3	425	84	65.930	8	155	14	3	0	0	6	15,5	68,1	16,4	43,5	28,7	15,5
103	Figueira da Foz	2	438	92	65.778	53	150	87	2	1	1	1	13,1	64,3	22,7	61,4	50,8	13,1
104	Cieza-Abarán	4	803	97	65.385	46	81	39	2	1	7	7	16,4	67,3	16,3	46,2	38,3	11,2
105	Vilafranca del Penedès	14	143	91	64.794	40	453	200	2	1	2	3	17,8	67,0	15,2	62,5	24,7	16,1
106	Vila Real	6	570	90	64.629	44	113	55	2	0	1	1	14,4	66,2	19,4	60,2	50,3	16,4
107	Cuenca	19	1.525	94	64.582	13	42	6	3	1	0	-	15,1	67,6	17,3	58,1	22,3	25,5
108	Vera-Cuevas de Almanzora	9	541	90	63.417	56	117	73	2	1	8	-	16,5	68,2	15,3	48,2	28,4	17,0
109	Castelo Branco	5	1.866	98	62.978	44	34	15	2	0	1	16	12,0	61,8	26,2	63,3	51,6	13,8
110	Alcázar de San Juan-Campo de Criptana	5	976	95	61.908	49	63	33	2	1	7	2	15,9	66,6	17,5	49,9	33,9	13,0
111	Amarante	4	298	85	59.953	62	201	145	2	0	0	1	16,0	67,8	16,1	56,5	60,8	8,2
112	Tomelloso-Socuéllamos	4	1.495	96	59.401	36	40	15	2	1	5	2	16,0	67,9	16,1	48,6	35,3	10,2
113	Vilagarcía-Vilanova de Arousa	4	98	80	56.567	34	576	243	2	1	2	9	13,9	67,3	18,7	52,1	28,0	13,4
114	Pombal	3	655	93	56.561	70	86	64	1	0	1	1	13,6	61,7	24,6	62,0	60,2	8,0
115	Sines	4	2.019	92	55.654	43	28	13	2	0	5	1	13,0	64,5	22,5	66,0	52,7	9,8
116	Villena-Caudete	7	392	87	54.539	36	139	58	2	1	2	7	15,7	67,4	17,0	48,3	30,7	10,1
117	Ontinyent	10	189	77	54.117	31	286	117	2	1	2	8	15,6	68,1	16,3	50,9	26,1	13,3
118	Barbastro-Monzón	25	898	95	53.248	35	59	22	2	0	6	4	14,5	64,4	21,1	58,3	27,0	13,2
119	Guarda	6	1.082	98	53.057	50	49	25	2	0	1	16	13,0	63,6	23,5	62,3	49,7	14,8
120	Águeda	4	437	92	52.180	67	120	88	1	1	0	1	13,7	66,2	20,1	66,0	57,3	9,5
121	Fafe	2	244	89	52.087	50	213	119	2	0	0	1	15,3	67,7	16,9	57,5	62,9	8,5
122	Ourém	4	497	86	51.999	45	105	55	2	0	1	1	14,6	63,7	21,8	65,9	56,5	9,6
123	Soria	46	1.779	97	50.992	21	29	6	2	1	0	-	14,1	65,1	20,8	66,3	19,9	21,2
124	Plasencia	7	749	91	49.826	17	67	13	2	0	1	10	15,8	67,0	17,2	51,2	26,4	17,8
125	Beja	6	1.785	96	49.745	44	28	13	2	0	1	-	14,4	63,1	22,5	63,3	49,7	13,6
126	Andújar	3	362	74	49.520	22	137	40	2	0	1	6	15,5	67,1	17,3	42,8	35,6	12,1
127	Laredo-Santoña	12	187	86	49.441	36	265	111	2	1	8	4	13,9	67,7	18,4	53,2	22,8	12,7
128	Olot	12	201	88	48.932	31	244	87	2	1	2	3	15,0	65,4	19,6	64,4	29,4	14,2
129	Abrantes	3	719	92	47.320	59	66	43	1	0	1	1	12,8	61,5	25,8	60,2	55,3	10,1
130	Ronda	5	249	76	46.828	22	188	55	2	1	1	6	15,5	67,4	17,1	44,2	31,4	13,0
131	Manzanares-La Solana	6	1.373	97	46.488	59	34	20	1	1	7	2	15,3	67,3	17,5	48,4	35,4	9,3
132	Isla Cristina-Ayamonte	4	258	92	45.966	8	178	15	2	1	6	5	16,9	69,8	13,3	43,2	35,4	10,4
133	Chaves	4	750	95	45.922	51	61	33	2	0	1	-	11,9	62,6	25,6	52,2	59,0	11,1
134	Arrasate/Mondragón-Oñati	6	123	85	45.662	52	370	226	2	-1	7	4	13,8	65,5	20,7	66,1	21,3	20,6
135	Beasain-Ordizia	23	142	83	44.936	34	315	127	2	1	8	4	16,1	65,4	18,6	62,9	22,9	17,4
136	Marco de Canaveses	3	187	93	44.100	72	236	182	1	0	1	1	18,0	68,5	13,4	53,5	64,3	5,8
137	Tomar	2	400	92	43.876	58	110	70	1	-1	1	1	12,7	61,2	26,1	57,7	54,7	11,1
138	Aranda de Duero	39	806	94	43.744	24	54	14	2	0	0	-	13,2	65,9	20,9	61,8	27,3	13,1
139	Teruel	16	1.360	91	43.696	18	32	6	2	0	1	-	14,4	66,1	19,5	61,2	21,1	17,8
140	Lebrija	3	518	95	43.028	37	83	32	2	1	5	5	17,9	68,8	13,3	39,3	42,6	9,6
141	Almendralejo	3	366	81	42.674	20	117	28	2	1	1	10	16,4	69,0	14,7	44,6	33,7	13,5
142	Pozoblanco-Villanueva de Córdoba	13	995	98	42.532	58	43	26	1	0	7	5	13,5	64,4	22,2	50,7	37,4	11,3
143	Lucena	1	73		42.355		579		2	0	0	5	18,3	68,1	13,6	45,1	34,2	12,1
144	Caravaca de la Cruz-Cehegín	2	325	84	42.034	38	129	58	2	1	3	7	16,1	66,3	17,6	49,7	36,8	9,0
145	Miranda de Ebro	15	384	88	41.061	7	107	8	2	0	0	4	13,3	67,1	19,6	61,5	27,1	12,8
146	Écija	1	121		40.630		336		2	0	0	5	17,4	68,6	14,0	44,0	36,8	11,8
147	Hellín-Tobarra	3	641	88	40.181	22	63	16	2	1	2	15	16,8	66,0	17,2	43,3	39,3	10,7
148	Bragança	4	1.490	99	39.041	44	26	12	2	0	0	-	11,9	63,3	24,8	59,4	52,0	16,6
149	Portalegre	7	1.365	98	38.627	60	28	17	1	-1	2	-	12,2	61,4	26,4	62,0	53,8	13,2
150	Huércal-Overa-Albox	5	412	88	37.797	23	92	24	2	1	7	7	14,6	65,2	20,2	48,1	29,9	14,7

*Aparecen resaltados los indicadores que superan el valor medio de las 273 áreas urbanas funcionales peninsulares

*3 Indicador de densidad territorial
- <50 hb/km² Valores urbanos
- 50 - 200 hb/km² Valores interurbanos
- >200 hb/km² Valores rurales

*7 Región urbana funcional
- 1 Portugal-Eje Atlántico
- 2 Madrid
- 3 Catalunya
- 4 Cantábrico-Ebro
- 5 Andalucía occidental
- 6 Andalucía oriental
- 7 Levante
- 8 Valencia
- 9 Galicia
- 10 Extremadura
- 11 Valladolid
- 12 León
- 13 Algarve
- 14 Salamanca
- 15 Albacete
- 16 Beira interior
- - No asociado con otras AUF

*4 Tamaño demográfico del núcleo funcional
- 6 Sist. metropolitano (> 500.000 hab.)
- 5 Sist. protometropolitano (> 200.000 hab.)
- 4 Sist. urbano grande (> 100.000 hab.)
- 3 Sist. urbano medio (> 50.000 hab.)
- 2 Sist. urbano pequeño (> 20.000 hab.)
- 1 Sist. protourbano (> 10.000 hab.)

*6 Nivel de policentrismo
- 0 Absolutamente monocéntrica
- 1 Monocéntrica
- 2 Parcialmente monocéntrica
- 3 Dobles imperfectas-Monocéntricas
- 4 Dobles-Monocéntricas
- 5 Dobles imperfectas-Parcialmente monocéntricas
- 6 Dobles-Parcialmente monocéntricas
- 7 Dobles imperfectas-Parcialmente policéntricas
- 8 Dobles-Parcialmente policéntricas
- 9 Parcialmente policéntrica
- 10 Policéntrica

*5 Fase según evolución demográfica 1991-2011
- -1 En fase contractiva
- 0 En fase centralizadora
- 1 En fase expansiva

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

ID.	Áreas urbanas	no. mun	Área funcional		Población 2011		Densidad 2011		Clasificación 2011				% Grupos de edad 2011			Intens. empleo 2011 (% pb. 15-65 emplea) *	Fracaso escolar 2011 (%>15 s/ est) *	Universitarios 2011 (%>15 univer) *
			total Km²	% coronas *	total hab.	% coronas *	total hb/km² *3	coronas hb/km² *3	Tipo *4	Evolución *5	Centrismo *6	Región *7	<15 *	15 - 65 *	>65 *			
151	Sant Feliu de Guíxols	3	89	87	37.202	42	418	200	2	1	5	3	15,6	68,0	16,4	52,1	26,4	15,7
152	Puente Genil	2	121	56	36.792	18	304	95	2	1	1	5	17,0	66,6	16,4	42,6	36,0	10,4
153	Villarrobledo-San Clemente	3	382	71	36.607	28	96	37	2	1	2	15	15,9	66,6	17,5	50,0	39,2	9,0
154	Lagos	2	383	85	36.307	21	95	24	2	0	1	13	15,1	65,0	19,9	62,7	45,5	11,6
155	Barbate-Vejer de la Frontera	2	503	95	35.729	36	71	27	2	1	3	5	16,4	68,7	15,0	31,9	40,7	8,1
156	Lamego	4	241	95	35.304	65	147	101	1	0	2	1	14,3	65,5	20,2	56,9	59,3	10,4
157	Yecla	1	24		34.448		1.415		2	0	0	7	18,8	67,1	14,1	52,3	29,2	10,8
158	Requena-Utiel	2	375	75	33.607	37	90	44	2	1	3	8	14,4	66,3	19,3	54,0	32,6	13,4
159	Torroella de Montgrí-L'Escala	16	235	90	33.477	36	143	57	2	1	8	3	15,2	66,8	18,0	57,9	24,2	17,1
160	Mula-Bullas	3	443	93	33.375	49	75	40	1	1	5	7	17,2	66,6	16,3	45,7	36,7	8,5
161	Zafra-Los Santos de Maimona	8	482	96	32.944	49	68	35	1	0	7	10	14,7	67,4	17,9	48,4	33,0	14,6
162	Bollullos Par-La Palma del Condado	5	169	74	32.706	24	194	64	2	0	7	5	17,3	65,0	17,7	40,8	38,8	10,4
163	Navalmoral de la Mata-Talayuela	9	522	95	32.693	47	63	31	1	1	3	-	16,8	69,0	14,3	50,7	36,4	13,2
164	Daimiel-Villarrubia de los Ojos	5	1.064	95	32.324	42	30	13	1	1	3	2	14,8	66,5	18,7	43,9	37,9	8,7
165	Sueca	3	44	67	31.614	9	711	98	2	1	1	8	14,2	67,8	18,1	49,2	28,1	15,6
166	Valdepeñas	1	67		30.961		465		2	0	0	2	16,2	67,9	16,0	51,5	28,1	16,3
167	Berga	15	182	89	30.472	45	167	84	1	0	2	3	13,6	64,2	22,1	60,0	24,3	13,2
168	Almuñécar	4	72	58	30.099	10	420	75	2	1	0	6	15,2	65,9	18,9	37,6	32,0	14,4
169	Palamós-Calonge	3	50	87	29.387	40	590	269	1	1	3	3	15,5	67,2	17,3	53,9	25,4	16,2
170	Priego de Córdoba	4	270	96	29.337	20	109	23	2	0	1	5	14,9	64,5	20,6	48,2	38,3	10,5
171	Tarancón	16	920	97	29.291	47	32	15	1	1	2	2	14,7	67,2	18,0	49,7	34,2	9,4
172	Calahorra	3	83	70	29.283	16	353	81	2	1	1	4	15,5	67,2	17,4	58,4	31,2	11,7
173	Rota	1	41		29.169		720		2	0	0	5	16,4	70,6	13,0	46,9	28,3	12,5
174	Palafrugell	5	75	81	29.069	22	387	105	2	1	1	3	16,4	67,0	16,6	53,0	31,3	10,5
175	Guadix	7	238	91	29.054	35	122	47	1	-1	2	6	15,7	66,0	18,3	45,7	34,2	13,1
176	Alcalá la Real	3	349	95	29.054	22	83	19	2	0	1	6	13,7	63,3	23,0	47,5	42,3	12,2
177	Estepa	5	204	83	28.480	55	140	93	1	1	9	6	17,0	67,8	15,2	48,9	36,4	9,1
178	Morón de la Frontera	1	71		28.389		401		2	0	0	5	15,6	67,1	17,2	44,0	35,8	8,2
179	Monforte de Lemos	5	439	94	28.380	31	65	21	1	-1	2	9	8,6	57,6	33,8	56,7	35,7	10,2
180	La Roda	12	1.057	93	27.875	41	26	12	1	0	2	15	14,0	65,3	20,6	51,6	38,7	9,1
181	Peniche	1	73	90	27.753	47	381	199	1	1	0	1	14,8	64,6	20,5	61,2	57,2	8,9
182	Mirandela	5	914	98	27.566	52	30	16	1	0	1	-	11,6	61,4	27,0	55,7	61,1	10,7
183	Marchena-Paradas	2	110	52	27.002	26	246	124	1	0	2	5	17,4	66,2	16,4	42,3	44,4	9,9
184	Madridejos-Consuegra	4	308	66	26.899	18	87	24	2	1	8	2	14,6	65,2	20,2	47,6	44,1	6,6
185	Medina del Campo	11	399	96	26.570	19	67	13	2	0	1	11	13,3	67,7	19,0	54,2	28,5	11,6
186	Lepe	1	52		26.538		506		2	0	0	5	18,4	71,8	9,8	41,1	34,7	10,2
187	Calatayud	16	234	91	26.301	19	113	24	2	0	0	4	13,4	64,9	21,7	57,7	26,9	13,3
188	Azpeitia-Azkoitia	2	29		25.823		889		2	0	4	4	16,5	65,2	18,3	62,0	23,6	15,4
189	Quintanar de la Orden	4	322	87	25.804	52	80	48	1	1	10	2	16,1	66,2	17,8	44,8	39,9	7,9
190	Jaca-Sabiñánigo	7	427	92	25.724	11	60	7	2	1	5	4	13,9	67,1	18,9	61,2	18,8	19,1
191	Alcañiz	10	402	97	25.568	36	64	24	1	0	2	4	15,0	64,7	20,3	59,4	25,4	12,4
192	Noia	3	134	85	25.562	42	191	95	1	-1	5	9	10,3	63,8	25,9	53,2	33,9	10,3
193	Zumarraga-Legazpi	3	23		25.552		1.091		2	-1	10	4	14,3	63,8	21,9	60,9	25,6	15,0
194	Jumilla	1	38		25.496		667		2	0	0	7	17,6	69,1	13,4	49,5	32,1	10,6
195	Tavira	1	290	89	25.451	41	88	40	1	0	0	13	13,7	63,5	22,8	61,5	51,8	11,4
196	Almansa	1	63		25.316		401		2	0	0		15,2	68,3	16,5	52,5	32,1	12,5
197	Vila Real de Santo António	2	206	94	25.140	39	122	51	1	1	2	13	15,0	64,5	20,5	58,1	52,8	8,8
198	Cullera	2	45	66	25.124	10	554	81	2	1	1	8	14,2	67,0	18,8	43,4	29,3	15,2
199	Benavente	11	187	87	25.094	24	134	36	1	0	1	12	13,8	65,8	20,5	50,3	25,0	12,8
200	Verín	6	412	93	24.430	41	59	26	1	0	2	9	9,4	60,3	30,2	47,6	43,3	6,7
201	Bailén	3	251	84	24.318	23	97	27	1	0	1	6	17,1	68,3	14,6	38,3	37,8	7,1
202	La Carolina	5	328	92	24.312	35	74	28	1	0	2	6	15,1	68,8	16,1	43,3	35,7	7,5
203	Baza	2	77	56	24.288	12	314	70	2	1	1	6	15,5	66,9	17,6	48,1	31,3	12,7
204	Nerja	2	36	71	24.235	13	675	124	2	1	1	6	13,8	66,4	19,8	41,1	34,4	13,3
205	Villafranca de los Barros	4	440	91	24.233	45	55	27	1	1	5	10	15,7	65,6	18,7	45,9	39,0	11,5
206	Loja	2	251	78	24.211	11	96	14	2	0	1	6	16,7	66,1	17,2	45,1	41,3	9,8
207	Burela	3	102	91	24.015	60	235	156	1	0	5	9	11,1	69,5	19,4	57,2	26,8	14,3
208	Montilla	1	27		23.797		876		2	0	0	5	15,4	66,1	18,5	47,5	34,6	13,5
209	Mollerussa	8	95	80	23.421	25	247	77	1	1	2	3	17,2	67,7	15,1	63,5	22,7	13,4
210	Tavernes de la Valldigna	3	96	89	23.226	22	241	61	1	1	1	8	14,8	66,6	18,6	56,5	28,3	15,3
211	Elvas	2	595	95	23.185	53	39	22	1	0	0	-	15,4	62,4	22,2	57,7	52,8	9,7
212	Lalín	2	259	88	23.099	12	89	12	2	-1	1	9	10,7	64,2	25,1	60,9	28,4	9,4

*Aparecen resaltados los indicadores que superan el valor medio de las 273 áreas urbanas funcionales peninsulares

*3 Indicador de densidad territorial
- <50 hb/km² Valores urbanos
- 50 - 200 hb/km² Valores interurbanos
- >200 hb/km² Valores rurales

*4 Tamaño demográfico del núcleo funcional
- 6 Sist. metropolitano (>500.000 hab.)
- 5 Sist. protometropolitano (>200.000 hab.)
- 4 Sist. urbano grande (>100.000 hab.)
- 3 Sist. urbano medio (>50.000 hab.)
- 2 Sist. urbano pequeño (>20.000 hab.)
- 1 Sist. protourbano (>10.000 hab.)

*5 Fase según evolución demográfica 1991-2011
- -1 En fase contractiva
- 0 En fase centralizadora
- 1 En fase expansiva

*6 Nivel de policentrismo
- 0 Absolutamente monocéntrica
- 1 Monocéntrica
- 2 Parcialmente monocéntrica
- 3 Dobles imperfectas-Monocéntricas
- 4 Dobles-Monocéntricas
- 5 Dobles imperfectas-Parcialmente monocéntricas
- 6 Dobles-Parcialmente monocéntricas
- 7 Dobles imperfectas-Parcialmente policéntricas
- 8 Dobles-Parcialmente policéntricas
- 9 Parcialmente policéntrica
- 10 Policéntrica

*7 Región urbana funcional
- 1 Portugal-Eje Atlántico
- 2 Madrid
- 3 Catalunya
- 4 Cantábrico-Ebro
- 5 Andalucía occidental
- 6 Andalucía oriental
- 7 Levante
- 8 Valencia
- 9 Galicia
- 10 Extremadura
- 11 Valladolid
- 12 León
- 13 Algarve
- 14 Salamanca
- 15 Albacete
- 16 Beira interior
- - No asociado con otras AUF

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9542

ID.	Áreas urbanas	no. mun	Área funcional: total Km²	Área funcional: % coronas *	Población 2011: total hab.	Población 2011: % coronas *	Densidad 2011: total hb/km² *3	Densidad 2011: coronas hb/km² *3	Clasificación 2011: Tipo *4	Clasificación 2011: Evolución *5	Clasificación 2011: Centrismo *6	Clasificación 2011: Región *7	% Grupos de edad 2011: <15 *	% Grupos de edad 2011: 15 - 65 *	% Grupos de edad 2011: >65 *	Intens. empleo 2011 (% pb. 15-65 emplea) *	Fracaso escolar 2011 (%>15 s/ est) *	Universitarios 2011 (%>15 univer) *
213	Lora del Río	2	244	89	22.749	15	93	16	1	1	1	5	17,1	67,6	15,3	41,7	42,5	8,3
214	Viveiro	4	221	91	22.617	29	102	32	1	0	1	9	10,4	64,0	25,6	55,5	30,7	9,7
215	Almonte	1	146	89	22.243	19	153	32	1	1	0	5	16,2	71,7	12,1	47,0	36,6	10,5
216	Balaguer	6	167	88	22.071	24	132	35	1	1	1	3	16,2	65,9	17,9	56,6	28,2	12,2
217	Osuna	2	126	71	21.879	18	174	44	1	1	1	5	18,2	66,1	15,8	44,1	43,3	9,6
218	Conil de la Frontera	1	53		21.755		414		2	0	0	5	16,6	70,4	13,0	36,8	32,7	11,8
219	Fraga	7	308	93	21.698	33	71	25	1	0	2	3	14,1	66,3	19,7	59,9	27,4	11,2
220	Arnedo	6	57	61	21.684	33	377	208	1	1	5	4	15,2	66,8	18,0	62,1	27,8	12,2
221	O Barco de Valdeorras	4	125	89	21.657	35	173	68	1	0	5	12	11,5	65,5	23,0	54,8	33,9	11,2
222	Peñarroya-Pueblonuevo	6	557	93	21.609	46	39	19	1	-1	5	-	12,2	64,6	23,2	35,6	37,4	8,3
223	Palma del Río	1	55		21.454		387		2	0	0	5	16,4	68,2	15,5	49,4	35,8	12,3
224	Bolaños de Calatrava-Almagro	2	79	24	21.317	0	268	2	2	1	4	2	15,9	67,5	16,6	48,5	43,5	10,2
225	Villacarrillo-Villanueva del Arzobispo	3	134	75	21.299	5	159	11	2	-1	6	6	14,7	67,3	18,1	47,6	45,7	8,1
226	Carballiño, O	4	165	95	21.154	33	128	45	1	0	2	9	9,9	60,2	29,9	55,8	34,5	10,8
227	Cabra	1	17		21.085		1.251		2	0	0	5	14,7	66,4	18,8	50,3	35,0	12,7
228	Ubrique	4	132	83	20.176	16	153	30	1	-1	1	5	14,6	69,2	16,2	49,2	41,7	11,7
229	Baena	1	17		20.061		1.163		2	-1	0	5	16,2	67,4	16,4	46,8	35,6	10,9
230	Roses	1	25	31	19.737	2	778	43	1	1	0	3	17,5	67,6	14,9	50,0	23,7	13,6
231	Chipiona	1	36		18.815		529		1	0	0	5	17,2	69,9	12,9	38,1	40,9	6,9
232	Astorga	11	526	97	18.777	37	36	14	1	-1	2	12	10,1	59,9	29,9	57,7	31,6	11,7
233	Ejea de los Caballeros	4	538	96	18.551	8	34	3	1	0	0	4	13,4	67,1	19,4	54,6	28,4	13,4
234	Tàrrega	3	84	80	18.530	10	220	27	1	1	1	3	17,8	66,7	15,4	58,0	22,0	17,1
235	Villamartín-Prado del Rey	2	261	93	18.415	32	71	24	1	1	3	5	17,2	68,3	14,4	35,5	46,0	7,8
236	Pilas-Aznalcázar	2	66	58	17.954	24	270	109	1	1	2	5	18,9	67,5	13,6	36,8	31,2	13,3
237	Rio Maior	1	206	76	17.852	33	87	37	1	1	0	1	15,3	64,8	19,9	65,8	53,7	9,6
238	La Bañeza	10	473	98	17.841	40	38	15	1	0	2	12	10,5	60,8	28,6	58,0	31,4	9,1
239	Tarifa	1	7		17.732		2.700		1	0	0	6	15,1	70,4	14,5	45,6	37,5	12,2
240	Reinosa	8	256	96	17.132	41	67	29	1	-1	5	4	10,2	65,0	24,8	57,9	23,8	11,7
241	Béjar	12	134	86	17.033	15	127	23	1	-1	1	14	10,6	61,9	27,6	52,6	29,5	9,5
242	Bergara	2	39	57	16.763	13	432	97	1	-1	1	4	14,2	64,8	21,0	65,1	23,5	18,1
243	Xinzo de Limia	6	253	91	16.554	38	65	27	1	-1	2	9	9,4	58,9	31,6	52,6	44,0	7,6
244	La Seu d'Urgell	9	160	93	16.190	23	101	25	1	1	1	3	14,7	67,8	17,6	66,7	23,0	18,2
245	Haro	12	150	89	15.899	26	106	31	1	1	1	4	15,0	66,4	18,6	60,4	27,6	12,8
246	Huétor Tájar	3	123	84	15.468	35	126	52	1	1	5	6	16,6	67,2	16,2	32,7	45,1	6,6
247	La Bisbal d'Empordà	5	51	86	15.082	30	294	103	1	1	1	3	16,9	66,7	16,5	56,9	26,6	15,2
248	Vilalba	1	15		15.042		1.028		1	-1	0	9	9,2	62,5	28,4	59,2	34,8	9,0
249	Sarria	2	178	89	15.002	10	84	10	1	0	1	9	9,5	63,2	27,3	59,4	30,5	11,2
250	Montemor-o-Novo	1	702	95	14.632	25	21	5	1	0	0	1	12,7	60,3	27,0	70,2	57,9	9,6
251	Villacañas-La Villa de Don Fadrique	2	148	77	14.629	28	99	36	1	0	2	2	15,8	65,8	18,4	44,9	38,8	8,6
252	Santa Coloma de Farners	2	91	85	14.468	15	159	28	1	1	1	3	17,5	67,2	15,2	58,8	30,0	9,6
253	Ripoll-Campdevànol	2	23		14.360		619		1	-1	2	3	13,2	64,3	22,5	65,3	29,4	11,3
254	Amurrio-Urduña/Orduña	2	96	88	14.312	30	150	50	1	1	2	4	12,7	68,6	18,6	59,8	21,4	16,4
255	Tarazona	13	131	85	14.072	22	107	28	1	0	1	4	13,8	62,5	23,7	59,2	27,4	10,2
256	Cambados	1	12		14.038		1.200		1	0	0	9	14,5	67,0	18,5	49,4	29,6	12,0
257	La Carlota	1	94	73	13.764	12	146	23	1	1	0	5	17,6	67,6	14,8	46,5	38,2	10,1
258	Aguilar de la Frontera	1	17		13.670		790		1	0	0	5	15,3	67,3	17,4	47,7	39,5	11,4
259	Ciudad Rodrigo	1	34		13.655		405		1	-1	0	14	11,9	62,6	25,4	49,9	31,1	14,2
260	Vendas Novas	2	446	93	13.316	16	30	5	1	0	1	1	13,4	60,0	26,6	66,4	58,4	8,5
261	Coria	1	62		12.994		211		1	0	0	10	14,7	67,8	17,4	47,0	29,5	13,9
262	Ordes	1	19		12.945		685		1	0	0	9	12,5	66,6	20,9	55,5	34,2	8,4
263	Miajadas	3	217	89	12.935	22	60	14	1	0	1	10	14,9	64,9	20,2	51,0	37,3	9,9
264	Villablino	4	320	90	12.792	20	40	9	1	-1	1	-	9,0	67,6	23,4	35,2	33,0	7,2
265	Valverde del Camino	1	11		12.777		1.158		1	0	0	5	15,5	66,0	18,5	50,9	31,3	14,4
266	Rianxo	1	15		11.706		782		1	-1	0	9	12,1	64,3	23,6	57,0	39,9	7,1
267	La Puebla de Cazalla	1	15		11.497		757		1	0	0	5	17,8	65,5	16,7	43,3	44,7	6,3
268	O Grove	1	20	75	11.265	10	558	74	1	0	0	9	13,8	67,8	18,3	49,1	36,2	10,0
269	Pego	2	75	87	11.095	8	149	14	1	1	1	8	13,4	62,7	23,9	49,3	26,5	15,0
270	Alcaudete	1	12		11.081		939		1	-1	0	6	13,9	64,8	21,3	41,9	45,8	8,8
271	As Pontes de García Rodríguez	1	45		11.021		244		1	-1	0	9	9,0	71,3	19,6	46,9	24,4	13,6
272	Grândola	1	64		10.657		165		1	0	0	1	13,5	60,8	25,7	65,3	59,6	7,9
273	Caspe	2	51	71	10.268	5	201	13	1	1	0	4	15,2	65,6	19,2	54,4	28,7	9,4
TOTAL PENÍNSULA IBÉRICA		3505	185.457	87	48.042.241	27	259	-					15,4	67,6	17,0	57,5	28,3	19,2

*Aparecen resaltados los indicadores que superan el valor medio de las 273 áreas urbanas funcionales peninsulares

*3 Indicador de densidad territorial
- <50 hb/km² Valores urbanos
- 50 - 200 hb/km² Valores interurbanos
- >200 hb/km² Valores rurales

*4 Tamaño demográfico del núcleo funcional
- 6 Sist. metropolitano (>500.000 hab.)
- 5 Sist. protometropolitano (>200.000 hab.)
- 4 Sist. urbano grande (>100.000 hab.)
- 3 Sist. urbano medio (>50.000 hab.)
- 2 Sist. urbano pequeño (>20.000 hab.)
- 1 Sist. protourbano (>10.000 hab.)

*5 Fase según evolución demográfica 1991-2011
- -1 En fase contractiva
- 0 En fase centralizadora
- 1 En fase expansiva

*6 Nivel de policentrismo
- 0 Absolutamente monocéntrica
- 1 Monocéntrica
- 2 Parcialmente monocéntrica
- 3 Dobles imperfectas-Monocéntricas
- 4 Dobles-Monocéntricas
- 5 Dobles imperfectas-Parcialmente monocéntricas
- 6 Dobles-Parcialmente monocéntricas
- 7 Dobles imperfectas-Parcialmente policéntricas
- 8 Dobles-Parcialmente policéntricas
- 9 Parcialmente policéntrica
- 10 Policéntrica

*7 Región urbana funcional
- 1 Portugal-Eje Atlántico
- 2 Madrid
- 3 Catalunya
- 4 Cantábrico-Ebro
- 5 Andalucía occidental
- 6 Andalucía oriental
- 7 Levante
- 8 Valencia
- 9 Galicia
- 10 Extremadura
- 11 Valladolid
- 12 León
- 13 Algarve
- 14 Salamanca
- 15 Albacete
- 16 Beira interior
- - No asociado con otras AUF

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Sobre los autores

José Manuel Gómez Giménez
Arquitecto, graduado en Ciencia Política y de la Administración por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y máster en Planeamiento Urbano y Territorial por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Investigador predoctoral en estudios urbanos y análisis geográfico regional en el Analytics Urban Lab del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT) de la UPM. Miembro del Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S). Actualmente, doctorando en el programa académico en Sostenibilidad y Regeneración Urbana.

En su desarrollo como investigador estudia conceptos y desarrollos metodológicos para evaluar los impactos de fenómenos como la urbanización extendida, la territorialización de bordes y fracturas socioeconómicas, las trasformaciones recientes en el sistema urbano de la Península Ibérica o la integración funcional de sus diferentes territorios. Ha escrito artículos sobre las consecuencias del desacople escalar entre la realidad física de las áreas urbanas y su gobernanza. Así como, sobre los actuales retos que enfrentan. Además, ha participado como investigador en la redacción de trabajos para el Observatorio de la Vulnerabilidad Urbana en España.

Teresa Vieira de Sá Marques
Doctora en Geografía. Profesora en el Departamento de Geografía de la Facultad de Artes de la Universidad de Oporto e investigadora en el Centro de Estudios de Geografía y Ordenación del Territorio (CEGOT).).

Ha desarrollado investigaciones en las siguientes áreas: Sistemas Urbanos, Redes y Gobernanza (últimamente, Policentrismo y Políticas de la Ciudad); Desarrollo económico y territorial (últimamente, TICs, gobernanza y desarrollo regional); Tecnologías de la información y planificación espacial (cambio urbano: aplicación de métodos y problemas espaciales en entornos construidos, con especialización en nuevos enfoques para generar y evaluar planes y políticas Ha dirigido varias tesis doctorales y es autora de numerosos libros y artículos en torno a sus líneas de investigación. Ha dirigido varios proyectos de investigación financiados por distintas Administraciones, nacionales e internacionales.

Agustín Hernández Aja
Doctor Arquitecto. Catedrático de Planeamiento Urbano en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), delegado del rector para Urbanismo Sostenibilidad y Movilidad Intercampus desde 2016, director del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSAM) ente 2009 y 2016. Profesor del Máster Universitario en Planeamiento Urbano y Territorial y de los programas de doctorado del DUyOT en España y Chile. Premio de Diseño Urbano del Ayuntamiento de Madrid y Premio Fernández de los Ríos de Ensayo por el libro: "Los nuevos ensanches de Madrid". Investigador principal del grupo de investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (giau+s). Miembro del consejo asesor de la revista URBAN, del consejo director de "Ciudades para un futuro más sostenible", del comité director de los Cuadernos de Investigación Urbanística del Instituto Juan de Herrera, y fundador de la Iniciativa para una Arquitectura y Urbanismo más Sostenibles" (IAU+S).

Hasta el momento ha dirigido 22 tesis doctorales y ha redactado varios documentos de planeamiento municipal (general y de desarrollo). Es autor de numerosos libros y artículos en torno a la sostenibilidad, la vulnerabilidad y la resiliencia urbanas. Ha dirigido varios proyectos de investigación financiados por distintas Administraciones, nacionales e internacionales.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9632
Sebastiá-Alcaraz, R.; Tonda-Monllor, E. M. (2020). Geoinformación para la memoria democrática
Cuadernos Geográficos 59(2), 129-148

Geoinformación para la memoria democrática

Rafael Sebastiá-Alcaraz[1] | Emilia María Tonda-Monllor[2]

Recibido: 19/06/2019 | Aceptado: 08/10/2019

Resumen

La finalidad de esta investigación es facilitar la comprensión de la dimensión geográfica mediante el uso de las nuevas tecnologías, mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y contribuir a la difusión de la memoria democrática. Este último objetivo se facilita mediante el uso de recursos que resulten sugerentes como son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

La propuesta se fundamenta en el desconocimiento por parte del profesorado en formación de los nuevos recursos geográficos que permiten mejorar los procesos de enseñanza.

Para conocer el estado real de la cuestión se han elaborado tres encuestas dirigidas al profesorado en formación de diferentes niveles educativos y tras la pertinente categorización y análisis se ha confirmado la hipótesis inicial.

Los resultados obtenidos señalan la necesidad de presentar los nuevos recursos que dispone la Geografía para la comprensión de los contenidos históricos. El conocimiento de las TIG posibilitará la innovación didáctica en la enseñanza de la Geografía y de la Historia.

Palabras clave: memoria democrática; enseñanza-aprendizaje; Geografía; TIG

Abstract

Geoinformation for democratic memory

The aim of this research is to facilitate the understanding of the geographical dimension through the use of new technologies, improve teaching-learning processes and contribute to the dissemination of democratic memory. This latter objective is facilitated by the use of resources that are suggestive as Geographic Information Technologies (TIG).

The proposal is based on a lack of knowledge of the new geographical resources that make it possible to improve the teaching process.

In order to ascertain the actual status of the issue, three surveys have been conducted at different levels of education and the initial hypothesis has been confirmed following the relevant categorization and analysis.

The results obtained indicate the need to present the new resources that the Geography provides for the understanding of the historical contents. Knowledge of TIGs will enable didactic innovation in the teaching of Geography and History.

Keywords: democratic memory; teaching-learning processes; Geography; TIG

1. Universidad de Alicante, rafael.sebastia@ua.es
2. Universidad de Alicante, emilia.tonda@ua.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

1. Introducción

En la construcción de la memoria democrática la escuela tiene un protagonismo básico como reconocen diferentes investigadores (Santacreu-Soler, 2016, p. 34): "El primer esglaó per a forjar la memòria històrica [...] es l'ensenyament i l'aprenentatge de la materia Història a les escoles". Si la escuela tiene un papel decisivo en la construcción y transmisión de la memoria democrática, sería conveniente reflexionar sobre qué y cómo hay que enseñarla.

La memoria democrática es un contenido histórico, de naturaleza transversal. Por esta razón, el docente debe disponer de un bagaje conceptual básico, así como del dominio de procedimientos específicos; y esto es lo que aporta la ciencia de referencia.

La Geografía contribuye a la construcción de la memoria democrática pues permite contextualizar espacialmente este conocimiento complejo y dinámico. La naturaleza de la Geografía facilita la localización, distribución y relación espacial (Precedo-Ledo, 1985).

La didáctica de la Geografía precisamente posibilita que la enseñanza de la memoria democrática se realice de manera más eficaz y eficiente.

El objetivo de la investigación es detectar ideas previas del alumnado que se está formando como docente, profundizar en la alfabetización científica, mostrar ejemplos de intervención didáctica y contribuir a la innovación en la enseñanza de la memoria democrática desde los referentes espaciales y desde su representación-comunicación cartográfica. Esta aportación se ha realizado dentro de la Cátedra Interuniversitaria de Memoria Democrática de la Comunitat Valenciana.

Otro objetivo es descubrir qué conocimientos geográficos son esenciales para el desarrollo de la ciencia, y en esta ocasión de la Historia. En este sentido las TIG contribuyen tanto a la alfabetización geográfica de la sociedad como a superar los métodos didácticos con repetición no significativa que se pueden derivar de un mal uso de los manuales escolares. No se trata de cuestionar este último material didáctico sino de reseñar la necesidad de superarlos, pues como señala Ruiz-Pulpón et al. (2017) en los niveles educativos universitarios hace tiempo que no se editan manuales específicos para la enseñanza de la Geografía Rural. La justificación de esta revisión se apoya en la necesidad de introducir aprendizajes activos y las TIG son un recurso que los posibilita (Miguel-González, 2013).

La inclusión de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), en este caso, está orientada a la superación del uso de las nuevas tecnologías de forma expositiva y mecánica. Se trata de mostrar ejemplos de intervención que permitan superar la dependencia de los manuales escolares y facilitar la lectura y representación cartográfica ya investigada en los libros de texto por Sandoya-Hernández (2009) y Martínez y López (2015).

La presente aportación viene refrendada y justificada por el interés mostrado por este tema a raíz de diferentes intervenciones públicas como cursos de verano, seminarios y congresos transdisciplinares e internacionales como el V HISPOME (2018) y el VI HISPOME (2019) y el Coloquio Internacional sobre patrimonialización y memoria colectiva (Avignon, 2018) donde sorprendió el interés desde otros campos del conocimiento como las artes escénicas o la literatura. El aprovechamiento de las TIG suscitó una amplia curiosidad entre investigadores asistentes, que realizaron numerosas preguntas sobre este particular y, en concreto, por la posibilidad de utilizar TIG para localizar teatros, cines y lugares de cultura durante la Segunda República en diferentes

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

ciudades españoles o localizar biografías de escritores y personajes de la época como por ejemplo Hemingway, y otros personajes de la Europa de la Segunda Guerra Mundial y posguerra. Por esta razón, en el artículo se incluyen producciones cartográficas que puedan servir de modelo o ejemplo sobre hechos históricos, para que también puedan ser adaptados por los usuarios.

Pero también cabe hacer una matización conceptual orientada a responder la siguiente cuestión: ¿Qué se entiende por memoria democrática?

La naturaleza holística de la Geografía introduce la utilización de numerosos términos, no siempre generados por la propia ciencia de referencia, sino que tienen una procedencia muy variada. Como ejemplo anecdótico cabe recordar que el uso de frente frío o cálido estuvo contextualizado por el desarrollo de la I Guerra Mundial.

Por esta razón, si se desea enseñar la memoria democrática el primer paso consiste en definir qué se entiende por este concepto. El objetivo no es realizar una investigación sobre el tema, sino establecer atributos de criterio sobre una idea dinámica y compleja, que ha evolucionado pasando desde la historia tradicional, a la memoria histórica, memoria democrática, conciencia histórica, y posmemoria. La concreción de estos términos resulta difícil porque la misma ciencia de referencia ha dado lugar a una amplia reflexión sobre lo que se entiende por Historia. Sin embargo, por razones pedagógicas conviene realizar una precisión inicial. Esta visión reducida a criterios esenciales, con posterioridad deberá ser reconsiderada tomando conciencia del dinamismo de estos términos y de su amplitud.

La ciencia histórica ha estado tradicionalmente unida a un conocimiento y a una enseñanza como estudio del pasado del ser humano organizado en sociedad. Esta visión primigenia se amplió con la búsqueda de una construcción objetiva del conocimiento histórico. Más recientemente, los historiadores y docentes han tomado conciencia de la subjetividad. Posteriormente, la construcción de la Historia ha sido considerada como una producción que también trasciende a la persona, y esta evolución interpretativa ha conducido incluso a consideraciones divergentes y negacionistas (Casado-Quintanilla, 2004).

Desde finales del siglo XX, la elaboración histórica ha pasado de una preocupación por el método histórico, a otra en la que asume un interés por la memoria de las personas, y con ello el concepto de Historia se ha ampliado con el término de memoria histórica. No se trata ya de lo que hacen los historiadores, sino de lo que interiorizan las personas. En este proceso, se supera la escala personal y también se asume como una construcción al mismo tiempo social. Es en este contexto cuando se difunde y consolida el término de memoria histórica.

La toma de conciencia histórica, por parte de una sociedad, se transforma en conducta, en la creación de mitos y en la práctica de rituales. Como indica Pagés-Blanch (1990, 74): "En todas las sociedades la existencia de la conciencia histórica se manifiesta a menudo mediante la celebración de aniversarios que poseen un claro contenido de lucha". Pero Pagés va más allá, la sociedad no es un bloque compacto, sino que, en una visión marxista, distingue las clases sociales y con ellas la lucha de éstas por disponer de su propia historia, sus propias efemérides. La toma de conciencia histórica por las clases sociales no se gestiona de forma arbitraria, sino que está sujeta a finalidades concretas. Pagés es escéptico en sus resultados finales, como recoge en el siguiente texto:

> A un nivel más general, el recuerdo de las dos guerras mundiales […] ha marcado la conciencia histórica de muchas generaciones de europeos… Pero ello no implica que esta

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

> conciencia histórica haya servido para algo: el recuerdo de la primera guerra no impidió que estallase la segunda […] nadie puede asegurar que… no pueda reproducirse una nueva guerra mundial. […] Porque la conciencia histórica puede servir como referencia de futuro, pero sus designios no son inapelables. (Pagés-Blanch, 1990, p. 77)

Esta afirmación de finales del siglo XX recupera su vigencia en el contexto europeo, e incluso mundial.

La historia oral se centra en la memoria personal de quienes han vivido los sucesos. Es otra dimensión de la Historia, no es la Historia que construye el historiador, no es la Historia que se enseña, sino que se forma desde la experiencia vivida, que sufre las limitaciones de nuestras capacidades, y que es alterada por noticias, documentales, lecturas posteriores, y el devenir social. Esta memoria histórica constituida a partir de las vivencias según Hirsch (2015) adquiere otra dimensión cuando se incorpora el concepto de posmemoria y trasciende la memoria personal para convertirse en memoria heredada, de padres, familiares, etc., y que se vive en tercera persona, impregnada por posibles traumas personales. Sin embargo, en una sociedad democrática, no hay una fuerza que "oriente" la construcción de la memoria histórica, y por ello se establece una pugna por defender, cada opción política, su propia "memoria histórica".

Realizada la reflexión conceptual se avanza sobre cómo los futuros docentes de diferentes niveles educativos priorizan y relacionan los contenidos didácticos.

Pero la investigación no se limita a obtener datos sobre los contenidos que el futuro profesorado considera importantes, sino que una vez conocido el estado de la cuestión es necesario plantear una propuesta de intervención. A modo de ejemplo, descubrir qué produce el cáncer es útil, pero si no se diseñan instrumentos para combatirlo el alcance del estudio es limitado. Por esta razón, se incorpora un apartado destinado a la intervención.

2. Metodología y fuentes de información

La investigación se estructura en dos niveles diferentes. El primer nivel busca conocer las representaciones de los futuros docentes del Grado de Maestro y del Máster de Secundaria sobre los contenidos que han de incorporarse a un modelo libre de diseño curricular. La expectativa es que la enseñanza recibida, modelo curricular vigente, orienta los futuros diseños curriculares a pesar de las opiniones de deseo de cambio metodológico que manifiestan el alumnado en formación (Sebastiá-Alcaraz, 2014). El instrumento utilizado ha sido una encuesta abierta realizada durante el curso académico 2016-17 con la finalidad de condicionar lo menos posible las respuestas obtenidas. En particular se quiere conocer en qué medida los contenidos sobre memoria democrática y los recursos cartográficos digitales se han incorporado a la enseñanza de la Geografía y de la Historia.

El segundo nivel está orientado a poner de manifiesto el desconocimiento del método científico y con ello la necesidad de diseñar un currículo, geográfico o histórico, que supere los contenidos factuales en favor de los procedimentales. La expectativa en este caso viene dirigida inicialmente por las experiencias adquiridas como correctores de lo que en su momento se llamó la selectividad y que a pesar de todas las manifestaciones realizadas encaminadas a su desaparición continúan existiendo bajo otros nombres como Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) y más recientemente Evaluación de Bachillerato para el Acceso a la Universidad (EBAU) donde se apreció un desconocimiento de los términos que implicaban determinadas competencias que se

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

demandaban en los exámenes. En este sentido, por ejemplo, cuando al alumnado se le solicitaba explicar, describía, y cuando se le solicitaba describir, explicaba, y había incluso algunas competencias como interpretar que, a modo de anécdota, creía que se refería a una representación teatral. Para superar este conocimiento intuitivo procedente de la experiencia se ha recurrido a la realización de encuestas entre los años 2010-14 con el fin de obtener una muestra temporal más completa, de la que se ofrecen algunos resultados.

Por lo que respecta al primer nivel, la encuesta inicial planteó una pregunta de respuesta abierta: "Selecciona y jerarquiza los diez contenidos que consideres esenciales para la enseñanza de la Historia". Y se advertía que las respuestas podían ser independientes de la prescripción curricular. El objetivo que se perseguía era conocer sus representaciones de forma indirecta y sin condicionar al encuestado. La muestra estuvo integrada por 52 alumnos del tercer curso del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Alicante (UA).

La segunda encuesta se pasó al alumnado del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria de la UA (31 respuestas). En esta ocasión la pregunta era idéntica a la anterior pero relacionada con la enseñanza de la Geografía.

El objetivo era amplio, por un lado, se deseaba comprobar los contenidos que se consideraban esenciales para la enseñanza de la Geografía, en este caso, entre alumnado que procedía preferentemente del Grado de Historia. Por otro lado, se desea conocer qué sesgos podría incorporar la formación profesional en la selección de contenidos geográficos.

En el segundo nivel la muestra está definida por 55 discentes del Grado de Maestro de Educación Primaria y la hipótesis era que, a pesar de que el alumnado era universitario, las competencias lingüísticas (Casas et al, 2005) para la alfabetización científica no estaban claramente constituidas; circunstancia que repercutía en que difícilmente las podrían enseñar.

Las preguntas se plantearon para que las respuestas fueran abiertas. La encuesta, realizada durante diferentes años académicos, incluía preguntas sencillas del siguiente estilo ¿Qué es describir? ¿Qué es analizar? ¿Qué es definir? … encaminadas a recoger una amplia serie de competencias tales como describir, analizar, definir, explicar, interpretar. En esta ocasión se presenta el resultado correspondiente a las categorías expuestas menos analizar. Si estas preguntas las realiza el lector con su alumnado fácilmente podrá corroborar los resultados expuestos a continuación. Por esta razón, se destaca una vez más que es necesario concretar y ejemplificar competencias específicas para la Geografía.

3. Análisis de datos

El análisis de los datos se ha realizado de forma diferente en ambas muestras. En la encuesta realizada sobre contenidos de Historia se han tomado en consideración los resultados distribuidos según su posición secuencial. También se ha incluido el sumatorio de las tres opciones para descubrir la relevancia final de los contenidos.

Las categorías de análisis se han intentado ajustar a las respuestas del alumnado y no a modelos academicistas. Como se podrá observar las respuestas categorizadas se refieren tanto a periodos, subperíodos, y a temas como mitología griega o historia de la música.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

El conocimiento que se puede inferir es muy amplio pues, a modo de ejemplo, se destaca que el alumnado no ha incluido referencias relativas a las fuentes documentales, método histórico o reflexión historiográfica, relacionadas con la construcción de la ciencia histórica, y apenas se mencionan términos referidos al franquismo y dictadura. En esta línea también llama la atención que no exista una alusión a una relación Geografía-Historia.

Tabla 1. Contenidos preferentes para la enseñanza de la Historia (%).

CATEGORÍA	1 OPCIÓN	2 OPCIÓN	3 OPCIÓN	TOTAL
Guerra Civil Española	13,46	10,20	12,50	12,08
Segunda Guerra Mundial	15,38	16,33	4,17	12,08
Antigua Grecia	11,54	8,16	10,42	10,07
Primera Guerra Mundial	9,62	8,16	6,25	8,05
Antigua Roma	3,85	12,24	8,33	8,05
Prehistoria	11,54	4,08	4,17	6,71
Revolución Francesa	1,92	4,08	14,58	6,71
Edad Media	7,69	8,16	4,17	6,71
Revolución Industrial	3,85	4,08	10,42	6,04
Transición Española	1,92	6,12	6,25	4,70
Edad Antigua	3,85	0,00	4,17	2,68
Renacimiento	1,92	2,04	4,17	2,68
Franquismo/Dictadura	3,85	2,04	0,00	2,01
Antiguo Régimen	0,00	4,08	2,08	2,01
Evolución Humana	0,00	2,04	2,08	1,34
Paleolítico	1,92	0,00	2,08	1,34
Regencia Mª Cristina	0,00	2,04	0,00	0,67
Monarquías Españolas	1,92	0,00	0,00	0,67
Edad Contemporánea	0,00	2,04	0,00	0,67
Cultura Maya/Precolombina	1,92	0,00	0,00	0,67
Mitología Griega	0,00	2,04	0,00	0,67
Segunda República	0,00	0,00	2,08	0,67
Historia del Arte	1,92	0,00	0,00	0,67
Historia de la Música	0,00	2,04	0,00	0,67
Edad Moderna	1,92	0,00	0,00	0,67
Cultura Oriental	0,00	0,00	2,08	0,67
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: elaboración propia.

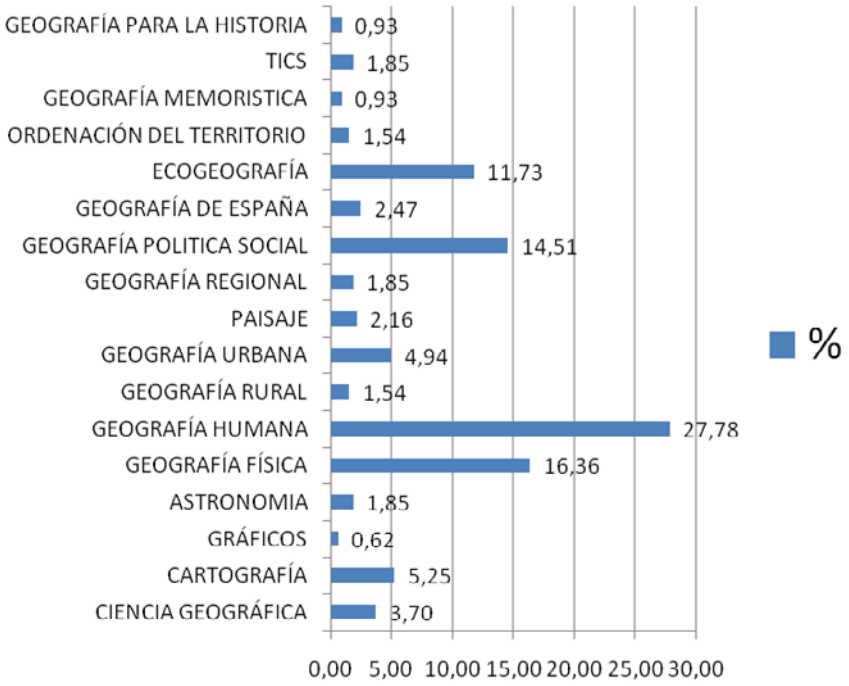
Sobre la cuestión que nos ocupa, cabe indicar que la categoría Guerra Civil española es la que está más presente, junto a la de Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, la primera ofrece una disposición más regular en las tres opciones.

Por tanto, se infiere que la Guerra Civil española es considerado un contenido esencial de la programación, y que el franquismo /dictadura pasa desapercibido.

Las categorías de análisis en la segunda encuesta realizada entre el alumnado del Máster de Secundaria, procedente preferentemente del Grado de Historia, se ajustan más al modelo academicista que divide la Geografía en física y humana.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 1. Contenidos preferentes para la enseñanza de la Geografía.



Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos del análisis permiten destacar los contenidos relacionados con las categorías de geografía humana (27'78%) y física (16'36%). Estos valores serían mayores si se sumaran categorías como geografía rural o urbana.

Por lo que se refiere a nuestra finalidad cabe destacar la categoría de geografía política-social (14'51%) donde la dimensión histórico-temporal está más presente como, por ejemplo, en las referencias al conflicto árabe-israelí.

La categoría de geografía memorística recoge la idea "tradicional" de memorizar accidentes geográficos, capitales, estados…

La formación de los encuestados se manifiesta claramente en la categoría de Geografía para la Historia (0'93%) aunque sea con un valor muy bajo.

Finalmente cabe señalar que la cartografía, lenguaje del geógrafo, no ocupa una posición destacada. En la misma línea, sorprende que los denominados nativos digitales no recurran a las TIC de forma destacada (1'85%).

Una diferencia entre las dos encuestas se refiere a las cuestiones metodológicas, pues mientras en la primera no se tomaba en consideración, en la segunda sí que se explicita y queda recogida en la categoría ciencia geográfica (3'70%).

Igualmente, cabe destacar que el alumnado percibe la oportunidad que ofrece la Geografía para comprender/construir la Historia, pero todavía se considera que no son totalmente conscientes de lo que puede aportar la cartografía y los nuevos recursos digitales a la enseñanza de la Historia. La cartografía es el lenguaje del espacio geográfico por lo que es un recurso esencial para la Historia, más si se tiene en cuenta que desde la Escuela de los Annales cualquier creación humana puede servir como fuente documental. Esta relación es mayor cuando se trata de enseñar, ya que

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

el carácter abstracto del concepto del tiempo histórico se concreta en el espacio geográfico y la representación cartográfica. Sin embargo, esta relación no se percibe.

Una vez realizado el análisis de las representaciones sociales sobre el currículo procede avanzar en la cuestión relacionada con la alfabetización geográfica. Como señala Santos (2000) nos movemos por tópicos. No es ninguna novedad esta afirmación pues Bacon ya desarrolló está idea asociada al concepto de "ídola". El resultado de estas modas como señala Sebastiá-Alcaraz (2014) es la confusión, los errores conceptuales, etc., que no son exclusivos de las ciencias de referencia, de los alumnos, sino que también pueden llegar a estar presentes en los docentes y en sus prácticas. Esta cuestión es esencial cuando se trata de proceder a la alfabetización geográfica, pues algunas de las prácticas, como la descripción, han sido cuestionadas, otras relegadas a niveles universitarios y otras se desenvuelven en la imprecisión. Nos movemos por tópicos y uno de ellos, fruto de una confusión, es renunciar en Geografía a la práctica descriptiva, cuando en otras ciencias como Biología, Botánica, Geología, etc. constituye un pilar esencial en la construcción del conocimiento científico. El propio Santos (2000, 16), nada sospechoso de ser un inmovilista, aborda la práctica de la descripción en Geografía con las siguientes palabras:

> Esta disciplina siempre ha pretendido construirse como una descripción de la Tierra, de sus habitantes y de las relaciones de éstos entre sí y de las obras resultantes… Pero, ¿qué es una buena descripción? Descripción y explicación son inseparables. Lo que debe estar en el fundamento de la descripción es la voluntad de explicación…

En la misma línea se podría pensar que las categorías de medición, análisis, comparación pueden estar relegadas a niveles de enseñanza superiores. Pero el propio Yi Fu Tuan (1977) señala que el ser humano desde que nace está proyectando su cuerpo para medir el espacio. ¿Hace falta llegar a la enseñanza secundaria, o a la universidad para empezar a medir? Y la comparación ¿Es una práctica infantil o es una necesidad de la ciencia, Geografía incluida?

Por tanto, la nueva enseñanza de la Geografía debería pasar por incorporar estas competencias esenciales para la alfabetización geográfica.

Pero, avancemos en el análisis de las respuestas ofrecidas por quienes en un futuro pueden ser docentes. En el cuadro siguiente se recogen los resultados del análisis practicado. Cabe advertir que al alumnado del Máster no se le preguntó sobre la competencia de interpretar.

Tabla 2. Competencias asociadas al método científico. Valor en porcentajes.

Competencia	Grado		Máster	
	Sí	No	Sí	No
Describir	87,3	12,7	33,3	66,7
Definir	61,8	38,2	27,3	72,7
Explicar	20,0	80,0	57,6	42,4
Interpretar	16,4	83,6		

Fuente: elaboración propia.

Si las competencias recogen los atributos de criterio básicos se contabilizan como SÍ, en caso contrario como NO. Las principales inferencias que se pueden formular son las siguientes:

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

1. Que a pesar de estar en la Universidad los estudiantes desconocen con precisión términos utilizados de forma recurrente en su vida escolar y académica. Esta afirmación permite entender parte de las dificultades de aprendizaje que se presentan en los estudiantes.

2. Que se confirman las expectativas iniciales en lo que respecta a la falta de precisión en la comprensión de las competencias científicas y la necesidad de la alfabetización científica. En consecuencia, difícilmente se puede enseñar lo que no se sabe o tiene conciencia. En otras palabras, no se puede realizar la transposición didáctica, es decir, pasar del saber sabio o científico al saber enseñado. Que si se desconoce la estructura del método científico la tendencia será a continuar con la enseñanza de contenidos factuales frente a los procedimentales.

3. La explicación de la diferencia en las respuestas entre el alumnado del Grado y del Máster requiere un análisis con mayores muestras e incorporando otros apartados con el fin de ganar en fiabilidad.

4. Instrumentos para la intervención

Como indican García y Jiménez (2006) la enseñanza de las Ciencias Sociales requiere, además del referente disciplinar, tener conocimiento sobre cuestiones de psicología referidas al desarrollo de las capacidades del alumnado. Estos dos investigadores inciden en la necesidad de incorporar los principios psicodidácticos relacionados con la enseñanza aprendizaje del tiempo histórico, espacio geográfico, conflicto, causalidad e identidad entre otros.

El primer paso en la enseñanza es partir de la predisposición del ser humano hacia el aprendizaje. Si las personas no tuviéramos esta condición genética la humanidad habría desaparecido. Si no hubiéramos aprendido donde conseguir el agua, los alimentos, la protección frente a la naturaleza y a los propios seres humanos, la especie se habría extinguido. A diferencia de la mayoría de los animales en los que la memoria es heredada, la humanidad ha creado un lenguaje, una escritura, con el fin de transmitir los conocimientos a sus descendientes. La predisposición a aprender debe ser aprovechada por los docentes con el objetivo de superar las trabas sociales que desalientan al aprendizaje. Por esta razón, la búsqueda de la motivación es esencial. Un ejemplo de investigación sobre la motivación a partir de las nuevas tecnologías se puede consultar en Calle-Carracedo (2017, p. 79):

> Los argumentos se polarizaron en dos líneas argumentales, por un lado, aluden al carácter lúdico que proporciona el uso de los dispositivos y a la motivación que su uso puede generar. Por ejemplo, señalaban que "son recursos enriquecedores, las clases serán amenas y divertidas". Y, por otro lado, las respuestas se centraron en señalar la necesidad de su uso en la enseñanza, por ejemplo, señalaron que "es inevitable su uso", y "que acabarán siendo algo habitual".

El desencadenante puede ser la curiosidad por conocer el pasado familiar desde el que se construye la identidad personal, o los entornos próximos, tales como edificios, monumentos y, por supuesto, trabajar la funcionalidad del conocimiento. Por esta razón, entre las primeras labores del docente estaría la de buscar centros de interés. Feliu y Hernández (2013) ofrecen diferentes recursos didácticos a los docentes para la enseñanza de la Guerra Civil española y que pueden actuar como centros de interés próximos al entorno del alumnado.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

El aprendizaje inicialmente es egocéntrico (Piaget, 1993). Por lo tanto, el proceso de enseñanza puede iniciarse a partir del entorno infantil. Por ejemplo, se puede recurrir al nombre de una calle, una construcción, un monumento próximo. En las siguientes etapas se procederá a avanzar en la descentración temporal (familia), vida de terceros (compañeros); y en la descentración espacial. Esta última cuestión implica el uso de la escala geográfica, no de forma excluyente, que puede ir desde lo próximo a lo más lejano, esto es de la gran escala, a la pequeña escala (Nadal-Perdomo, 2002).

El aprendizaje se ve favorecido igualmente por la generación de conflictos cognitivos (Piaget, 2001). Para conseguir este objetivo el docente puede recurrir a diferentes materiales y recursos como imágenes de conflictos actuales (guerra, campos de refugiados, emigración, represión, etc.) donde se vea el drama de las personas y recurrir a su capacidad empática para preguntarse cómo se sentirían ellos en semejantes situaciones.

El siguiente paso podría ser el testimonio de niños emigrantes que han vivido o han oído relatar estas circunstancias a sus mayores. Al mismo tiempo los niños españoles pueden indagar en sus pasados familiares. Ya en nuestros días quedan pocos abuelos que hayan vivido la Guerra Civil, por lo que el relato se construye a partir de lo que los hijos oyeron de sus padres, es decir, de la posmemoria (Hirsch, 2015).

El conflicto puede tener otros orígenes como imágenes fotográficas, películas, documentales, debates, etc. y otras formas de gestión. Pero lo esencial es introducir un factor de desequilibrio cognitivo con el fin de conseguir la atención del alumnado.

El docente necesita considerar los conocimientos de la ciencia de referencia. La enseñanza de la Geografía requiere, desde el punto de vista didáctico, tener presente los siguientes objetivos:

- Saber plantearse cuestiones y guiones de trabajo.
- Buscar, seleccionar, analizar, interpretar… información factual básica que se transforme en hitos (espacio, temporal (Trepat y Alcoberro, 1994)).
- Dominar conceptos estructurantes como tiempo histórico o espacio geográfico, paisaje, etc.
- Aplicar técnicas de análisis espacial.
- Implicar al alumnado en su aprendizaje.
- Construir valores en lugar de "transmitir" valores.

En definitiva, el proceso de enseñanza demanda además de los referentes disciplinares la formación psicodidáctica del docente.

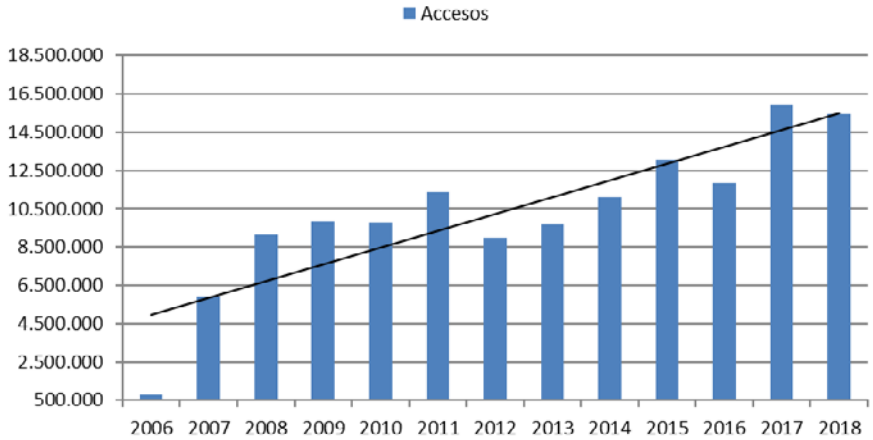
La Geografía y la Historia no se excluyen, sino que en muchas ocasiones se necesitan mutuamente para entender e interpretar la realidad social. El lenguaje cartográfico no es un recurso exclusivamente geográfico. Por esta razón enseñar Geografía o Historia implica considerar los referentes espaciales y temporales. Un ejemplo de la complementariedad es el que nos ofrece Feliu y Hernández (2013,p. 85) quienes destacan que: "El trabajo sobre la Guerra Civil española a partir de mapas y fotoplanos puede ser extraordinariamente productivo desde el punto de vista didáctico y una perspectiva interdisciplinar".

Esta perspectiva es compartida plenamente. En primer lugar, el concepto de "trabajo" supone una superación del aprendizaje memorístico y un avance hacia el aprendizaje activo. En segundo lugar, el recurso cartográfico facilita la comprensión de la dimensión temporal que entraña la

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Historia. La idea de relacionar el tiempo y el espacio geográfico está presente desde la antigüedad en la construcción de la Historia, como es el caso de Herodoto cuando incorpora el espacio geográfico a la Historia de Egipto. Pero el espacio geográfico no es lo mismo que la representación cartográfica.

Figura 2. Accesos a Google Earth (2006-2018).



Fuente: elaboración propia a partir del motor de búsqueda: Estadística – *Google Earth*.

La riqueza y posibilidades de la cartografía se han ido incrementando en las últimas décadas a partir de la realidad digital. Los datos estadísticos son una evidencia de la difusión de este recurso didáctico, desde que apareció Google Earth en el verano de 2005 con la primera versión beta.

Diferentes investigadores como Nadal-Piqué (2007) y Nadal y Urteaga (2013) han recurrido a la cartografía histórica para contextualizar la Guerra Civil española y recuperar la memoria democrática. Desde la didáctica Feliu y Hernández (2013) también han destacado la trascendencia de la cartografía histórica. El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de la Geografía ha sido defendido igualmente por Luque-Revuelto (2011) para la enseñanza secundaria. La introducción de los recursos geográficos digitales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tiene varios objetivos.

El objetivo básico es realizar un aprendizaje significativo. Esta cuestión es esencial pues los valores no se aprenden por exposición, imposición, etc., sino por interiorización. Carretero-Rodríguez (1995) interpreta de forma positiva la asistencia a las exposiciones museísticas ya que permite modificar las ideas previas y generar aprendizajes significativos. Sin embargo, Asensio, García y Pol (1993) señalan que la mera asistencia a una exposición no modifica necesariamente las ideas previas, ni consecuentemente originan conocimiento. Por esta razón, se afirma que el mero uso de las nuevas tecnologías no significa que automáticamente contribuya a generar conocimiento y valores.

Otro objetivo que se propone al recurrir a las TIG es conseguir la motivación del alumnado, y para ello no hay nada mejor que el aprendizaje activo. La incorporación de las TIG es vista por los docentes como un recurso interesante para el desarrollo de las metodologías activas. Por parte del alumnado, igualmente, existe una predisposición para su incorporación en el aula (Miguel-González, 2013; Buzo-Sánchez, 2014).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

El tercer objetivo busca contribuir al desarrollo de las competencias digitales siguiendo la Recomendación 2006/962/EC, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente y, en España, el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero.

Un cuarto objetivo es posibilitar la ampliación del relato histórico mediante la inclusión de representaciones cartográficas elaboradas por el alumnado. Si la lectura cartográfica ya resulta una práctica inusual en la enseñanza de la Historia, lo resulta aún más la elaboración cartográfica.

Un último objetivo que se considera es la contribución de la cartografía al desarrollo de la explicación. La idea es destacar la utilidad de la cartografía para facilitar el establecimiento de relaciones espaciales y temporales, y con ellas la construcción de la causalidad.

4.1. Google Earth como recurso didáctico para la memoria democrática

Google Earth no es un material didáctico porque no ha sido concebido para la enseñanza. Sin embargo, sí que es un recurso didáctico porque los docentes descubren en él diferentes posibilidades para su práctica profesional.

Las oportunidades tecnológicas a las que puede acceder el profesorado son múltiples. El mercado virtual ofrece un amplio número de visualizadores y SIG como Microsoft Bing Maps 3D Cesium, NASA (https://worldview.earthdata.nasa.gov/), WorldMap 3D (http://earth3dmap.com/) entre otros. Los estados y autonomías disponen de instituciones cartográficas que ofrecen visualizadores a los ciudadanos de sus territorios.

Una alternativa pública sería los visualizadores que ofrece el Instituto Geográfico Nacional (IGN, http://www.ign.es/web/ign/portal), el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV, http://www.icv.gva.es/es), y otros autonómicos. También estos visualizadores están disponibles en otros países próximos como el Instituto Nacional de Información Geográfica y Forestal de Francia (IGN, http://www.ign.fr/), la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia de Alemania (http://sg.geodatenzentrum.de/web_dop_viewer/dop_viewer.htm), o Portugal (http://www.igeo.pt/).

El IGN dispone incluso de globos virtuales históricos que pueden ser muy útiles para la enseñanza de la Historia (http://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/apibadasid/cartoteca/searchbyDocsInGlobe/). Para el tema de la Guerra Civil existen fondos cartográficos digitalizados especializados como por ejemplo el Fondo de la Guerra Civil del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (http://cartotecadigital.icgc.cat/cdm/landingpage/collection/fmones), y la colección de mapas de la Universitat de València (http://weblioteca.uv.es/europeana/ex/003/index.xml).

La ventaja que ofrece *Google Earth*, entre otras, reside en su difusión internacional, a diferencia de los visualizadores estatales o autonómicos. Pero la cuestión esencial es saber para qué podemos utilizar *Google Earth* en la enseñanza de la memoria democrática. En los siguientes apartados se intenta responder a esta pregunta.

4.2. Localización de la información

Como se ha indicado anteriormente una de las primeras utilidades que definen la naturaleza de la Geografía es la de la localización. Luque-Revuelto (2011) destaca la trascendencia de la localización y su naturaleza transversal que afecta a muchos ámbitos de nuestra vida. Diferentes

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

investigadores han destacado esta característica como esencial del conocimiento geográfico, pues responde a la pregunta básica que se plantea de forma reiterada la humanidad: ¿dónde? (Humboldt, 1845). Sin embargo, conviene tener presente que la Geografía no es sólo la "ciencia" de las localizaciones, sino que también es la ciencia de las relaciones espaciales y de la explicación.

La localización mediante el uso de *Google Earth* permite incorporar significado al añadir a la cartografía documentos textuales, visuales o sonoros. La herramienta que posibilita esta labor es la denominada "Marca de posición" o "chincheta" que facilita el estudio de los conceptos geográficos de emplazamiento y situación. Por ejemplo, el Alicante histórico se emplaza en la ladera meridional de un cerro que ofrece protección tanto climática como antrópica, y próxima al mar, que actúa como vía de transporte y abastecimiento de la ciudad. La situación geográfica de Alicante toma en consideración el fácil acceso desde el mar al interior de la Meseta y a la capital política del Estado. Estos conceptos de emplazamiento y situación, resultan particularmente necesarios para comprender lo acontecido durante la Guerra Civil, cuando las tropas franquistas intentaron detener el abastecimiento de Madrid cortando los accesos que permitían el suministro más rápido desde Alicante.

Figura 3. Marcas de posición para localizar hitos de la Guerra Civil española en Alicante y leyenda.

Fuente: elaborado a partir de *Google Earth*.

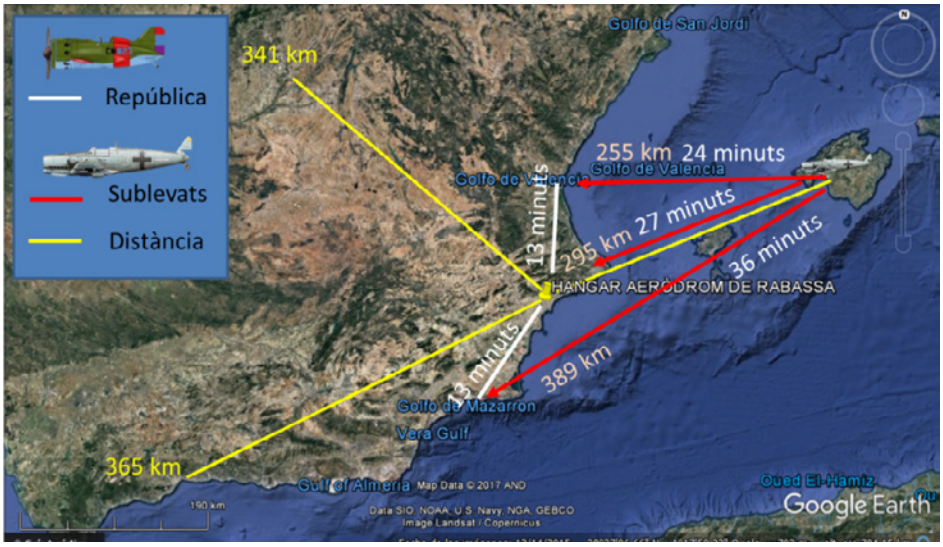
La marca de posición se puede transformar en un icono que más adelante servirá para la construcción de la leyenda en la representación cartográfica elaborada por el usuario. *Google Earth* no solo dispone de un conjunto de iconos propios, sino que permite incorporar otros personalizados. De este modo, podemos añadir símbolos de batallas, de centros de resistencia, de avituallamiento, bombardeos aéreos, campos de concentración…

4.3. Medición del espacio geográfico

Medir el espacio geográfico resulta necesario en ocasiones para entender los hechos históricos. *Google Earth* pone a disposición de los usuarios la herramienta "Regla" que posibilita calcular distancias lineales rectas o quebradas, así como superficies poligonales o circulares. Esta herramienta, por ejemplo, es la que permite descubrir la posición estratégica de Alicante cuando se mide la distancia a Madrid, Valencia y Cartagena (puerto militar). La medición de polígonos y círculos permite valorar, por ejemplo, cuestiones tales como el radio de acción de la aviación franquista o republicana. La aplicación en este sentido se ha realizado para descubrir la situación estratégica de Mallorca sobre la retaguardia republicana, y en particular sobre Alicante.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Figura 4. Medición del espacio geográfico y representación cartográfica realizada a partir de la herramienta "Regla".



Fuente: elaborado a partir de *Google Earth*.

4.4. La delimitación territorial

La herramienta "Regla", en su opción de polígono, resulta muy útil para delimitar los espacios geográficos. Por ejemplo, se puede utilizar para distinguir los lugares ocupados por los contendientes en distintos momentos de la Guerra Civil como se podrá observar en el siguiente mapa. La combinación de varios polígonos en diferentes momentos permite incorporar las categorías temporales de duración, cambio, etc. La delimitación espacial facilita la comprensión de la causalidad. Lucero y Montanero (2006) destacan la importancia de incluir material gráfico e información complementaria para explicar las relaciones causales en el aula. Por tanto, esta construcción gráfica puede introducirse en las explicaciones históricas, para facilitar y mejorar la comprensión histórica, contribuyendo a la consolidación de la memoria democrática.

Figura 5. Representación de los flujos espaciales y polígonos (superficies) mediante *Google Earth*.

Fuente: elaborado a partir de la herramienta "Regla" de *Google Earth*.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Por ejemplo, la resistencia de la República durante toda la Guerra Civil en la zona de Extremadura se explica por la posibilidad de dividir al ejército franquista en dos zonas separadas. Igualmente, se puede observar el avance de las tropas franquistas para cortar la salida terrestre desde la zona republicana del norte (Asturias, Cantabria, País Vasco) hacia Francia.

La inclusión de imágenes de lugares, de objetos y personas permite dar significado al espacio y dotarlo de memoria democrática. Por ejemplo, las personas que pasan por delante de la antigua torre de control del aeropuerto de Rabasa no tienen conciencia de lo que fue durante la Guerra Civil y de lo que representa.

Figura 6. Localización del Aeropuerto de Rabasa (Alicante) con imagen de época.

Fuente: elaborado a partir de *Google Earth*.

Del mismo modo, las personas que acceden al Mercado de Abastos de Alicante tampoco conocen lo que representan los dos objetos expuestos sin cartel explicativo. Por ejemplo, las manecillas del reloj recogen el momento exacto de los impactos. Estos detalles son los que contribuyen a recuperar la memoria democrática.

En la elaboración de los mapas no se puede prescindir de considerar e incorporar la escala geográfica. Esta información geográfica se puede obtener en *Google Earth* desde la opción "Ver" y desde el apartado "Leyenda de escala". La inclusión de la escala en la representación geográfica facilita la lectura y comprensión cartográfica.

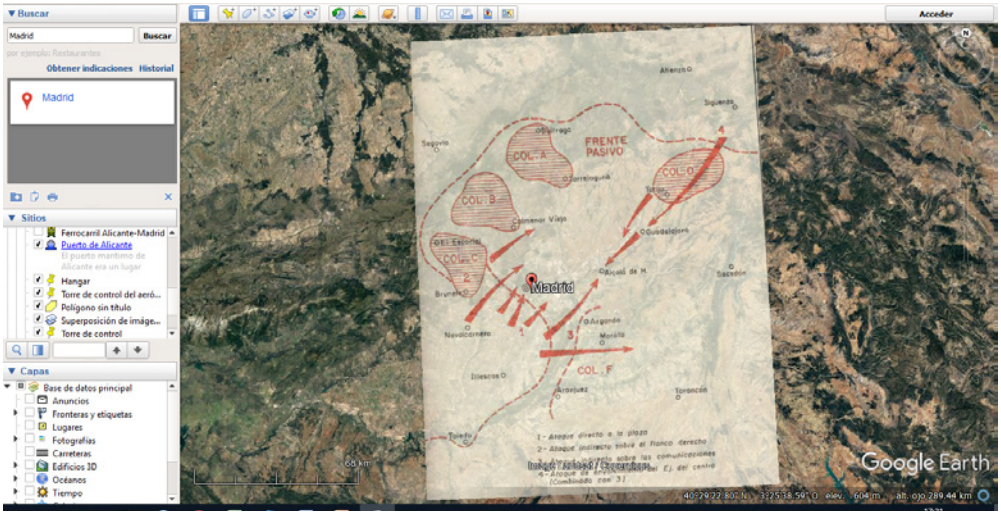
4.5. Dinamismo espacial

El espacio también es movimiento e indicar los flujos y direcciones del movimiento resultan esenciales en la representación cartográfica y en el estudio de la Guerra Civil. Esto se puede conseguir mediante la incorporación de fotografías o dibujos directamente sobre la ortoimagen que ofrece *Google Earth* o el uso de polígonos. La incorporación de imágenes, tales como flechas, se puede realizar desde la herramienta "Superposición de imagen". Este recurso cartográfico no solo indica dirección, sino también la intensidad del movimiento y ritmo. Si la intensidad depende del grosor de la flecha, el ritmo depende de la continuidad de la línea. Son consideraciones cartográficas que deben tenerse en cuenta cuando se transmite la información.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En la representación anterior las flechas se elaboraron mediante la herramienta "polígono". En la siguiente representación las flechas se han incorporado al superponer a la capa de *Google Earth*, la imagen del mapa procedente de un libro (Rojo, 2006).

Figura. 7. Representación del movimiento con superposición de capas.



Fuente: elaborado a partir de *Google Earth*.

4.6. Comparación y explicación en el espacio y tiempo

La construcción del conocimiento se apoya en muchas ocasiones en el establecimiento de relaciones. Inicialmente ya se ha indicado que la Geografía es la ciencia de las relaciones espaciales. La comparación es una relación que también permite avanzar en la definición y en la explicación. Existen diferentes tipos de explicación entre las que se hallan la mítica, la narrativa, la causal, la intencional, la de probabilidad; y según el número de relaciones se puede distinguir la monocausal y la multicausal. La escala geográfica también es una relación. Los desequilibrios en las distribuciones espaciales se establecen cuando se practica la comparación.

La comparación espacial es una práctica básica en la investigación y enseñanza de la Geografía. En la Geografía clásica, se recurría a la comparación con el fin de establecer generalizaciones y, con ello, posibles leyes. En el aprendizaje, la comparación permite pasar de las nociones a los conceptos al descubrir los atributos de criterio esenciales y los circunstanciales. La naturaleza empírica, basada en la observación es fundamental para la formación de los conceptos por observación, frente a los abstractos (Ausubel et al., 1989; Calaf-Masach, 1997).

Harvey (1983) amplía la explicación con el análisis funcional. De esta forma explica los fenómenos en relación con un objetivo final. Por ejemplo, el bolígrafo se utiliza para escribir (función) pero se fabrica porque existe la necesidad de comunicarse (fin último). El análisis funcional constituyó uno de los soportes esenciales de la Geografía regional francesa, en la que la región fue considera como algo más que la suma de las partes. El análisis funcional también se halla presente dentro de la explicación de la jerarquía de los lugares centrales.

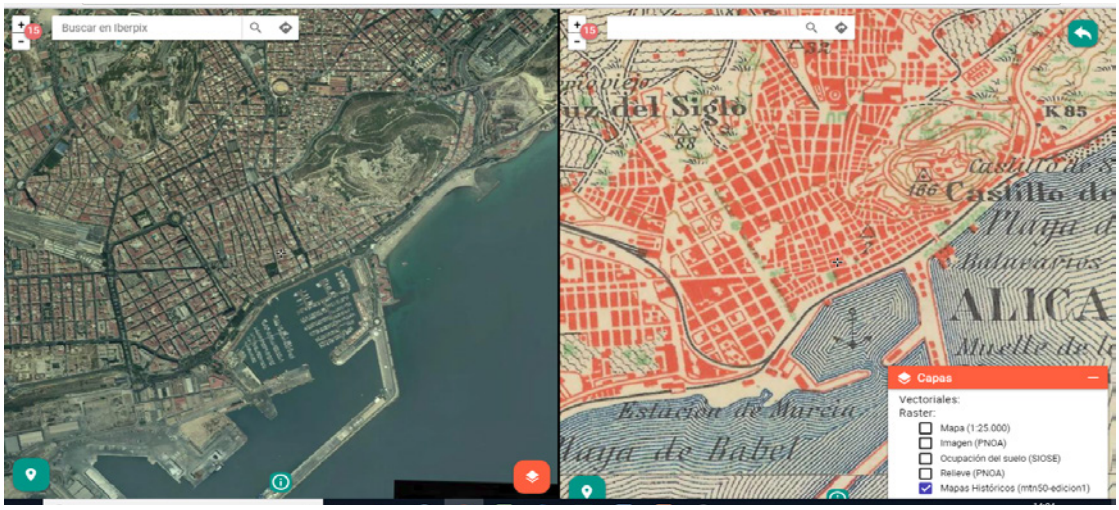
Las representaciones cartográficas que se incluyen a continuación permiten descubrir la función portuaria y estratégica en las comunicaciones de la ciudad de Alicante durante la Guerra Civil.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La explicación también implica asumir la dimensión temporal con categorías como evolución, cambio, o permanencia (Harvey, 1983). El espacio es dinámico, y por tanto cambia en sus elementos estructurantes y en las relaciones que se establecen entre éstos. En unas ocasiones se conservan los elementos, en otras las relaciones. Por tanto, resulta imprescindible para el geógrafo considerar la dimensión temporal para responder a sus cuestiones básicas de ¿por qué ocurre esto, y en este lugar?

La utilización de imágenes en las comparaciones permite incorporar las categorías de cambio y permanencia, esencial en la formación de los conceptos temporales. Desde Vidal de la Blache la dimensión temporal estuvo presente en el estudio del paisaje, y esta cuestión permanece hasta nuestros días. Los gráficos, con abscisas temporales, constituyen un ejemplo en este sentido. Esta idea de temporalidad también se puede conseguir en la representación cartográfica de diferentes formas. El siguiente mapa ha sido elaborado a partir del visualizador *Iberpix* que ofrece cartografías con diferentes contenidos o de distintos periodos con los que poder investigar o generar materiales didácticos. Este recurso se ha introducido para ilustrar otras posibilidades didácticas. Las ciudades se expanden territorialmente y la superficie que ocupan hoy día es mayor que la que ocupaban durante la Guerra Civil, por ejemplo. En la figura siguiente se puede observar el crecimiento urbano de Alicante y como los bombardeos se centraron en la parte histórica próxima al mar. Además, en la cartografía histórica se observan estructuras ferroviarias ocultas en el presente o desaparecidas por la evolución urbana.

Figura 8. La comparación espacial y temporal en la ciudad portuaria de retaguardia, Alicante.



Fuente: *Iberpix*, acceso 6 de septiembre de 2018.

Otro recurso en la misma línea para poder comparar y descubrir los cambios y permanencias en el tiempo de un lugar, es la que nos ofrece *Google Earth* con la herramienta "Reloj". Por ejemplo, ver cómo quedó Varsovia tras la II Guerra Mundial.

4.7. Planificación de itinerarios didácticos

Google Earth ofrece otras posibilidades didácticas, como diseñar y medir trayectos o itinerarios didácticos mediante la combinación de "Marcas de posición" con la herramienta "Ruta". Este recurso puede ser útil tanto para la enseñanza formal como en la informal, relacionada con centros de interpretación, guías y actividades turísticas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Para realizar un itinerario se selecciona la herramienta "Ruta" y se traza el recorrido. Si se quiere observar los desniveles del terreno para que los usuarios dispongan de información sobre la dificultad topográfica del trayecto, se escoge la opción "Editar", y dentro de ésta se dispone del apartado "Mostrar perfil de elevación". En el siguiente mapa se incluye un ejemplo con perfil topográfico. La tarea posterior consiste en ubicar la localización de las paradas. Este objetivo se consigue con la herramienta "Marcas de posición" ya descrita al comienzo. Un ejemplo de lo expuesto es la imagen que se ofrece a continuación.

Figura 9. Construcción de un itinerario y perfil topográfico a partir de la herramienta "Ruta".

Fuente: elaborado a partir de *Google Earth*.

5. Conclusiones

Los resultados del análisis han puesto en evidencia que entre los futuros docentes los contenidos metodológicos y la dimensión espacial están escasamente presentes en su ideario de contenidos escolares. Sólo cuando se pregunta sobre los contenidos geográficos se manifiestan los de naturaleza espacial.

La presente aportación muestra una serie de instrumentos de intervención en el aula, aunque puede estar limitada por distintas razones:

En primer lugar, la propuesta está mediatizada por el diseño curricular, que separa la Geografía de la Historia en la Enseñanza Secundaria. En segundo lugar, por la formación profesional, que igualmente dificulta al historiador conocer las oportunidades que ofrece la Geografía. En tercer lugar, por las tradiciones e inercias pedagógicas existentes. En cuarto lugar, no hay que olvidar las limitaciones de los equipamientos, pues en los centros pueden faltar los recursos tecnológicos, circunstancia ya extraordinaria, pero los buenos accesos a Internet no son tan frecuentes.

Como se habrá podido comprobar, la investigación, enseñanza y difusión de la memoria democrática se facilita con el empleo de las TIG.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Las TIG se pueden aplicar a la elaboración de materiales y recursos didácticos personalizados por los investigadores y docentes desde diferentes perspectivas. Por tanto, cabe destacar su flexibilidad de empleo, de forma que se pueden incorporar a materiales escolares, libros de texto, itinerarios didácticos, o a la investigación histórica, literaria, entre otros campos de conocimiento.

Los recursos utilizados contribuyen a mejorar la investigación al localizar y contextualizar mejor los hechos históricos. El empleo de las TIG permite establecer múltiples tipos de relaciones que están en la base de la explicación científica.

Entre las competencias científicas que posibilitan las TIG se encuentran la comparación, análisis, definición, interpretación, etc.

La enseñanza resulta más eficaz al implicar al alumnado mediante la acción en su propio aprendizaje.

La difusión de la memoria democrática se mejora con la localización y contextualización espacial de los hechos históricos. Con estas TIG se han abordado cuestiones esenciales de la Geografía como localizar, medir, delimitar, comparar, y relacionar que resultan funcionales para la formación de la memoria democrática.

6. Bibliografía

- Asensio, M., García, Á. & Pol, E. (1993). Evaluación cognitiva de la exposición Los bronces romanos: dimensiones ambientales, comunicativas y comprensivas. *Boletín de la ANABAD*, T. 43, 3-4, 217-256.
- Ausubel, D. P., Novak, J. & Hanesian, H. (1989). *Psicología educativa*, 2ª edición. México: Trillas.
- Buzo-Sánchez, I. (2014). Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de la Geografía con una metodología activa. En R. Martínez, &E. Mª. Tonda, (eds.),*Nuevas perspectivas conceptuales y metodológicas para la educación geográfica*. Universidad de Córdoba: Grupo de Didáctica de la Geografía de la AGE, vol. II, 11-34.
- Calaf, R., Suárez., Mª. Á.& Menéndez, R. (1997). *Aprender a enseñar Geografía*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Calle-Carracedo, M. de la (2017). Aplicaciones (apps) para la enseñanza de la Geografía. Una experiencia mobile-learning en la formación inicial del profesorado de educación primaria. *Didáctica Geográfica*, 18, 69-89.
- Carretero-Rodríguez, M. (1995). *Construir y enseñar. Las ciencias sociales y la historia*. Buenos Aires: Aique.
- Casado-Quintanilla, B. (Coord.). (2004). *Tendencias historiográficas actuales*. Madrid: UNED.
- Casas, M.; Bosch, D.; González, N., (2005). Las competencias comunicativas en laformación democrática de los jóvenes: Describir, explicar, justificar, interpretar yargumentar, *Enseñanza de las ciencias Sociales*, núm. 4, 39-52.
- Feliu, Mª. F. & Hernández, F. X. (2013). *Didáctica de la Guerra Civil española*. Barcelona: Graó.
- García, A. L. & Jiménez, J. A. (2006). *Los principios científico-didácticos (PCD). Nuevo modelo para la enseñanza de la Geografía y de la Historia*. Granada: Universidad de Granada.
- Harvey, D. (1983). *Teorías, leyes y modelos en Geografía*, Madrid: Alianza.
- Hirsch, M. (2015). *La generación de la posmemoria. Escritura y cultura visual después del Holocausto*. Madrid: Carpe Noctem.
- Humboldt, A. Von (1875).*Cosmos. Ensayo de una descripción física del mundo*. Bélgica: EduardoPerié Editor, [En línea] Recuperado de http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20POS-GRADUACAO/ALEXANDER%20VON%20HUMBOLT/Humboldt,%20A.%20Cosmos.pdf.
- Lucero, M., &Montanero, M. (2006). El discurso causal en la enseñanza de la Historia. *Campo Abierto*, vol. 25, 1, 89-101.
- Luque-Revuelto, R. M. (2011). El uso de la cartografía y la imagen digital como recurso didáctico en la enseñanza secundaria. Algunas precisiones en torno a *Google Earth*, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 55, 183-210.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Martínez, R. & López, J. A. (2015). Análisis de la cartografía en los libros de texto de ciencias sociales en educación primaria. En De la Riva, J.; Ibarra, P.; Montorio, R. & Rodrigues M. (eds.) *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*, Universidad de Zaragoza y Asociación de Geógrafos Españoles, 1455-1464.
- Miguel-González, R. de (2013). Aprendizaje por descubrimiento, enseñanza activa y geoinformación: hacia una didáctica de la Geografía innovadora. *Didáctica Geográfica*, 14, 17-36.
- Nadal-Perdomo, I. (2002). Lo cercano y lo lejano como criterio de ordenación de los contenidos del currículo de ciencias sociales, *Iber: Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 32, 29-40.
- Nadal, F.,Montaner, C. & Urteaga L. (2007).*Los mapas en la Guerra Civil española (1936-1939)*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya.
- Nadal, F. & Urteaga, L. (eds.): (2013). *Mapas y cartógrafos en la Guerra Civil española (1936-1939)*. Madrid, Instituto Geográfico Nacional.
- Pagés-Blanch, P. (1990). *Introducción a la Historia. Epistemología, teoría y problemas de método en los estudios históricos*. Barcelona: Barcanova.
- Piaget, J. (1993). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (2001). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Crítica.
- Precedo-Ledo, A. (1985). La evolución de la Geografía: Un proceso complementario y acumulativo. *Didáctica Geográfica*, 12-13, 5-21.
- Rojo, V. (2006). *Así fue la defensa de Madrid*. Madrid: Ed. Asociación de Libreros de Lance.
- Ruiz, Á. R., Tulla, A. F.& Molinero, F. (2017). La enseñanza de la Geografía Rural en los estudios universitarios de Grado en España: temáticas clave, organización y metodologías de trabajo actuales. *Biblio3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales.* [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 5 de mayo de 2017, vol. XXII, núm. 1.198. Recuperado de http://www.ub.es/geocrit/b3w-1198.pdf.
- Sandoya-Hernández M. Á. (2009). Actividades cartográficas en libros de texto de secundaria.*Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 29 (2), 173-203.
- Santacreu-Soler, J. M. (2016). *La recuperació de la memòria històrica al País Valencià: reparar i dignificar les víctimesamb les subvenciosestatals (2006-2011*). Castellón de la Plana, Publicacions de la Universitat Jaume I, Universitat d'Alacant y Universitat de València.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Sebastiá-Alcaraz, R. (2014). Ideas previas y aprendizaje significativo en la enseñanza de la Geografía. En R. Martínez & E. Mª. Tonda, *Nuevas perspectivas conceptuales y metodológicas para la educación geográfica*. Vol. 1, 15-74.
- Trepat, C. &Alcoberro, A. (1994). Procedimientos en Historia. Secuenciación y Enseñanza. *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 1, 31-52.
- Yi Fu Tuan (1977). *Space and place: The perspective of experience*. Minneapolis: Universityof Minnesota Press.

Sobre los autores/as

Rafael Sebastiá Alcaraz
Profesor Titular de la Facultad de Educación en la Universidad de Alicante. Ha sido secretario del Grupo de Didáctica de la Geografía de la Asociación Española de Geografía. Ha coordinado dos proyectos del CNIG para la elaboración de materiales didácticos.

Emilia María Tonda Monllor
Catedrática de Escuela Universitaria de la Facultad de Educación en la Universidad de Alicante. Presidenta del Grupo de Didáctica de la Geografía de la Asociación Española de Geografía. Ha coordinado dos proyectos del CNIG para la elaboración de materiales didácticos.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9291

Cuantificación de la vulnerabilidad humana ante la degradación del aire en Madrid: un estudio apoyado en geotecnologías

Antonio Moreno Jiménez[1] | María Jesús Vidal Domínguez[2] |
Pedro Martínez Suárez[3]

Recibido: 23/04/2019 | Aceptado: 01/07/2019

Resumen

El concepto de vulnerabilidad humana está resultando muy fértil para desvelar dificultades sociales latentes y para inspirar intervenciones proactivas, inherentes a un desarrollo territorial más completo. Dentro de ese campo interdisciplinar este estudio pretende: a) identificar aspectos e indicadores para expresar la vulnerabilidad socio-ambiental, particularmente ante la degradación del aire; y b) construir medidas de la misma idóneas para el ámbito español, usando como caso de estudio la ciudad de Madrid. A tal fin se ha acometido la selección y valoración de facetas e indicadores relevantes mediante la técnica Delphi. Tras una exploración de las relaciones entre dichos indicadores con un análisis de componentes principales, se ha adoptado un promedio ponderado de aquéllos para generar un índice de vulnerabilidad relativa primero y, después, una estimación de la vulnerabilidad absoluta por barrios de la ciudad, que desvelan las notables diferencias internas. Un sistema de información geográfica ha sustentado el tratamiento y análisis espacial de los datos, así como la visualización de los resultados, los cuales ofrecen mejores bases para orientar políticas de protección a los residentes de los barrios más vulnerables de la ciudad.

Palabras clave: vulnerabilidad socio-ambiental; método Delphi; indicadores urbanos; sistemas de información geográfica; Madrid

Abstract

Quantifying human vulnerability to air degradation hazards in Madrid: a geotechnologies-based study

The human vulnerability concept is becoming very fruitful to uncover social latent difficulties and to inspire proactive actions according to a more comprehensive spatial development. Framed on this interdisciplinary field, this study intends: a) to identify aspects and indicators to measure socio-environmental vulnerability, specifically regarding to air degradation; and b) to build measures of it, usable for Spain, and considering the city of Madrid as case study. To these objectives, a set of facets and indicators have been selected and gauged, using the Delphi technique. After exploring the relations among such indicators with principal component analysis, a weighted mean has been adopted to obtain, firstly, a relative vulnerability index, and then an absolute vulnerability estimation for the city neighbourhoods. They uncover noteworthy intra-urban differences. Data handling and spatial analysis, as well as geovisualization of results, have been ef-

1. Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, España, antonio.moreno@uam.es
2. Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, España, mariajesus.vidal@uam.es
3. Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, España, pedromarts@hotmail.com

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

fectively supported by a geographical information system. The findings deliver better knowledge to implement policies for protecting people living in the most vulnerable areas of the city.

Keywords: socio-environmental vulnerability; Delphi method; urban indicators; geographical information systems; Madrid

1. Introducción

En las sociedades avanzadas actuales, junto con principios como la competitividad, otros como los de cohesión, solidaridad, defensa y protección a ciudadanos frágiles o con limitaciones, establecen el necesario contrapunto reclamado por la diversidad del género humano en capacidades, recursos y situaciones. Ellos están catalizando una pujante corriente de trabajo científico y aplicado centrada en identificar rasgos personales y aspectos contextuales que ocasionan situaciones de debilidad o flaqueza para poder desarrollar una vida conforme a los estándares "normales". El foco central de esa corriente se ha puesto en la idea de vulnerabilidad, por su adecuación para valorar situaciones individuales o colectivas donde ella alcanza diferentes grados, desde leves a severos o preocupantes.

El tema se ha convertido en un terreno interdisciplinar donde aumentan los estudios de forma significativa, pero también en una preocupación social y política, instancias desde las cuales se reivindica la intervención pública para paliar esa vulnerabilidad y empoderar a los ciudadanos de cara a una implicación activa en la resolución de ese tipo de problemas.

Buena parte de los estudios se ha ido adentrando en la labor de evaluar la vulnerabilidad, como vía de aportar conocimiento, es decir, diagnósticos y eventualmente propuestas para la acción (Birkmann, 2006a; Cutter y Corendea, 2013). En esa dirección, y desde la Geografía, las aportaciones están enfatizando la visión espacial (*e. g.* Coy, 2010; D'Ercole y Metzger, 2009; Palacios *et al.*, 2018), lo que implica contemplar aspectos, actores y dinámicas, referidos siempre a una localización, por resultar crucial para caracterizar primero el problema y remediarlo después.

La polivalencia del concepto ha ido propiciando una paulatina profundización y una ramificación del mismo, para abordar subproblemas de vulnerabilidad cada vez más específicos, según se verá más adelante. Ello ha conducido a una diversidad de enfoques y propuestas metodológicas, acordes con la particular delimitación del asunto que se realice. Siguiendo esa línea de trabajo, este estudio prioriza una visión espacial de la vulnerabilidad humana ante posibles adversidades ambientales, singularmente por exposición a baja calidad del aire y en el medio urbano español. Ambas acotaciones resultan pertinentes y significativas por cuanto ese problema ambiental es bien conocido y sufrido en las ciudades, y en la Unión Europea existe una sensibilización y capacidad de intervención que hacen verosímil la aplicación práctica de los resultados de este tipo de indagaciones.

En el apartado siguiente se revisarán las contribuciones más significativas para contextualizar nuestra indagación, y a continuación se presentarán las cuestiones y decisiones metodológicas fundamentales; luego se analizarán los resultados y se terminará con una discusión de los mismos y unas breves conclusiones.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2. Antecedentes conceptuales y metodológicos

Al igual que otros conceptos, la vulnerabilidad ha sido objeto de interés por parte de especialistas procedentes de diversas disciplinas, por lo que definirla de forma simple no resulta fácil. Así se constata en varias de las revisiones del tema (*vid.* Brooks, 2003; Cardona, 2003; Adger, 2006; Birkmann, 2006a; Sánchez y Egea, 2011; Lampis, 2013), en las que según el ángulo de visión se suelen señalar elementos y matices diferenciados, a la vez que relevantes (Egea *et al.*, 2012). Quizá en lo que sí puede hallarse consenso es en conferirle un carácter polifacético, porque requiere aglutinar aspectos heterogéneos a la hora de formular versiones operativas del mismo, dinámico (Schneiderbauer *et al.*, 2017) y también polivalente, por su aplicabilidad a problemas muy diversos (Alguacil *et al.*, 2014; Quenault, 2015).

En un sentido general la idea de vulnerabilidad evoca ciertos componentes básicos: a) quién o qué es vulnerable, y por tanto es susceptible de ser impactado; b) ante qué amenazas, afecciones o agentes puede resultar débil o frágil; y c) bajo qué formas, cualidades, intensidades, duraciones, etc. se manifiesta esa vulnerabilidad. Bajo un prisma tan amplio, no extraña que el concepto sea relevante para entes muy diversos: personas y otros animales, plantas, objetos, organizaciones y comunidades, lugares, paisajes y espacios (marinos, aéreos, …), etc.

En el ámbito de las ciencias sociales y del territorio el concepto ha ido cobrando una patente notoriedad, configurando líneas de indagación muy dinámicas y, desde la Geografía, como intersección de aquéllas, la atención va a la par (*vid.* Palacios *et al.*, 2018). Nuestro trabajo sitúa el foco en esa parcela tan geográfica que surge de la interfaz sociedad y medio ambiente, y concretamente en la subparcela que se preocupa por la vulnerabilidad humana ante ciertos peligros o rigores provenientes del entorno ambiental.

Eludiendo una revisión amplia del concepto, procede mencionar algunos de los elementos definitorios más notables de la vulnerabilidad humana, según la bibliografía, que interesa a nuestros fines. Al respecto se constata bastante consenso en aludir a la susceptibilidad (biológica, económica, política o social) o potencialidad de la población de verse afectada por algún fenómeno o agente externo, estresante o desestabilizador, de origen natural o antrópico (Cardona, 2003). Bastantes autores (*e. g.* Dwyer *et al.*, 2004; Birkmann, 2006a; Eakin y Luers, 2006; Wisner *et al.*, 2006; Frazier *et al.*, 2014) concuerdan en un entendimiento que integra ciertos componentes o subconceptos principales: 1) la sensibilidad de los sujetos o entes potencialmente afectables, que expresaría su fragilidad o debilidad (*vs.* fortaleza) ante agresiones o estímulos; 2) la desigual exposición de dichos entes a los fenómenos o agentes amenazantes, lo que supone, entre otras cosas, una delimitación contextual o concreción de sus circunstancias espacio-temporales; y 3) la resiliencia, la cual posee significados algo variados por haber sido objeto de definición por especialistas de disciplinas diversas (*e. g.* Reghezza *et al.*, 2012; Masterson *et al.*, 2014, pp. 25-30). En muchas de ellas hay elementos comunes: la capacidad (de un sistema o comunidad) de resistir y absorber cambios e impactos y, por tanto, de mantenerse; la posibilidad de recuperarse con prontitud tras un shock; también se suele añadir la potencialidad de reducir vulnerabilidades futuras mediante estrategias adaptativas. Junto con la implicación ciudadana, la resiliencia humana dependería de la capacidad de una comunidad de acceder y usar, para esos fines de sostenibilidad, varios tipos de capital (activos o *assets*): social, económico, físico y humano (*vid.* Morrone *et al.*, 2011; Masterson *et al.*, 2014, pp. 36-38). Esos tres componentes suelen contemplarse a la hora de analizar y medir la vulnerabilidad en trabajos de corte más metodológico (por ejemplo en los índices propuestos por Frazier *et al.*, 2014 o Weber *et al.*, 2015).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Una mirada amplia a los abundantes estudios intentando medir la vulnerabilidad constata una variedad de interpretaciones de la misma, articuladas en torno a dos vectores señalados antes: quiénes son los sujetos vulnerables y cuáles son los fenómenos amenazantes que les pueden afectar. A partir de ellos el interés del estudioso y sus objetivos aplicados han desembocado en aproximaciones diferenciadas y en las consecuentes decisiones metodológicas.

En una revisión sucinta y selectiva de los antecedentes relevantes, se pueden identificar:

- Vulnerabilidad referida a la población general, contemplando facetas diversas (como recogen Masterson *et al.*, 2014, pp. 97-112), con variantes especializadas que privilegian bien la dimensión económica (*e. g.* Coy, 2010), por cuanto atenta a los ingresos bajos o irregulares, bien la sociodemográfica (*e. g.* Sánchez y Egea, 2011), que prioriza ciertos problemas de la población (por razón de edad, sexo, familia, etc.), o bien la específicamente social (*e. g.* Lafuente y Faura, 2012; Bello, 2013; Sánchez, 2009), en la que priman las consideraciones sobre la exclusión, dependencia, marginalidad, etc.
- Junto a la aproximación sustentada en variables estadísticas "objetivas" merece la pena subrayar la que tiene en cuenta también, o privilegia, la visión personal de las amenazas, vulnerabilidad subjetiva (*e. g.* Couch y Coles, 2011; Thomas, 2013; Moreno y Fuenzalida, 2017), por cuanto realza los mecanismos psicológicos que, como tamiz, desembocan en vivencias, actitudes y conductas muy significativas social, política y espacialmente.
- Vulnerabilidad espacial, bien relativa a atributos geográficos de los lugares y a su protección (Guezo y Verrhiest, 2006; D'Ercole y Metzger, 2009; Domínguez *et al.*, 2009; Ruiz, 2012; Holand *et al.*, 2011), bien alusiva a diversas facetas de la vulnerabilidad urbana (sociodemográfica, económica, gobernabilidad, hábitat) como hacen Subirats y Martí-Costa (2014), o sus barrios, poniendo el acento en usos del suelo como el residencial, los problemas de la vivienda, sus habitantes y su entorno (Egea *et al.*, 2008; Alguacil, 2006; Alguacil *et al.*, 2014; Ayuntamiento de Madrid, 2018).
- Una aproximación que integra las dos variantes antedichas, es decir combinando el componente poblacional y las características del lugar de residencia, es la que desarrollan Lo *et al.* (2015) en el estudio sobre la región de York (Canadá). En él examinan la vulnerabilidad de ciertos grupos demográficos sensibles (ancianos, inmigrantes y personas de bajas rentas) respecto a la dotación de las que denominan "infraestructuras sociales" (servicios de educación, empleo, vivienda y de acogida) por zonas.
- Eventualmente, algunos autores han considerado específicamente la vulnerabilidad de actividades y usos del suelo urbanos, tales como la edificación e infraestructuras (Santos *et al.*, 2104), pero también rurales como la agricultura (Berry *et al.*, 2006).

La fuerte sensibilidad social y política hacia el medio ambiente explica que la vulnerabilidad originada por factores o problemas ambientales haya sido tratada en numerosos estudios:

- En algunos casos se han contemplado las múltiples amenazas ambientales, y eventualmente tecnológicas, que se ciernen sobre un lugar, como por ejemplo hicieron Cutter *et al.*(2000) para el Georgetown County (South Carolina) o Collins *et al.*(2009) para la conurbación El Paso-Ciudad Juárez. En ocasiones se han considerado territorios a escala regional, como hacen Tran *et al.* (2010) en su ensayo de medir la vulnerabilidad ambiental general por cuencas hidrográficas en una región de los EE.UU. En esa misma línea pueden inscribirse trabajos que avistan a múltiples amenazas de origen natural (Thomas, 2013) o geomorfológico (Kappes *et al.*, 2012).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Con bastante frecuencia el foco se ha puesto sobre amenazas ambientales específicas, entre las cuales cabe mencionar: el clima en general (Cutter *et al.*, 2009; Malcomb *et al.*, 2014), los efectos del cambio climático (Bertoux y González, 2015; Pandey y Bardsley, 2015; Wesenbeck *et al.*, 2016; Mainali y Pricope, 2017), las inundaciones (Frazier *et al.*, 2014; Hung *et al.*, 2016; Sánchez y Chávez, 2016; Rakotoarisoa *et al.*, 2018), los ciclones (Uitto, 1998), los tsunamis (Santos *et al.*, 2014), los sismos (Armas *et al.*, 2016; Frigerio *et al.*, 2016), etc.

Esta última serie de trabajos atestigua la progresiva tendencia, ya señalada antes, a adoptar el concepto de vulnerabilidad para profundizar en la interacción entre sociedad y ambiente de manera selectiva, esto es, ahondando en cómo amenazas ambientales concretas pueden afectar a grupos de población también específicos y en función de los rasgos que éstos poseen. Se trata, pues, de iluminar las fragilidades singulares que ciertas categorías de individuos tienen, en virtud de sus atributos y circunstancias (que motivadamente se entienden como reductoras de la fortaleza y defensa humanas), frente a peligros o agresiones ambientales bien definidos.

Consta ya un cierto número de sugerentes aportaciones que están explorando esa línea de desarrollo. El ya citado Uitto (1998), por ejemplo, estudió la vulnerabilidad de los "sin techo" en Tokio frente a los ciclones, Greenberg (2015) ha considerado la vulnerabilidad y protección de los mayores frente a desastres naturales, mientras que Sánchez y Chávez (2016) han analizado la vulnerabilidad de los ancianos respecto a episodios de inundaciones.

Algunos otros han acotado singularmente la amenaza, pero han considerado a los entes vulnerables de forma más genérica mediante indicadores varios. Un ejemplo de ello es el trabajo de Johnson *et al.* (2012) quienes han desarrollado y testado un índice de vulnerabilidad social específico frente a olas de calor extremo en la ciudad de Chicago. A tal fin identificaron un conjunto de variables demográficas, socioeconómicas, de uso del suelo y temperatura de la superficie urbana por manzana censal (*census block*), las cuales, tras una selección (19 variables) y reducción a cuatro componentes principales (*circa* 79 % de la varianza), se combinaron en un índice compuesto de vulnerabilidad a calor extremo (EHVI), cuya validación fue testada frente a datos (tasa) de mortalidad durante una ola de calor. Evidenciaron así una tendencia bastante congruente con la previsión: proporcionalmente más óbitos en las zonas de alto índice y menos en las de bajo índice. El trabajo de Weber *et al.* (2015) también se centra en las olas de calor extremo (sobre la ciudad de Filadelfia), aunque como variables de sensibilidad incluye los ancianos residiendo solos, las viviendas antiguas y la población sin grado de educación secundaria.

El enfoque de nuestro trabajo se inserta en este frente de la tradición investigadora, por cuanto avista a proponer un selecto conjunto de aspectos que se reconocen como asociados y expresivos de la vulnerabilidad humana al aire degradado que respiramos. El planteamiento adoptado se centra en determinar indicadores estadísticos relativos a las debilidades o sensibilidad humanas, la exposición y la capacidad de respuesta y de recuperación, de tal suerte que confluyan en unas medidas sintéticas imputables a la población de cada zona. Ésta por tanto detentaría, en general, un grado de susceptibilidad o fragilidad acorde con el valor relativo condensado en un índice.

Procede añadir, de acuerdo con la posición explícita o implícitamente manifestada en varios trabajos (*e. g.* Holand y Lujala, 2013; Alguacil *et al.*, 2014; Lixin *et al.*, 2014), que la evaluación de la vulnerabilidad humana demanda un tratamiento geográficamente contextualizado por dos mo-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

tivos: primero, porque ciertos componentes de la misma (sensibilidad o resiliencia por ejemplo, y sus determinantes) se pueden sustanciar de forma muy distinta según los lugares (*e. g.* países o continentes); y segundo, porque la percepción y conducta humanas ante las amenazas también difieren espacialmente. Bajo tal premisa, nuestro análisis asume un marco espacio-temporal acotado, ilustrativo de la realidad urbana española y, en parte, europea. Ello inspirará ciertas decisiones metodológicas que más adelante se explicitarán.

Junto a esa serie de estudios, de carácter fundamentalmente metodológico-empírico, y que desvelan la multiplicidad de variantes formuladas para estudiar la vulnerabilidad humana o de sus asentamientos, conviene recordar una cuestión crucial que Tate (2013) ha recalcado: las incertidumbres sobre los indicadores utilizados para medir y representar el concepto de vulnerabilidad. El asunto se ha tratado al menos de varias formas: a) mediante consultas a expertos con técnicas Delphi (*e. g.* Emrich, 2005) o evaluación multicriterio (Ayuntamiento de Madrid, 2018), a grupos involucrados en evaluación multicriterio (Yáñez y Muñoz, 2017) o con encuestas a afectados (*e. g.* Johnson *et al.*, 2012; Chávez y Sánchez, 2016; Sánchez y Chávez, 2016); y b) mediante la comprobación de si tales instrumentos estadísticos, expresivos de los condicionantes de los impactos, correlacionan con los efectos negativos sobre los entes vulnerables. Al respecto son notorios los estudios sobre la incidencia de la polución del aire en las personas (*vid.* Deguen y Zmirou-Navier, 2010), o las relaciones estadísticas entre niveles de mortalidad, alta polución y presencia de ciertos grupos sociodemográficos desfavorecidos o vulnerables en Madrid (*vid.* Prieto *et al.* 2017 y 2018). En nuestro estudio se adoptará la técnica Delphi para solventar ese paso, según se explicará más adelante.

Los objetivos contemplados en esta investigación son dos: en primer lugar, se persigue identificar y establecer facetas, circunstancias y rasgos relevantes de la población y del medio urbano que puedan incidir en la vulnerabilidad social hacia una categoría de peligros ambientales, los inherentes a la calidad del aire; a tal fin se asume que habrán de concernir a los componentes de sensibilidad, exposición y resiliencia enunciados antes. Y en segundo lugar, se pretende abordar una medición operativa de dicha vulnerabilidad, apta para su aplicación en ciudades del ámbito español. Ello implicará: a) un estudio preliminar de las relaciones estadísticas entre los indicadores; y b) el diseño y construcción de un índice para expresar la vulnerabilidad relativa entre zonas de la ciudad, según los atributos coadyuvantes de aquélla, y una medida de la vulnerabilidad absoluta, expresiva de la necesidad de protección en cada zona y que considere no solo esa vulnerabilidad relativa, sino la magnitud de la población residente a la que le es imputable. Con ello se aspira, en última instancia, a avanzar en el conocimiento y los instrumentos (basados en geotecnologías) para implementar acciones atentas a las desigualdades en esa vulnerabilidad en el espacio intraurbano.

3. El caso de estudio y las fuentes de datos estadísticos y cartográficos

3.1. El ámbito de estudio

El municipio de estudio, Madrid, es el más poblado de España con 3 182 175 habitantes (1 de enero de 2017), posee una extensión de 604,3 km^2 y está dividido administrativamente en 21 distritos y 128 barrios (figura 1). Como la mayoría de las ciudades españolas, el espacio urbano madrileño se caracteriza por una notable compacidad y densidad de población.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Figura 1. Ámbito de estudio: área urbana poblada (AUP) de la ciudad de Madrid, distritos y barrios (tras una agregación parcial), 2015

Fuente: elaboración propia a partir de cartografía oficial del Instituto Geográfico Nacional, de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid (véase apdo. 3.1).

Dado que el foco recae en la población residente y que ésta se distribuye espacial y temporalmente de manera desigual y variable en el espacio municipal y urbano, se ha delimitado un ámbito más relevante, ya usado en otros trabajos, denominado como "área urbana poblada" (AUP) (figura 1). Se entiende como tal aquellas zonas de la ciudad de uso residencial o en las que, por su cercanía a éste, la población realiza su vida cotidiana. La delimitación operativa del AUP se ha llevado a cabo con referencia al año 2015 y ha seguido un proceso laborioso de identificación y selección de zonas urbanas, excluyendo los espacios más extensos del municipio dedicados a usos industriales, grandes infraestructuras y equipamientos, transportes, agrícolas, ganaderos, forestales, baldíos, etc., donde la densidad de población es baja (diseminada) o nula. A tal fin se ha recurrido al examen de una serie de fuentes cartográficas digitales y ortoimágenes del Instituto Geográfico Nacional: Base Topográfica Nacional (BTN100, 2015; BTN25, 2016), Base Cartográfica Nacional (BCN200, 2011), Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE, 2011), Mapa de Ocupación del Suelo en España (*Corine Land Cover*), ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA, 2014 y 2015); así como de la Comunidad y del Ayuntamiento de Madrid (2015). El AUP estrictamente ocupa, según nuestros cálculos, 182,04 km^2 (30,1 % de la superficie municipal) y tendría una densidad de población de 174,81 hab./ha.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

3.2. Las unidades espaciales de análisis

El objetivo de medir la vulnerabilidad socio-ambiental (VSA) en las distintas partes de la ciudad requiere disponer de datos por unidades espaciales convenientes, cuestión que supone un reto de cierto calado. La decisión de qué partición adoptar plantea un *trade off* entre adecuación y viabilidad, que en última instancia se ha de solventar con realismo pragmático. Como es bien sabido, la cantidad y calidad de los datos disponibles está, en general, en relación inversa con la desagregación espacial, de suerte que para unidades pequeñas la escasez puede resultar tan limitante que impida el estudio. Tras considerar unidades reducidas como las secciones censales, éstas hubieron ser descartadas debido a la exigua información existente en los distintos organismos estadísticos públicos a ese nivel de detalle. Frente a los excesivamente grandes distritos municipales, se evaluó como alternativa intermedia la división en barrios cuya cifra, 128, posibilita una razonable desagregación intraurbana.

La obtención y examen para nuestros fines de la información de los Censos de Población y Vivienda de 2011 del Instituto Nacional de Estadística (INE) suscitó una situación harto compleja que se puede resumir así:

- Las operaciones censales fueron realizadas mediante procedimientos muestrales.
- El muestreo implicaba unos requisitos mínimos de unidades muestrales en cada fracción espacial, que variaban según el atributo de interés, para superar el umbral del secreto y de estimación estadísticos. Esos mínimos oscilaban entre 80 y 210 personas, según los casos.
- La obtención de los datos había de canalizarse a través de una plataforma web, el Sistema de Difusión Estadística del INE, aparentemente muy flexible, pero con un protocolo operativo muy laborioso para realizar una consulta y explotación algo amplia.

En resumen, tras evaluar las posibilidades y su coste se decidió:

1. Adoptar como partición intraurbana los barrios municipales, a efectos de realizar los análisis, aunque algunos, por su pequeña población, habrían de agregarse.
2. Ante los obstáculos derivados de los requisitos de unidades muestrales que limitasen la obtención de las variables de interés se procedió, primero, a identificar los barrios problemáticos y, segundo, a realizar fusiones de los mismos con otros.
3. Tal agregación de barrios se llevó a cabo según los siguientes criterios: minimización de las fusiones, agregación con barrios adyacentes espacialmente, mantenimiento de la consistencia jerárquica con las divisiones de distritos y similitud de la composición sociodemográfica y estructura urbanística con los barrios vecinos.

Finalmente, la partición del ámbito estricto de estudio se conformó: a) mediante la agregación de unos pocos barrios (9), resultando un total de 119 unidades estadísticas espaciales; b) ajustando el espacio analizado al ámbito dentro del AUP, que será el manejado y mostrado cartográficamente. Computacionalmente estas operaciones fueron realizadas con SIG. La figura 1 muestra la partición y extensión del AUP con los barrios agregados.

Las capas de divisiones municipales en distritos y barrios fueron obtenidas del Ayuntamiento de Madrid (Subdirección General de Estadística), a fecha de 24 de junio de 2015.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

4. Determinación operativa de facetas e indicadores de la VSA

4.1. Aplicación y resultados del método Delphi

Uno de nuestros objetivos principales ha sido identificar un conjunto de dimensiones o aspectos relevantes por su incidencia en la VSA y establecer su importancia relativa, para lo cual se ha recurrido a la conocida técnica Delphi, que cuenta con antecedentes avaladores (*vid.* Emrich, 2005; Greiving *et al.*, 2006). Dos fases se han desarrollado a tal fin:

a. Una consulta a la bibliografía para preseleccionar factores de vulnerabilidad recogidos en las revisiones sobre el tema (*vid.* apartado de Antecedentes conceptuales), en obras como las de Birkmann (2006b) y Masterson *et al.* (2014, pp. 100-104) y en los propios estudios de caso (*e. g.* Cutter *et al.*, 2003; Dwyer *et al.*, 2004; Frazier *et al.*, 2014). Como resultado, se obtuvo un amplio conjunto de aspectos con los cuales, y a la vista de las fuentes estadísticas disponibles, se concretó una relación preliminar de circunstancias y variables que suelen aducirse como condicionantes de la vulnerabilidad de la población a amenazas ambientales (particularmente la calidad del aire). Básicamente aludían a instrucción, edad, situación familiar, invalidez, situación laboral y ocupación, renta per cápita, inmigración procedente de países menos desarrollados, baja calidad de la vivienda, y disponibilidad / accesibilidad espacial a centros de atención social y de salud públicos. Algún otro aspecto obvio y relevante, como la morbilidad respiratoria, no pudo ser contemplado por la carencia de datos adecuadamente georreferenciados.
b. Una consulta a un panel de expertos mediante la técnica Delphi.

Ante las incertidumbres de establecer la incidencia de esos factores en la VSA y su importancia relativa se recurrió al método Delphi el cual, como es conocido, avista la obtención de información mediante la consulta a expertos de un área, con el fin de recabar la opinión de consenso del grupo (*e. g.* Linstone y Turoff, 1975; Reguant y Torrado, 2016). Se trata de una técnica bastante efectiva para estructurar un proceso de comunicación grupal en la que se selecciona primero un conjunto de expertos a los que se pregunta su opinión sobre las cuestiones a decidir. Ello se repite en sucesivas rondas anónimas, al objeto de conseguir consenso, reduciendo la variabilidad en las contestaciones.

En nuestro caso el experto debía valorar en una escala ordinal de 1 (mínimo) a 5 (máximo) el grado de incidencia que una serie de aspectos pueden tener sobre la VSA en el contexto urbano español y, opcionalmente, motivar su parecer. Se podían añadir también nuevos factores o consideraciones.

Se estableció y seleccionó una cifra de 10 expertos (acorde con otros estudios) en Geografía social, de la población y urbana española, procedentes de diversas instituciones científicas: la mayoría eran profesores universitarios españoles y 1 latinoamericano (aunque conocedor de la realidad española); 3 pertenecían a centros especializados de investigación.

Se realizaron dos rondas de consultas por correo electrónico, contestando 9 en la primera ronda. En la segunda, la encuesta incluía el promedio de las valoraciones de cada aspecto y su variabilidad (desviación estándar) de la primera ronda, junto con la respuesta personal dada en la misma; se permitía modificar la valoración inicial, si lo consideraba necesario, y motivarla. De esta segunda ronda se obtuvieron 5 respuestas que, en general, arrojaron resultados más afinados y convergentes. La tabla 1 recoge la síntesis final de los mismos.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 1. Estadísticos de las respuestas finales a la consulta Delphi sobre aspectos e importancia de los mismos en la VSA

Aspecto	Importancia				
	Media	Desv. típica (DT)	Coef. de variación (CV)	Valor máx.	Valor mín.
Inmigrantes de países menos desarrollados (Europa del E, América Latina, Asia, África)	3,67	0,47	12,86	4	3
Personas mayores en hogares solos / sin pareja	4,22	0,63	14,89	5	3
Personas adultas y mayores con bajo nivel de instrucción	3,67	1,15	31,49	5	1
Residentes en viviendas de alquiler	2,00	1,25	62,36	4	1
Residentes en viviendas pequeñas	1,78	0,92	51,54	3	1
Residentes en hogares unipersonales	2,67	1,25	46,77	5	1
Residentes en hogares con 6 miembros o más	2,44	1,50	61,32	5	1
Residentes en situación de paro	4,00	0,94	23,57	5	3
Residentes con invalidez	4,56	0,68	15,04	5	3
Situación de jubilado, prejubilado o pensionista	3,11	0,87	28,12	5	2
Empleo eventual o temporal	3,00	0,82	27,22	4	2
Empleo en industria manufacturera o construcción / Operadores de instalaciones y maquinaria / Ocupaciones elementales	2,89	0,99	34,40	5	2
Renta per cápita	4,22	0,63	14,89	5	3
Viviendas sin calefacción	4,00	0,67	16,67	5	3
Viviendas sin internet	2,39	1,05	43,88	4	1
Viviendas sin ascensor (> 4ª planta)	3,56	1,07	29,97	5	1
Viviendas en edificio en mal estado	4,00	0,94	23,57	5	2
Viviendas sin instalaciones de accesibilidad	3,67	1,15	31,49	5	1
Residentes lejanos a centros de salud públicos	3,67	0,67	18,18	5	3
Residentes lejanos a centros municipales de servicios sociales	3,11	0,99	31,94	4	1
Personas de edad avanzada (> 80 años) y niños (< 4 años)	4,40	0,49	11,13	5	4

Fuente: elaboración propia.

El examen de la tabla denota opiniones sustanciosas de los expertos y de distinto tenor: ciertos aspectos contaron con bastante aval; otros recibieron una apreciación sobre su idoneidad menos favorable, bien con cierto consenso sobre su escasa o nula pertinencia, bien con pareceres algo contradictorios: el régimen de tenencia de vivienda en alquiler, las viviendas pequeñas, los hogares unipersonales, los hogares con 6 miembros o más y la situación de jubilado, prejubilado o pensionista, todas ellas fueron descartadas para el estudio.

Tras analizar las contestaciones y las sugerencias recibidas pareció justificado: a) Mantener como pertinentes la mayor parte de los aspectos previstos al principio, tras haber añadido alguno en la segunda ronda. b) Excluir otros por discutibles, poco adecuados o redundantes para medir la VSA (*vid. infra*). c) Colegir una relación de facetas e indicadores convenientes para expresar la VSA en el ámbito de estudio y deducir unas ponderaciones para los mismos, como se detallará más adelante.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4.2. Facetas relevantes seleccionadas para la VSA

A partir de los hallazgos de la consulta Delphi se procedió a una agrupación coherente de los aspectos contemplados para conformar un total de 9 facetas contribuyentes a la VSA, cuyo enunciado y motivación sucinta se muestra en la tabla 2, junto con el componente de la vulnerabilidad que involucran.

Tabla 2. Facetas contempladas como condicionantes de la vulnerabilidad socio-ambiental

Acrónimo	Faceta	Motivación de la forma de incidencia	Componente (*)
EDU	Instrucción	La carencia o bajo nivel educativo coarta las capacidades para la autoprotección y el cuidado personal, así como para conocer y aprovechar eficazmente los diversos recursos defensivos (*e. g.* equipamientos, servicios, información) existentes en el lugar o comunidad de residencia. Es un componente básico del estatus socioeconómico (ESE).	S, R
EDA	Edad	Es bien sabido que ciertos periodos de la vida humana, como la infancia y la vejez, conllevan menores defensas biológicas o un deterioro fisiológico y, por tanto, una fragilidad mayor ante una atmósfera de baja calidad. Ello suele vincularse a morbilidad y mortalidad específicas (*e. g.* respiratorias y cardiovasculares) más frecuentes y severas en tales grupos etarios.	S, R
INM	Inmigración desde países menos desarrollados	La inmigración, especialmente la internacional, suele alterar las condiciones y recursos para la preservación individual respecto al lugar de origen, sobre todo si la "distancia" cultural, económica, social, etc. con la comunidad de destino es grande. Ello es patente entre los inmigrantes de países menos desarrollados, los cuales, junto a las dificultades de integración, se ven abocados a trabajos de menor calidad y seguridad (incluso con desvalimiento legal), lo que también suele exponerles a condiciones ambientales y atmosféricas deficientes, penosas o peligrosas.	S, E, R
FAM	Situación familiar / estado civil	Ciertas categorías de estado civil o formas de convivencia que propenden al individualismo y a hogares unipersonales, hacen gravitar sobre la persona aislada una mayor responsabilidad de las funciones de "reproducción" o sostenibilidad vital. Esa merma del soporte socio-familiar inmediato puede desencadenar, sobre todo en ciertos tramos de edad (la ancianidad), flaquezas diversas y más serias cuando se asocian a otras adversidades (bio-fisiológicas, económicas, educativas, etc.).	R
INV	Invalidez / discapacidad	Algunas personas, y por causas diferentes, poseen facultades físicas o mentales reducidas, en grado diverso, respecto a los rasgos modales en una sociedad. Aunque el tipo de limitación condicionará de forma desigual la eventual dependencia, cabe asumir que, de forma general, ello puede conllevar una superior fragilidad y/o menor resiliencia ante amenazas ambientales.	S, R
LAB	Situación laboral y ocupación	El desempleo (como factor de exclusión social y económica) y la profesión ejercida condicionan muchas de las capacidades de realización y estabilidad personal, implicando debilidades o robusteces en bastantes frentes vitales. Ciertos tipos de ocupaciones se realizan, en gran medida, al aire libre o en ambientes de calidad atmosférica mediocre o baja, exponiendo al trabajador a condiciones más adversas. La profesión, además, es una faceta destacada en el ESE.	S, E
RPC	Renta per cápita	Aunque de carácter económico, este factor constituye un notable sintetizador de muchos rasgos personales y comportamentales, determinando por ese motivo las potencialidades generales de cara a la protección y resiliencia humanas. La segregación intraurbana puede implicar exposiciones a calidad del aire muy desiguales. Es otro componente esencial del ESE.	S, E, R
VIV	Falta de calidad de la vivienda	La vivienda constituye un caparazón social y espacial primario de cara al mantenimiento y desarrollo vital, por lo que sus atributos (estado, tamaño, instalaciones, dotaciones, etc.) determinan la fortaleza / vulnerabilidad de sus moradores en general y respecto al ambiente en particular. Es otro componente básico del ESE.	S, E
SAL	Accesibilidad espacial a centros de atención social y de salud públicos	La disponibilidad de estos servicios proporciona apoyo a los ciudadanos ante problemas de naturaleza social o bio-fisiológica, reforzando o limitando su capacidad para superarlos y, por ende, su resiliencia. Es bien sabido que su uso, y por consiguiente su efectividad, están condicionados por la accesibilidad espacial que ofrecen.	R

* S = sensibilidad, E = exposición, R = resiliencia. Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4.3. Los indicadores estadísticos y las fuentes de datos

Para la transcripción operativa de las facetas recién descritas se había preseleccionado un amplio conjunto de indicadores (50 inicialmente) con estos criterios: a) La conveniencia de contar con varios indicadores por cada faceta, por completitud. b) La eventualidad de que algunos indicadores expresasen varias facetas, congruente con el carácter multidimensional que la VSA posee. c) La posibilidad de escoger los indicadores más adecuados y refinados, cuando se disponía de versiones ligeramente distintas. d) La existencia de fuentes de datos compatibles espacial y temporalmente.

Tras una labor de discusión, teniendo en cuenta los hallazgos del proceso Delphi y varias fases de depuración (realizando ensayos estadísticos exploratorios), se eligió un total de 27 indicadores. En la tabla 3 se muestran el acrónimo adoptado en los tratamientos analíticos, la expresión de su cálculo y las facetas de la VSA con las que se vincula (una principal y, en determinados casos, otra secundaria).

En cuanto a las fuentes de datos, casi todos los indicadores de VSA delatabla 3 proceden de los Censos de Población y Vivienda de 2011 del Instituto Nacional de Estadística (INE). La descarga de datos a través de la plataforma web del INE se debió realizar por secciones censales, para luego totalizarlos para las 119 unidades (barrios con las agregaciones).

Un segundo proveedor de información ha sido el Ayuntamiento de Madrid (Subdirección General de Estadística) a través de su página web. Se descargó la población total, los efectivos por grupos de edad y el número de hogares con personas que viven solas (a 1 de enero de 2012), todos ellos procedentes del Padrón Municipal de Habitantes. De la misma fuente se ha obtenido la población total (a 1 de enero de 2013 y 1 de enero de 2014), así como la población por edificio (a 1 de enero de 2015). Del mismo organismo proviene la renta disponible bruta per cápita (referida a 2013). Para las agrupaciones de barrios se hubo de recalcular dicho valor mediante la media ponderada por la población total de cada barrio (a 1 de enero de 2014).

Los centros de salud públicos (fechados en abril de 2016) y consultorios de salud (datados en mayo de 2016) se descargaron como capas cartográficas de puntos desde la web del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (IECM). Los centros de especialidades públicos (datados en mayo de 2015) provienen de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid, y se descargaron de la web del IECM.

Los centros de servicios sociales municipales (de octubre de 2014) se obtuvieron del Portal de Datos Abiertos del Ayuntamiento de Madrid, en formato csv, que fue convertido a capa cartográfica de puntos para su uso con SIG.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Tabla 3. Indicadores estadísticos elegidos y facetas concernidas de la VSA

Acrónimo	Indicador	Faceta principal implicada (y secundaria)
PcP1664_BI	Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos) analfabeta, sin estudios o estudios de primer grado * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	EDU (EDA)
PcP65m_BI	Población de 65 y más años analfabeta, sin estudios o estudios de primer grado * 100 / Población de 65 y más años	EDU (EDA)
PcP03	Población entre 0 y 3 años (ambos incluidos) * 100 / Población total (01/01/2012)	EDA
PcP65m	Población de 65 y más años * 100 / Población total	EDA
PcP80m	Población de 80 y más años * 100 / Población total (01/01/2012)	EDA
PcP_NoUE	Población nacida en un país europeo no miembro de la UE * 100 / Población total	INM
PcP_Africa	Población nacida en África * 100 / Población total	INM
PcP_AmeCSC	Población nacida en América Central, del Sur o Caribe * 100 / Población total	INM
PcP_Asia	Población nacida en Asia * 100 / Población total	INM
PcPEx_1Gra	Población de nacionalidad extranjera con estudios de primer grado * 100 / Población de nacionalidad extranjera	INM (EDU)
PcP65m_NoP	Población soltera, separada, divorciada o viuda de 65 y más años * 100 / Población de 65 y más años	FAM (EDA)
PcP65m_Sol	Población de 65 y más años que vive sola * 100 / Población de 65 y más años (01/01/2012)	FAM (EDA)
PcP_Inval	Población con invalidez permanente * 100 / Total de población en viviendas principales	INV
PcP_Paro	Población parada que ha trabajado o buscando 1er empleo * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	LAB
PcP_Temp	Población trabajadora eventual o temporal * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	LAB
PcP_IndCon	Artesanos y trabajadores de la industria manufacturera o la construcción * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	LAB
PcP_Instal	Operadores de instalaciones y maquinaria o montadores * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	LAB
PcP_Elem	Población con ocupaciones elementales * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	LAB
RPC2013	Renta per cápita (2013) sobre población (01/01/2014)	RPC
PcV_NoCale	Viviendas principales sin calefacción * 100 / Total de viviendas principales	VIV
PcV_NoInte	Viviendas principales sin acceso a internet * 100 / Total de viviendas principales	VIV
PcV_4NoAsc	Viviendas principales en edificios sin ascensor situadas en plantas 4ª y superiores * 100 / Total de viviendas principales	VIV
PcV_EdDefi	Viviendas principales en edificio ruinoso, malo o deficiente * 100 / Total de viviendas principales	VIV
PcV_NoAcce	Viviendas principales sin instalaciones de accesibilidad * 100 / Total de viviendas principales	VIV
PcP_CSP8	Población residente a > 800 m en línea recta de cualquier centro de salud público (CSP) (04/2016) o consultorio de salud (05/2016) aunque sea de otro distrito * 100 / Población total (01/01/2015)	SAL
PcP_CEP25	Población residente a > 2500 m en línea recta de cualquier centro de especialidades público (CEP) (05/2015) aunque sea de otro distrito * 100 / Población total (01/01/2015)	SAL
PcP_CSS10	Población residente a > 1000 m en línea recta del centro de servicios sociales (CSS) (05/2015) que presta cobertura asistencial a su barrio * 100 / Población total (01/01/2015)	SAL

Nota: la fecha de referencia de los indicadores es la de los Censos de Población y Vivienda de 2011 del INE, salvo cuando se explicita otra. Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4.4. Las relaciones estadísticas entre indicadores de VSA

Para explorar las relaciones entre los datos, la matriz de los 27 indicadores por 119 barrios fue sometida a un análisis de componentes principales (ACP) el cual arrojó 5 dimensiones (con autovalor > 1), capturando el 77,7 % de la varianza (*vid.* Moreno y Vidal, 2018). La estructura factorial rotada (Varimax) se interpretó como sigue:

1. El primer factor bipolar (32,3 % de la varianza total) apunta a una dimensión general de "condiciones desfavorables" económicas, educativas, laborales y residenciales, incidentes en la VSA, y que rememora el clásico factor de estatus socioeconómico de los estudios sociales urbanos.
2. El segundo factor, también bipolar y con 16,7 % de la varianza, acoge los condicionantes de la VSA asociados a los "estadios extremos del ciclo vital con algunas privaciones habitacionales". Ambos polos, opuestos en el patrón factorial, señalan situaciones y rasgos que, sin embargo, apuntarían a una mayor VSA.
3. El tercer factor, unipolar y con un 15,3 % de la varianza, representa sobre todo a la "inmigración extranjera, bajo nivel educativo y viviendas algo desfavorecidas".
4. El factor cuarto, con solo dos variables relevantes (5,1 % de la varianza), singulariza espacialmente a los "inmigrantes europeos (no UE) y algo a los asiáticos".
5. Finalmente, en el factor quinto (8,2 % de la varianza) afloran coeficientes de intensidad media sobre todo, alusivos a "baja accesibilidad espacial a equipamientos de salud y sociales (polo negativo) y algo la invalidez (polo positivo)".

Como balance cabe reseñar que el ACP compendia buena parte de los indicadores en solo 5 factores, sin embargo la estructura factorial resultante (y las puntuaciones factoriales derivadas) presentan ciertos inconvenientes para su combinación en un índice sintético: factores bipolares que contradicen la incidencia lógica sobre la vulnerabilidad (tal como se estableció por los expertos del Delphi), pérdida de una parte de la varianza de algunos indicadores de resiliencia o debilidad, dificultad para incorporar ponderaciones acordes a los juicios de los expertos, etc. Por todo ello se eligió una vía alternativa para el índice de vulnerabilidad socio-ambiental relativa (IVuSA-R) buscado, que se expone a continuación.

5. Diseño, construcción y análisis del índice IVuSA-R

El protocolo metodológico para construir índices sintéticos es bien conocido (*e. g.* Coombes y Wong, 1994) y existen varias posibilidades instrumentales para ello. En este apartado se expondrá el proceso seguido y se explicarán las decisiones metodológicas fundamentales.

Con el método Delphi antes descrito quedó determinada una serie de aspectos relevantes de la VSA, así como un conjunto de indicadores pertinentes para expresarlos estadísticamente. Además se disponía de las valoraciones promedio (en un rango de 1-5) que el panel de expertos planteó sobre la incidencia de tales aspectos en la VSA (*vid*. tabla 1). A partir de ahí, los indicadores fueron agrupados por facetas con significado distintivo (tabla 3), con el resultado de que algunas contaban con varios indicadores, mientras que otras solo uno. Por otro lado algunos indicadores, por su formulación, involucraban a más de una faceta, aunque en grado desigual, por lo que su adscripción se realizó sólo a la principal, quedando el resto de facetas como secundarias.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

5.1. La formulación operativa del IVuSA-R

El enfoque dominante para combinar los elementos relevantes en un índice expresivo de un concepto complejo suele ser el aditivo, eventualmente tras una síntesis mediante técnicas como el ACP o la normalización de los valores de las variables. Los procedimientos comunes adoptan estadísticos de tipo promedio en sus diversas variantes (aritmético, geométrico, cuadrático, ponderado, etc.). En cualquier de caso, lo importante es adoptar unas decisiones técnicas de forma explícita y justificada, de cara a posibilitar la crítica, la réplica y la posible mejora. Esencialmente, las cuestiones a solventar y las opciones elegidas aquí han sido éstas:

A. Combinación de los indicadores contribuyentes a cada faceta de la vulnerabilidad. La desigual disponibilidad de datos, su representatividad y valoración con el método Delphi pueden conducir, como se ha visto, a una presencia desigual de indicadores por faceta. Aquí, tras considerar el significado de cada indicador en su amplitud y relevancia, se eligió para esta amalgamación la media ponderada, la cual permite asignar a cada uno de ellos una importancia (peso) desigual a la hora de representar la faceta a la que pertenecen.
B. Integración de las facetas en el indicador sintético. Entre otras posibilidades que la estadística ofrece (*vid*. Moreno *et al*., 2016), se optó de nuevo por la media ponderada (descartando la isoponderación), en aras de posibilitar una especificación flexible de la contribución de cada faceta al instrumento métrico final. Procede advertir que la subjetividad inherente a los pesos mencionados no queda soslayada, sino que se ha sustentado en el "consenso intersubjetivo", a partir de la consulta Delphi antes descrita y mediante las decisiones metodológicas que se exponen en el apéndice.

De forma simple, la fórmula adoptada para el indicador IVuSA-R es como sigue:

$$[1] \qquad v_i = \frac{\sum_{k=1}^{K}\left(\frac{\sum_{j\in K}^{J} y_{ij} * w_{jk}}{\sum_{j\in K}^{J} w_{jk}}\right) * p_k}{\sum_{k=1}^{K} p_k}$$

siendo:

v_i = valor del índice IVuSA-R en el barrio i;

y_{ij} = valor del indicador j en el barrio i;

w_{jk} = peso del indicador j perteneciente a la faceta k;

p_k = peso de la faceta k.

Se trata, como se ve, de una serie de medias ponderadas recursivas, estructuradas en dos niveles jerárquicos: el de los indicadores primero (el paréntesis en el numerador de la fracción), y el de las facetas después.

En síntesis, la variada casuística afrontada para combinar jerárquicamente indicadores y facetas se solventó imputando, dentro de cada faceta, diferentes pesos a sus indicadores según su desigual contribución a la vulnerabilidad, y luego adoptando diferentes pesos para las facetas, de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

cara a su integración en el índice compuesto IVuSA-R. A continuación se describen los criterios metodológicos para la estandarización cuantitativa de los datos y la ponderación de los mencionados componentes en el índice.

5.2. Procedimiento de normalización y ponderación de los indicadores

La integración de variables con unidades métricas dispares en una fórmula como la del IVuSA-R precisa de una previa normalización. Los procedimientos para ello son diversos, y cada uno posee propiedades que pueden implicar ventajas o desventajas. En nuestro caso se ha optado por la conocida fórmula que impone una igualación de la amplitud total de todos los indicadores, de manera que los nuevos valores oscilen entre 1 (el mayor) y 0 (el menor), si bien se mantiene la posición relativa de los datos. Para un indicador cualquiera x, la fórmula sería:

$$[2] \quad y_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

siendo:

y_i = valor estandarizado del indicador en el barrio i;

x_i = valor original del indicador en el barrio i;

x_{max} = valor máximo alcanzado en ese indicador;

x_{min} = valor mínimo alcanzado en ese indicador.

Para un caso concreto, la renta per cápita, por expresar un fenómeno que propendería a reducir la vulnerabilidad al aumentar su valor, ha sido sometida a una triple operación:

a. En primer lugar, ha sido transformada logarítmicamente. Ello provoca que los valores altos se aminoren más que proporcionalmente y que, viceversa, las diferencias entre los valores bajos se vean aumentadas. La motivación para ello es análoga a la del conocido Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD): se asume aquí que la vulnerabilidad, mayor en las rentas bajas, no se reduce linealmente con la renta, sino de forma más que proporcional y rápida, a medida que ésta última crece.
b. En segundo lugar, se ha normalizado por su amplitud (ecuación [2]).
c. Por último, se ha aplicado una trasposición de esta forma: $y'_i = 1 - y_i$, para que los valores altos impliquen más vulnerabilidad y viceversa.

De esta manera su integración en el índice sintético tendrá un signo coherente con los otros indicadores y su aportación al mismo se verá "modulada" de forma no lineal, a diferencia del resto de los indicadores.

La delicada fase de asignar pesos a los indicadores y facetas de la VSA se solventó partiendo de las valoraciones de la consulta Delphi (tabla 1) y del análisis estadístico de los indicadores, y aplicando luego una serie de decisiones lógicas. El Apéndice exhibe dichos pesos.

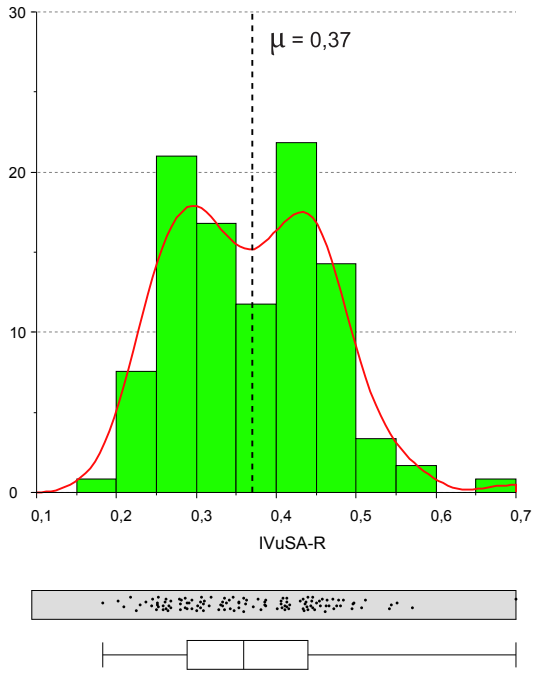
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

5.3. Análisis de resultados: el IVuSA-R en la ciudad de Madrid

La aplicación de la fórmula [1] a los indicadores de la ciudad de Madrid produjo el índice de vulnerabilidad para cada barrio, oscilando los valores del IVuSA-R entre 0,18 y 0,70, con una media de 0,37. Su distribución estadística, según el histograma y la línea de densidad (parámetro de suavizado = 0,30) (*vid.* figura 2), exhibe un aspecto bimodal con una depresión en el entorno de la media. Su similitud con la gaussiana resulta algo incierta, pues según el test de Kolmogorov-Smirnov no se podría rechazar esa hipótesis, mientras que la W de Shapiro-Wilk rechaza la normalidad (probabilidad = 0,013). Presenta solo una leve asimetría positiva (0,38).

La figura 3 permite comparar los valores del IVuSA-R entre barrios, definiendo un patrón marcado por dos rasgos. Por un lado, se aprecia una concentración de los valores de mayor vulnerabilidad relativa al sur (distritos de Puente de Vallecas, Usera y buena parte de Villaverde, Carabanchel y Latina) y al este (una parte importante de los distritos de Ciudad Lineal y San Blas, así como ciertos barrios de Moratalaz, Vicálvaro y Barajas). Por otro lado, los valores menos elevados se sitúan en la zona central de la ciudad (distritos de la almendra central, a excepción de Tetuán y parte de Centro) y en todo el arco periférico NE-N-NW.

Figura 2. Distribución de los barrios de la ciudad (AUP) de Madrid según el índice IVuSA-R

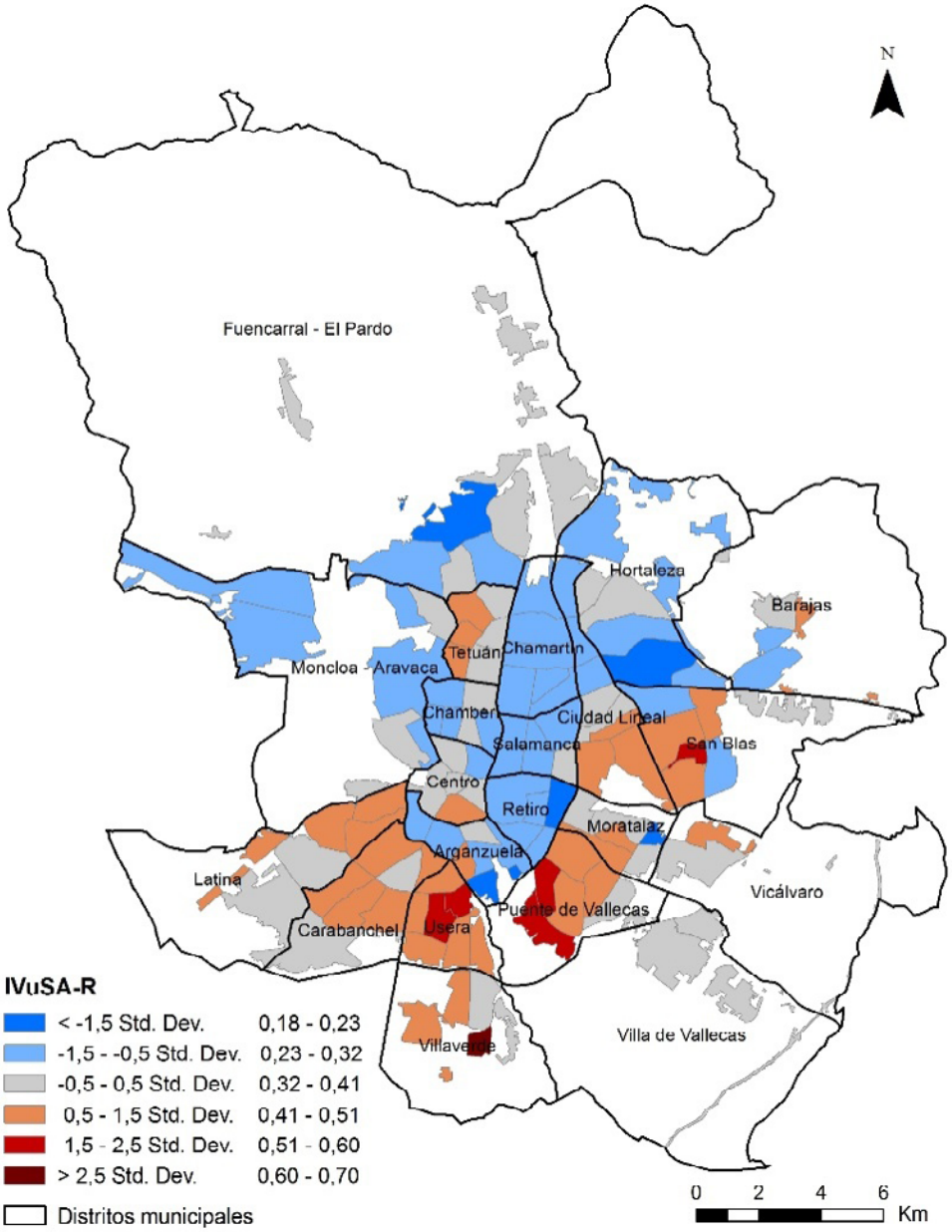


Fuente: elaboración propia.

En síntesis, es de destacar en primer lugar la notable polarización espacial de los valores altos y bajos, y en segundo lugar que el índice exhibe valores bastante similares dentro de los distritos, a excepción de San Blas, Barajas, Moratalaz y Centro, que parecen algo más heterogéneos. Ese contraste del IVuSA-R entre grandes zonas se plasma en una autocorrelación espacial positiva, tal como confirma el coeficiente I de Moran con valor 0,447 (basado en relaciones espaciales de contigüidad de bordes).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 3. Índice IVuSA-R por barrios en la ciudad (AUP) de Madrid

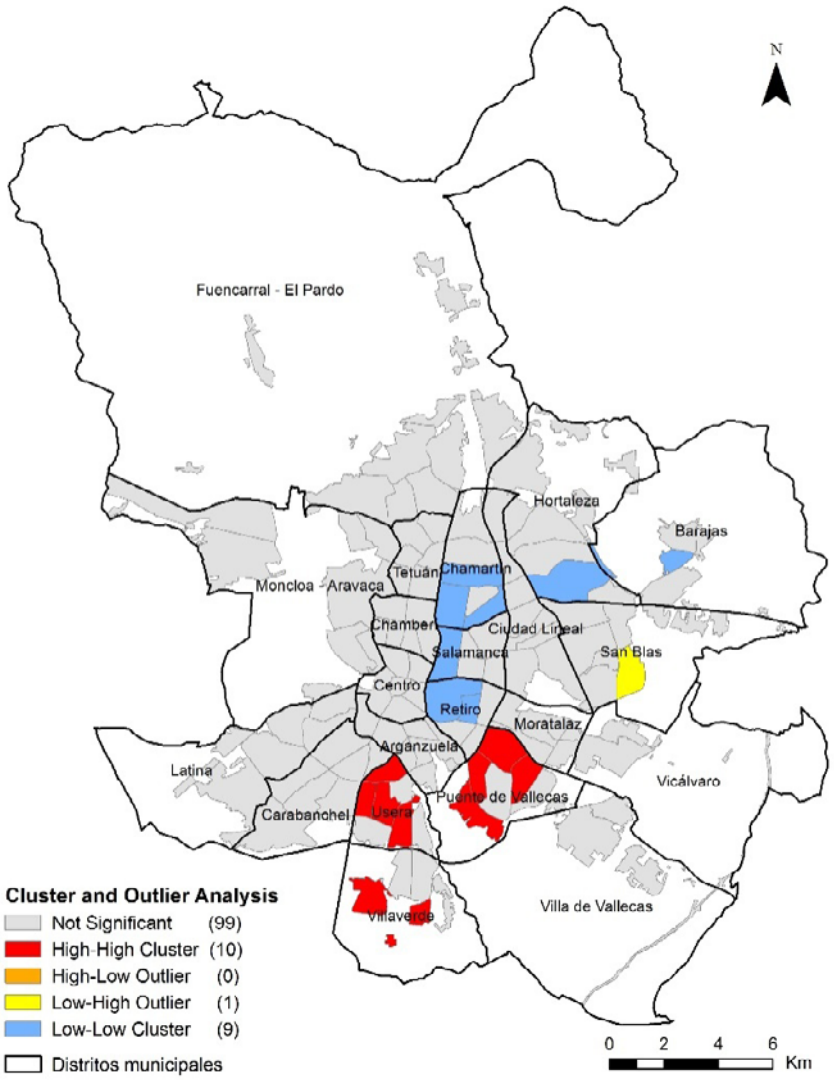


Fuente: elaboración propia.

La técnica LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) aplicada al IVuSA-R permite detectar, dada su lógica de cálculo, las polarizaciones mejor definidas de la ciudad. Con ella se ha generado la figura 4, mostrando las concentraciones espaciales estadísticamente significativas de altos y bajos valores del IVuSA-R. En dicho mapa destacan como zonas urbanas "calientes" (barrios de alta vulnerabilidad, rodeados de otros barrios similares) varios del sur en los distritos de Puente de Vallecas, Usera y Villaverde, y como zonas "frías" (baja vulnerabilidad) una franja de orientación meridiana al E del eje Prado-Recoletos-Castellana, en el interior de la ciudad (distritos de Chamartín, Salamanca y Retiro), y en algunos del nordeste (distritos de Hortaleza y Barajas). La técnica también ha identificado algún barrio "anómalo" (valores altos rodeados de bajos o viceversa). En el resto de la ciudad la posible similitud-disimilitud de valores del IVuSA-R entre barrios adyacentes se revela como no significativa.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 4. Manchas "calientes" (rojo) y "frías" (azul) de vulnerabilidad en los barrios (AUP) de Madrid a partir de la técnica LISA aplicada al IVuSA-R



Fuente: elaboración propia.

6. Hacia una estimación de la vulnerabilidad socio-ambiental absoluta, IVuSA-A

Un índice como el IVuSA-R permite desvelar en qué lugares de la ciudad el nivel de vulnerabilidad es más alto o más bajo a partir de unos indicadores, mayoritariamente formulados en términos relativos o proporcionales. Sin embargo, resulta también necesario conocer la magnitud absoluta de dicha vulnerabilidad. Un barrio puede tener un IVuSA-R muy elevado, pero al mismo tiempo contar con una población escasa y viceversa. La puesta en marcha de políticas bien ajustadas habría de tener en cuenta, por tanto, no solo la vulnerabilidad en términos relativos en una zona, sino también la cifra de personas allí residentes a las que "imputar" ese nivel de vulnerabilidad.

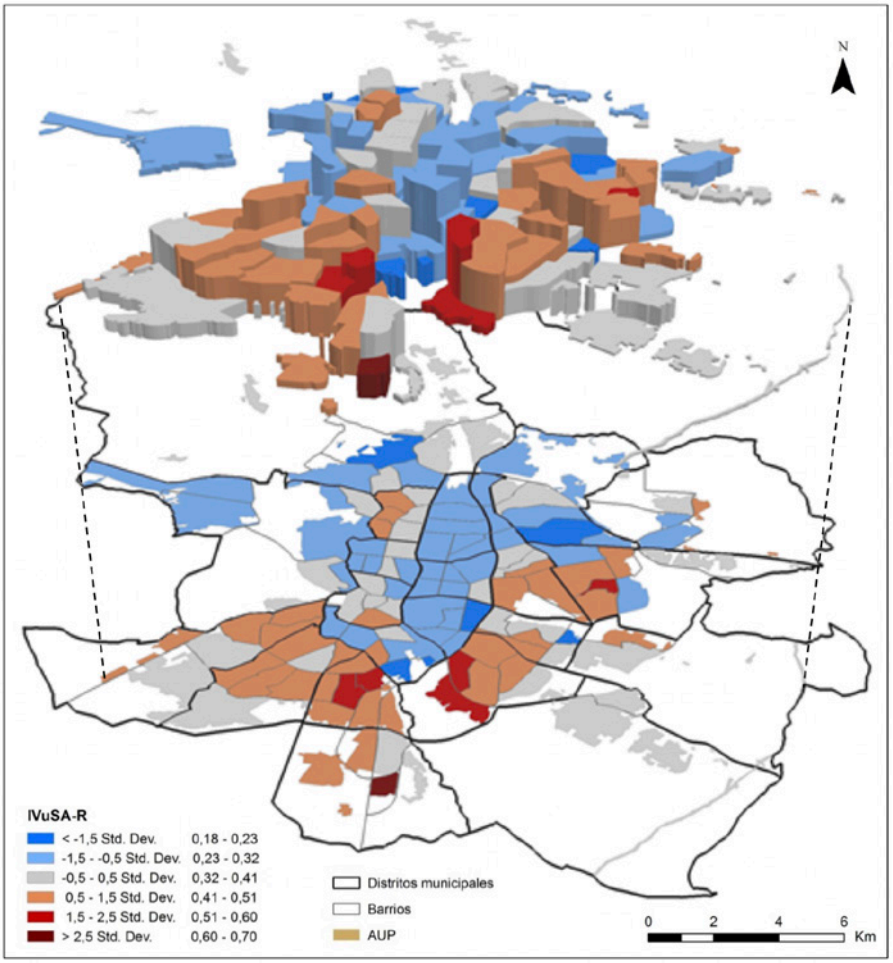
Sin perjuicio de análisis más refinados y discriminantes, una primera aproximación a esa magnitud de "vulnerabilidad absoluta" podría apoyarse en la cifra total de residentes del barrio. Dada la desigual superficie de los barrios, recurrir al concepto de densidad de población, como han pro-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

puesto Masterson *et al.* (2014, p. 105) y Moreno y Martínez (2016), posibilitaría aprehender esa vulnerabilidad absoluta y comparar su cuantía sobre la base de unidades superficiales comunes (por ejemplo, por ha), evitando así ese conocido error perceptual.

Para la plasmación cartográfica, el uso de la visualización en perspectiva 3D ofrece para ello la ventaja de integrar de manera eficaz dos variables cuantitativas, y así en la figura 5 se muestran como prismas extruidos la densidad de habitantes en cada barrio (según los Censos de 2011), como "*proxy*" del colectivo global de vulnerables potenciales, y el IVuSA-R como capa cromáticamente graduada que transmite el grado relativo de vulnerabilidad. Aunque algo más compleja de comprender, la imagen resultante incorpora ambos componentes de la vulnerabilidad y, por ende, facilita una visión más rica y exacta de esa realidad. En ella se aprecia cómo ciertos barrios sureños de elevada vulnerabilidad poseen unas densidades contrastadas, alguna alta, pero también medias o bajas. Vulnerabilidades medio-altas con densidades notables aparecen sobre todo en varias zonas semi-periféricas de la ciudad (E, SE y SW).

Figura 5. Barrios en la ciudad (AUP) de Madrid mostrando la densidad de población (prismas) y la vulnerabilidad socio-ambiental relativa IVuSA-R (paleta de color)



Fuente: elaboración propia.

El mapa anterior resulta útil para mostrar la "densidad geográfica de la vulnerabilidad", sin embargo para determinar y asignar recursos públicos por zonas, en función de su vulnerabilidad absoluta, no constituye un instrumento adecuado. A tal fin cabría aducir el principio de justicia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9291

espacial de adjudicar tales recursos "según las necesidades de cada zona", asumiendo que la proporcionalidad debe estar en función de la población, es decir, per cápita, y no tanto de la superficie de su territorio. Sobre tal premisa cabe postular una estimación de la vulnerabilidad absoluta en cada zona, IVuSA-A_i, como una sencilla función integrando la población residente, P_i, y el IVuSA-R_i en cada barrio, de esta forma:

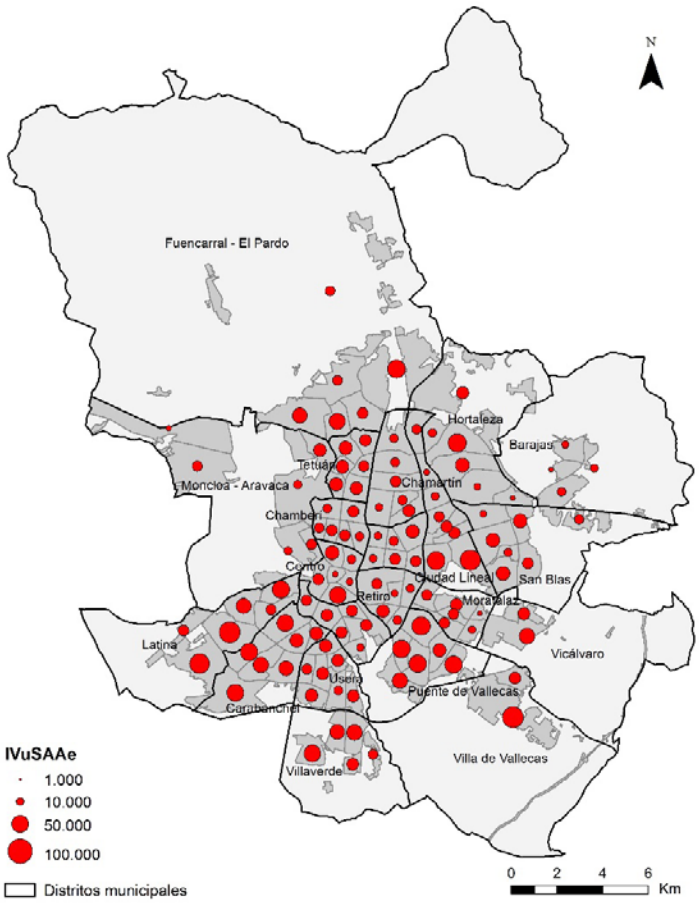
$$[3] \quad IVuSA\text{-}A_i = P_i * IVuSA\text{-}R_i$$

La lógica de la expresión estriba en imputar (y ponderar) a cada residente el nivel de vulnerabilidad relativa de su barrio y generar un número que traduciría ambos componentes. Para facilitar la interpretación, resulta conveniente escalar los valores del IVuSA-A_i de modo que su total coincida con la cifra total de población de la ciudad, P (en 2011), mediante esta sencilla expresión:

$$[4] \quad IVuSA\text{-}A^e_i = (IVuSA\text{-}A_i / \sum IVuSA\text{-}A_i) * P$$

En la figura 6 se representa el IVuSA-A^e_i, el cual ya ofrece una visión integrada de esas dos medidas de la vulnerabilidad socio-ambiental, tal como en este trabajo se han concebido y desarrollado. Un producto cartográfico como ese (y sus valores asociados por barrios) trasmite ya a los decisores unas magnitudes expresivas de la "vulnerabilidad" a atender en cada una de esas hipotéticas unidades de gestión municipal (o agregarlas por distritos). Ahora quedan más exactamente expuestos los barrios de la mitad sur de la ciudad, junto con algunos de la periferia norte, donde concurre mayor vulnerabilidad y hacia los que apuntar las eventuales acciones preventivas o paliativas.

Figura 6. IVuSA-A^e_i de la población por barrios en la ciudad (AUP) de Madrid, ponderada por su vulnerabilidad socio-ambiental relativa (IVuSA-R_i), mediante círculos proporcionales



Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

7. Discusión

Los estudios de la vulnerabilidad humana apuntan a una progresiva segmentación de los entes, manifestaciones y peligros, de cara a penetrar mejor en los nexos entre éstos y aquéllos y a atender la especificidad de cada contexto geográfico. Este trabajo se inscribe en esa línea, focalizándose en la vulnerabilidad de las personas, con sus circunstancias, ante los problemas de degradación del aire en ciudades como las españolas. Se glosarán aquí ciertas cuestiones metodológicas y de logros, especialmente destacables por su interés para otros investigadores o para aplicaciones.

Habiendo adoptado la aproximación centrada en los indicadores estadísticos atingentes a dicha vulnerabilidad, lo primero a dilucidar ha sido la identificación y selección de factores incidentes en la misma. En ocasiones ello se ha resuelto mediante una motivación razonada de los autores, apoyada en el conocimiento bibliográfico sobre el problema o parcelas afines (*e. g.* Moreno *et al.*, 2017). Aproximaciones más fundamentadas han recurrido, bien a encuestas a grupos objetivo vulnerables (*e. g.* Sánchez y Chávez, 2016; Chávez y Sánchez, 2016), bien a análisis estadísticos de la relación entre factores ambientales y efectos sobre las personas, comunes en estudios sobre salud (*e. g.* Deguen y Zmirou-Navier, 2010). Yáñez y Muñoz (2017) han recurrido a consultas a diversos grupos participantes, adoptando el enfoque de la evaluación multicriterio, para esos fines. Así se recopilan evidencias de las relaciones entre condicionantes y vulnerabilidad, si bien ello resulta gravoso y a veces difícil de implementar cuando se trata de ciertos grupos de población (por ejemplo públicos infantiles, los "sin techo", etc.). En nuestro trabajo se ha optado por una consulta selectiva a expertos mediante la técnica Delphi, como hicieron Emrich (2005) y Greiving *et al.* (2006) para la evaluación de riesgos espaciales. Ella supuso una ventaja para la compilación ágil y consensuada de los aspectos significativos, y para una elucidación de su importancia en el contexto geográfico de estudio, posibilitando luego la derivación de pesos para modular la desigual incidencia de los distintos factores en la vulnerabilidad.

Al cotejar los abundantes estudios de vulnerabilidad socio-ambiental brota el delicado asunto del elenco de indicadores adoptados: las fuentes censales o administrativas disponibles constriñen (en variedad / cobertura, desagregación espacial y periodicidad) las posibilidades de elección, lo que ha excluido aspectos como la morbilidad respiratoria y afectado a la comparación de resultados (sobre todo entre países o regiones y en el tiempo) y a la deseable estandarización metodológica. Por este motivo aquí se ha apelado a una aplicabilidad de los hallazgos solo al ámbito español.

El segundo asunto en este tipo de estudios estriba en la síntesis de esa variedad de condicionantes. Las técnicas de análisis multivariado (ACP y/o de clasificación, *clustering*) se cuentan entre las habituales, sobre todo cuando se abordan problemas de vulnerabilidades múltiples de los lugares, construyendo sobre tales resultados intermedios los índices sintéticos de vulnerabilidad (*e. g.* Cutter *et al.*, 2003; Borden *et al.,* 2007; Emrich *et al.*, 2012; Rufat, 2013). El ACP aplicado en esta investigación, sin embargo, generó una estructura simple (con factores bipolares, de integración poco convincente y de ponderación controvertible), que aconsejó retener los indicadores originales de las facetas como elementos del índice. El uso de un promedio estructurado en dos niveles jerárquicos de ponderación ha permitido una especificación flexible y reproducible de los componentes en la fórmula del IVuSA-R.

Al cotejar nuestro estudio con el del Ayto. de Madrid (2018) se aprecian estas diferencias notables: en éste último se busca un índice de vulnerabilidad general (y no específico ante la degradación del aire) que se apoya en la bibliografía y los expertos del equipo de investigación para la selección

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

de criterios, indicadores y ponderaciones (en nuestro caso, mediante Delphi formal a expertos externos), y los resultados se presentan para un ámbito que incluye las partes no urbanas del municipio (con la consiguiente inexactitud espacial). Aunque el mapa de sus resultados se asemeja bastante a nuestro IVuSA-R (dado que el síndrome de bajo estatus socioeconómico, privaciones, pobreza, etc. también cursa con vulnerabilidad), afloran divergencias en la posición relativa de vulnerabilidad de bastantes barrios, imputables a las diferencias de datos y métodos utilizados.

Finalmente, procede subrayar que nuestro estudio ha priorizado la usabilidad de los resultados por públicos varios (decisores, asociaciones, expertos, etc.) obteniendo productos significativos y aprehensibles: dos estimadores de la vulnerabilidad (relativa y absoluta) en cada barrio, facilitando las decisiones sobre el reparto espacial de recursos de protección / prevención, acordes con la necesidad (justicia espacial distributiva); y una cartografía en 2D y 2,5D que visualiza de forma reveladora la elusiva geografía de esa vulnerabilidad dentro de la ciudad.

8. Conclusiones

La fecunda línea de investigaciones sobre el poliédrico concepto de vulnerabilidad se está desvelando muy versátil y cognitivamente útil para informar políticas enfocadas a un desarrollo humano y territorial más completo. Ello puede vincularse con la conciencia cada vez más extendida de que unas sociedades justas, solidarias y proactivas deberían velar por la mitigación de los considerables infortunios ambientales que ciertos grupos de personas, por su mayor fragilidad, suelen soportar en su espacio vital. Establecidos los componentes fundamentales del concepto, los abundantes trabajos están profundizando en el análisis de distintos tipos de vulnerabilidades, que brindan resultados valiosos para prevenir y actuar ante amenazas específicas.

En este trabajo se ha puesto el foco en la vulnerabilidad social hacia un problema ambiental que ocasiona no pocas desigualdades en el seno de las grandes ciudades: la calidad del aire. De cara a una aprehensión cuantitativa de aquella se ha abordado primero una identificación de las facetas e indicadores relevantes de esa vulnerabilidad y una dilucidación de su importancia relativa (pesos) mediante la técnica Delphi. Junto con otras vías basadas en encuestas a grupos de población significativos y análisis estadísticos relacionando factores-efectos, entendemos que esa metodología ofrece una aproximación ágil y acreditada para acotar determinantes de esa fragilidad humana en un contexto geográfico y ante unas amenazas ambientales concretas.

El tratamiento de los indicadores mediante ACP desveló las relaciones entre ellos y generó resultados expresivos, pero algunas limitaciones de la estructura factorial simple y de las puntuaciones factoriales aconsejaron recurrir, como técnica más flexible para medir sintéticamente la vulnerabilidad, a un promedio de los indicadores originales, con dos niveles de agregación y ponderación.

Junto al índice de vulnerabilidad relativa se obtuvo una medida de la magnitud de vulnerabilidad absoluta por zonas de la ciudad, considerando la cifra de población residente. Ella proporcionó unos guarismos más correctos sobre la necesidad de protección por barrios, para implementar acciones de mitigación y alerta geolocalizadas y, eventualmente, asignar recursos para tales fines. No se ha tratado en nuestro caso la intensidad de la amenaza (*i. e.* de la degradación del aire), que algunos estudios ya están aventurando como funciones cuantitativas de vulnerabilidad (*vid.* Schneiderbauer *et al.*, 2017, pp. 77-79). Ello queda para futuros trabajos, así como una posible

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

validación de los indicadores obtenidos confrontándolos con algunas de sus consecuencias (morbilidad / mortalidad asociable a la polución del aire).

En el caso de la ciudad de Madrid nuestro análisis ha revelado un patrón espacial con marcados contrastes, siendo la vulnerabilidad relativa más aguda en los barrios situados en un arco periférico que recorre el E-S-SW. La vulnerabilidad absoluta, por su parte, confirma la dominante S de la vulnerabilidad socio-ambiental, aunque aparecen también algunos barrios algo destacados en el N. Ambas imágenes invitan a un cotejo ulterior con los niveles de polución del aire dentro de la ciudad para avizorar políticas locales mejor ajustadas social y espacialmente o abordar diagnósticos de injusticias ambientales más certeros.

9. Bibliografía

- Adger, W. N.(2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16 (3), 268-281.
- Alguacil, J. (2006). Barrios desfavorecidos: un diagnóstico de la situación española. En FUHEM-Icaria V (Ed.), *Informe FUHEM de políticas sociales: La exclusión social y Estado de Bienestar en España* (pp. 155-168).Madrid, España.
- Alguacil, J., Camacho, J.& Hernández, A.(2014). La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los barrios vulnerables. *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, vol. 27, 73-94.
- Armas, I., Ionescu, R., Gavris, A. & Toma-Danila, D.(2016).Identifying seismic vulnerability hotspots in Bucharest. *Applied Geography*, vol. 77, 49-63.
- Ayuntamiento de Madrid (2018).*Metodología para la elaboración del índice de vulnerabilidad territorial de barrios y distritos de Madrid y ranking de vulnerabilidad*. Área de Coordinación Territorial y Cooperación Público Social, Servicio de Estudios y Evaluación Territorial.
- Bello, W. (2013). Vulnerabilidad socio-demográfica de las personas de la tercera edad. *Cuadernos Geográficos*, vol. 52, nº 1, 153-177.
- Berry, P. M., Rounsevell, M. D. A., Harrison, P. A.& Audsley, E.(2006). Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policy in facilitating adaptation. *Environmental Science & Policy*, vol. 9, 189-204.
- Bertoux, L.& González, D.(2015). Vulnerabilidad y resiliencia urbana frente al cambio climático: el caso de la zona metropolitana de Guadalajara, México.*Revista Urbano*, vol. 31, 24-31.
- Birkmann, J.(2006a). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: conceptual frameworks and definitions. En Birkmann, J. (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies*(pp. 9-54).Tokyo, Japón: United Nations University Press.
- Birkmann, J. (2006b). Indicators and criteria for measuring vulnerability: Theoretical bases and requirements. En Birkmann, J. (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies* (pp. 55-77). Tokyo, Japón: United Nations University Press.
- Borden, K. A., Schmidtlein, M. C., Emrich, C. T., Piegorsch, W. W. & Cutter, S. L.(2007). Vulnerability of U.S. Cities to Environmental Hazards.*Journal of Homeland Security and Emergency Management*, vol. 4, nº 2. doi: 10.2202/1547-7355.1279
- Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: a conceptual framework. *Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper*, nº 38, 1-16. Norwich, Reino Unido: University of East Anglia.
- Cardona, O. D. (2003). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. En *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La Red*. Recuperado de http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/
- Chávez-Alvarado, R. & Sánchez-González, D.(2016).Envejecimiento vulnerable en hogares inundables y su adaptación al cambio climático en ciudades de América Latina: el caso de Monterrey. *Papeles de Población*, vol. 90, 9-42.doi: http://dx.doi.org /10.22185/24487147.2016.90.033
- Collins, T. W., Grineski, S. E. & Romo-Aguilar, M. L. (2009). Vulnerability to environmental hazards in the Ciudad Juárez (México)-El Paso (USA) metropolis: A model for spatial risk assessment in transnational context. *Applied Geography*, vol. 29, 448-461.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Coombes, M.& Wong, C. (1994).Methodological steps in the development of multivariate indexes for urban and regional policy analysis. *Environment and Planning A*, 26, 1297-1316.
- Couch, S. & Coles, C. (2011).Community stress, psychosocial hazards, and EPA decision-making in communities impacted by chronic technological disasters. *American Journal of Public Health*, vol. 101, 140-148.
- Coy, M. (2010).Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América Latina. *Población &Sociedad*, vol.17, nº 1, 9-28.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J. & Shirley, W. L. (2003).Social vulnerability to environmental hazards.*Social Science Quarterly*, vol. 84, nº 2, 242-261.
- Cutter, S. L.& Corendea, C. (Eds.)(2013).*From social vulnerability to resilience: Measuring progress toward disaster risk reduction*. Bonn, Alemania: United Nations University, Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS).
- Cutter, S., Emrich, C., Webb, J.& Morath, D. (2009).*Social vulnerability to climate variability hazards: A review of the literature. Final Report to Oxfam America*. Columbia, USA: University of South Carolina. Recuperado de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.7614&rep=rep1&type=pdf
- Cutter, S., Mitchell, J. & Scott, M. (2000).Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers,* vol. 90, nº 4, 713-737.
- D'Ercole, R.& Metzger, P. (2009). La vulnérabilité territoriale: une nouvelle approche des risques en milieu urbain. *Cybergeo: European Journal of Geography*, Informes temáticos, documento 447. Recuperado de http://journals.openedition.org/cybergeo/22022. doi: 10.4000/cybergeo.22022
- Deguen, S.& Zmirou-Navier, D. (2010).Social inequalities resulting from health risks related to ambient air quality-A European review.*The European Journal of Public Health*, vol. 20, nº 1, 27-35.Recuperado de https://doi.org/10.1093/eurpub/ckp220
- Domínguez, J., Egea, C.& Nieto, J. A. (2009).Espacio urbano y vulnerabilidad comunitaria. Efectos socio-ambientales de la estructura urbana en las áreas desfavorecidas de Andalucía.*Zainak,* vol. 32, 897-913.
- Dwyer, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S.& Roberts, S. (2004).Quantifying social vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards.*Geoscience Australia Record*2004/14. Australian Government. Recuperado de http://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geos-111GIS/Ref/GA4267-IdentifyingRisks.pdf
- Eakin, H.& Luers, A. (2006).Assessing the vulnerability of social-environmental systems.*Annual Review of Environment and Resources*, vol. 31, nº 1, 365-394.
- Egea, C., Sánchez, D.& Soledad, J. (2012).*Vulnerabilidad social: posicionamiento y ángulos desde geografías diferentes*. Granada, España: Editorial Universidad de Granada.
- Egea, C., Nieto, J., Domínguez, J. & González, R. (2008).*Vulnerabilidad del tejido social de los barrios desfavorecidos de Andalucía. Análisis y potencialidades*. Sevilla, España: Centro de Estudios Andaluces.
- Emrich, Ch. T. (2005).*Social vulnerability in United States Metropolitan Areas: Improvements in hazard vulnerability assessment*. Doctorate of Philosophy, Geography, University of South Carolina.
- Emrich, Ch. T., Morath, D.& Buck, K. (2012).*Incorporating medical and social vulnerability into an all-hazards assessment for the State of Florida*. Columbia (SC), USA: Hazards and Vulnerability Research Institute, Department of Geography, University of South Carolina.
- Frazier, T. G., Thompson, C. M.& Dezzani, R. J.(2014). A framework for the development of the SERV model: A spatially explicit resilience-vulnerability model.*Applied Geography*, vol. 51, 158-172.
- Frigerio, I., Ventura, S., Strigaro, D., Mattavelli, M., De-Amicis, M., Mugnano, S.& Boffi, M. (2016).A GIS-based approach to identify the spatial variability of social vulnerability to seismic hazard in Italy.*Applied Geography*, vol. 74, 12-22.
- Greenberg, M. R. (2015).*Protecting seniors against environmental disasters. From hazards and vulnerability to prevention and resilience*. London & New York: Earthscan from Routledge, Taylor & Francis Group.
- Greiving, S., Fleischhauer, M.& Lückenkötter, J. (2006). A methodology for an integrated risk assessment of spatially relevant hazards.*Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 49, nº 1, 1-19.
- Guezo, B.& Verrhiest, G. (2006).Réduire la vulnérabilité urbaine aux risques majeurs : Dossier - La montée en puissance de l'action publique pour maîtriser les risques urbains. La vulnérabilité urbaine, nouvelle porte d'entrée pour la prévention des risques urbains. Les outils de réduction de la vulnérabilité.*Techni. Cités*, 7 p. Recuperado de http://www.certu.fr/fr/_Projets_transversaux-n206/Vulnerabilite_urbaine_et_risque-n212/IMG

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Holand, I.& Lujala, P. (2013). Replicating and adapting an index of social vulnerability to a new context: a comparison study for Norway.*Annals of the Association of American Geographers*, vol. 65, nº 2, 312-328.
- Holand,I., Lujala, P.& Ketil, J. (2011). Social vulnerability assessment for Norway: A quantitative approach.*Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, vol. 65, 1-17.
- Hung, L.-S., Wang, Ch.& Yarnal, B. (2016). Vulnerability of families and households to natural hazards: A case study of storm surge flooding in Sarasota County, Florida.*Applied Geography*, vol. 76, 184-197.
- Johnson, D. P., Stanforth, A., Lulla, V.& Luber, G. (2012). Developing an applied extreme heat vulnerability index utilizing socioeconomic and environmental data. *Applied Geography*, vol. 35 (s1-2), 23-31.
- Kappes, M. S., Papathoma-Köhle, M.&Keiler, M. (2012). Assessing physical vulnerability for multi-hazards using an indicator-based methodology. *Applied Geography*, vol. 32, 577-590.
- Lafuente-Lechuga, M.& Faura-Martínez, U. (2012). Estudio de la vulnerabilidad a la exclusión social por Comunidades Autónomas en España (2005-2009).*Investigaciones Regionales*, vol. 23, 105-124.
- Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición.*Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía*, vol. 22, nº 2, 17-33.
- Linstone, H. A.&Turoff, M.(Eds.) (1975).*The Delphi method. Techniques and applications*. Reading, Addison-Wesley Publishing.
- Lixin, Y., Xi Z., Lingling, G.& Dong, Z. (2014). Analysis of social vulnerability to hazards in China.*Environmental Earth Sciences*, vol. 71, 3109-3117.
- Lo, L., Preston, V., Anisef, P., Basu, R.& Wang, S. (2015). *Social infrastructure and vulnerability in the suburbs*. Toronto, Canada: University of Toronto Press.
- Mainali, J.& Pricope, N. G. (2017). High-resolution spatial assessment of population vulnerability to climate change in Nepal.*Applied Geography*, vol. 82, 66-82.
- Malcomb, D. W., Weaver, E. A.& Krakowka, A. R. (2014). Vulnerability modeling for sub-Saharan Africa: An operationalized approach in Malawi.*Applied Geography*, 48, 17-30.
- Masterson, J. H., Peacock, W. G., Van-Zandt, S. S., Grover, H., Schwarz, L. F.& Cooper, J. T. (2014). *Planning for community resilience. A handbook for reducing vulnerability to disasters.*Washington, USA: Island Press.
- Moreno-Jiménez, A.& Martínez-Suárez, P. (2016). Detección de patrones intraurbanos de poblaciones ambientalmente vulnerables en grandes ciudades mediante estadística espacial y SIG. En Márquez-Domínguez, J. A. (Dir.), *Planificación territorial, desarrollo sustentable y geodiversidad* (pp. 1241-1254).Servicio de Publicaciones de la Diputación de Huelva.
- Moreno-Jiménez, A., Palacios-García, A. P.& Martínez-Suárez, P. (2016). Medición de la vulnerabilidad socio-ambiental intraurbana: un ensayo exploratorio basado en SIG. En Galacho-Jiménez, F. B., Vías-Martínez, J.& Reyes-Corredera, S. (Eds.), *Aplicaciones geotecnológicas para el desarrollo económico sostenible* (pp. 214-223).Actas del XVII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. Málaga: Grupo de Tecnologías de la Información Geográfica, Asociación de Geógrafos Españoles (AGE) y Departamento de Geografía, European Topic Centre (ETC) y Facultad de Turismo de la Universidad de Málaga.
- Moreno-Jiménez, A.& Fuenzalida-Díaz, M. (2017). Medición y cartografía del impacto socialmente percibido ante industrias contaminantes con un estimador de densidad núcleo (kernel) y SIG: aplicación al caso del complejo industrial Ventanas, Chile.*Estudios Geográficos*, vol. LXXVIII, nº 282, 225-256. Recuperado de http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/510
- Moreno-Jiménez, A., Palacios-García, A.& Martínez-Suárez, P. (2017). Elaboración de un índice de vulnerabilidad socio-ambiental intraurbana apoyado en sistemas de información geográfica. En Allende, F. *et al.*(Eds.), *Naturaleza, territorio y ciudad en un mundo global* (2629-2638). Madrid, España: Dpto. de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de https://doi.org/10.15366/ntc.2017
- Moreno-Jiménez, A.& Vidal-Domínguez, M. J. (2018). Propuesta de facetas e indicadores para medir la vulnerabilidad socio-ambiental intraurbana. En Alcántara, M., García-Montero M.& Sánchez-López F. (Coord.), *Ciencias y medio ambiente* (597-611). 56º Congreso Internacional de Americanistas. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
- Morrone, A., Scrivensm, K., Smith, C.& Balestra, C. (2011).“Measuring vulnerability and resilience in OECD countries”.En *Conferencia IARW-OECD sobre inseguridad económica*. París, Francia, 22-23 de noviembre de 2011.
- Palacios-García, A., Mateos-Rodríguez, P.& Hidalgo-Giralt, C. (2018).A theoretical and methodological essay on the concept of vulnerability.*Contexto*, vol. XIII, nº 17, 109-122.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Pandey, R.& Bardsley, D. K. (2015). Social-ecological vulnerability to climate change in the Nepali Himalaya. *Applied Geography*, vol. 64, 74-86.
- Prieto-Flores, M. E., Moreno-Jiménez, A., Gómez-Barroso, D., Cañada-Torrecilla, R.& Martínez-Suárez, P. (2017). Contaminación del aire, mortalidad cardiovascular y grupos vulnerables en Madrid: un estudio exploratorio desde la perspectiva de la justicia ambiental.*Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XXI (2017), nº 559, 31 pp. Recuperado de http://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/18008
- Prieto-Flores, M. E., Gómez-Barroso, D., Cañada-Torrecilla, M. R.& Moreno-Jiménez, A. (2018). Exploring some socio-spatial and environmental inequalities of respiratory mortality in Madrid (Spain).Art. no publicado, cortesía de los autores.
- Quenault, B. (2015). La vulnérabilité, un concept central de l'analyse des risques urbains en lien avec le changement climatique.*Les Annales de la Recherche Urbaine*, nº 110, Ville et vulnérabilités, 138-151.doi: 10.3406/aru.2015.3175. Recuperado de http://www.persee.fr/doc/aru_0180-930x_2015_num_110_1_3175
- Rakotoarisoa, M. M, Fleurant, C., Taibi, A. N., Rouan, M., Caillault, S., Razakamanana, T.& Ballouche, A. (2018). Un modèle multi-agents pour évaluer la vulnérabilité aux inondations: le cas des villages aux alentours du Fleuve Fiherenana (Madagascar).*Cybergeo: European Journal of Geography*, Model Papers, document 857. doi: 10.4000/cybergeo.29144. Recuperado de http://journals.openedition.org/cybergeo/29144
- Reghezza, M., Rufat, S., Djament-Tran, G., Le-Blanc, A.& Lhomme, S. (2012). What resilience is not: uses and abuses.*Cybergeo: European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage*, document 621. doi: 10.4000/cybergeo.25554. Recuperado de https://journals.openedition.org/cybergeo/25554
- Reguant-Álvarez, M.& Torrado-Fonseca, M. (2016). El método Delphi.*REIRE.Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, vol. 9, nº 1, 87-102. doi: 10.1344/reire2016.9.1916
- Rufat, S. (2013). Spectroscopy of urban vulnerability.*Annals of the Association of American Geographers*, vol. 103, nº 3, 505-525.
- Ruiz, M. (2012). Vulnerabilidad territorial frente a desastres naturales: el caso de la isla de Mallorca (Baleares, España).*Geofocus*, nº 12, 16-52.
- Sánchez-González, D. (2009). Geografía del envejecimiento vulnerable y su contexto ambiental en la ciudad de Granada: discapacidad, dependencia y exclusión social.*Cuadernos Geográficos*, vol. 45, nº 2, 107-135.
- Sánchez-González, D.& Egea-Jiménez, C. (2011). Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socioambientales. Su aplicación en el estudio de los adultos mayores.*Papeles de Población*, vol. 69, 151-185.
- Sánchez-González, D.& Chávez-Alvarado, R. (2016). Personas mayores con discapacidad afectadas por inundaciones en la ciudad de Monterrey, México. Análisis de su entorno físico-social.*Cuadernos Geográficos*, 55(2), 85-106.WOS: 000391389100004. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17149048004
- Santos, A., Tavares, A. O.& Emidio, A. (2014). Comparative tsunami vulnerability assessment of an urban area: An analysis of Setúbal city, Portugal.*Applied Geography*, vol. 55, 19-29.
- Schneiderbauer, S., Calliari, E., Eidsvig, U.& Hagenlocher, M. (2017). The most recent view of vulnerability. En Poljanšek, K., Marin-Ferrer M., De-Groeve, T.& Clark, I. (Eds.), *Science for disaster risk management 2017. Knowing better and losing less*, EUR 28034 (pp. 68-82). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Subirats, J.& Martí-Costa, M. (Eds.)(2014).*Ciudades, vulnerabilidades y crisis en España*. Sevilla, España: Fundación Pública Andaluza, Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia, Junta de Andalucía.
- Tate, E. (2013). Uncertainty analysis for a social vulnerability index.*Annals of the Association of American Geographers*, vol. 103, nº 3, 526-543.
- Thomas-Bohórquez J. E. (2013). Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método.*Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*,UNAM, nº 81, 79-93.
- Tran, L. T., O'Neill, R. V.& Smith, E. R. (2010). Spatial pattern of environmental vulnerability in the Mid-Atlantic region, USA.*Applied Geography*, vol. 30, 191-202.
- Uitto, J. I. (1998). The geography of disaster vulnerability in megacities. A theoretical framework.*Applied Geography*, vol. 18, nº I, 7-16.
- Weber, S., Sadoff, N., Zell, E. & de-Sherbinin, A. (2015). Policy-relevant indicators for mapping the vulnerability of urban populations to extreme heat events: A case study of Philadelphia.*Applied Geography*, vol. 63, 231-243.
- Wesenbeeck-van, C. F.A., Sonneveld, B. G.J.S.& Voortman, R. L. (2016). Localization and characterization of populations vulnerable to climate change: Two case studies in Sub-Saharan Africa.*Applied Geography*, vol. 66, 81-91.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T.& Davis, I. (2006).*At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. London & New York: Routledge, 2ª ed.
- Yáñez-Romo, V.& Muñoz-Parra, C. (2017). Construcción metodológica para determinar la vulnerabilidad socio-territorial frente a la pobreza.*Estudios Geográficos*, 282, 339-372. doi: 10.3989/estgeogr.201712

10. Agradecimientos

Estudio realizado dentro del Proyecto de Investigación "*Polución del aire, poblaciones vulnerables y salud: análisis de injusticias ambientales basados en geotecnologías*" (Ref. CSO2014-55535-R), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España. Se agradece a Ana Mellado San Gabino su valiosa labor en la obtención y preparación de datos. Asimismo se reconoce a los nueve expertos participantes en el método Delphi su inestimable contribución, así como a la Subdirección General de Estadística del Ayuntamiento de Madrid y al Instituto Nacional de Estadística de España su ayuda en la provisión de información estadística.

Los autores agradecen las críticas de los evaluadores anónimos para mejorar el artículo.

Sobre los autores

Antonio Moreno Jiménez, María Jesús Vidal Domínguez y Pedro Martínez Suárez
Son respectivamente Catedrático, Profesora Titular y Dr. Investigador, miembros del Grupo de Investigación GEOTAPLAN (Geotecnologías, Análisis y Planificación Socio-Espacial) de la Universidad Autónoma de Madrid.

https://www.uam.es/FyL/GEOTAPLAN

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

11. Apéndice. Ponderación de indicadores y facetas del IVuSA-R

Acrónimo	Indicador	Peso	Faceta principal implicada	Peso
PcP1664_BI	Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos) analfabeta, sin estudios o estudios de primer grado * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	0,5	EDU	0,116
PcP65m_BI	Población de 65 y más años analfabeta, sin estudios o estudios de primer grado * 100 / Población de 65 y más años	0,5		
PcP03	Población entre 0 y 3 años (ambos incluidos) * 100 / Población total (01/01/2012)	0,4	EDA	0,138
PcP65m	Población de 65 y más años *100 / Población total	0,4		
PcP80m	Población de 80 y más años * 100 / Población total (01/01/2012)	0,2		
PcP_NoUE	Población nacida en un país europeo no miembro de la UE * 100 / Población total	3,7	INM	0,116
PcP_Africa	Población nacida en África * 100 / Población total	0,2		
PcP_AmeCSC	Población nacida en América Central, del Sur o Caribe * 100 / Población total	0,2		
PcP_Asia	Población nacida en Asia * 100 / Población total	0,2		
PcPEx_1Gra	Población de nacionalidad extranjera con estudios de primer grado * 100 / Población de nacionalidad extranjera	0,2		
PcP65m_NoP	Población soltera, separada, divorciada o viuda de 65 y más años * 100 / Población de 65 y más años	0,4	FAM	0,033
PcP65m_Sol	Población de 65 y más años que vive sola * 100 / Población de 65 y más años (01/01/2012)	0,6		
PcP_Inval	Población con invalidez permanente * 100 / Total de población en viviendas principales	1	INV	0,145
PcP_Paro	Población parada que ha trabajado o buscando 1er empleo * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	0,255	LAB	0,099
PcP_Temp	Población trabajadora eventual o temporal * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	0,191		
PcP_IndCon	Artesanos y trabajadores de la industria manufacturera o la construcción * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	0,185		
PcP_Instal	Operadores de instalaciones y maquinaria o montadores * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	0,185		
PcP_Elem	Población con ocupaciones elementales * 100 / Población entre 16 y 64 años (ambos incluidos)	0,185		
RPC2013	Renta per cápita (2013) sobre población (01/01/2014)	1	RPC	0,132
PcV_NoCale	Viviendas principales sin calefacción * 100 / Total de viviendas principales	0,226	VIV	0,111
PcV_NoInte	Viviendas principales sin acceso a internet * 100 / Total de viviendas principales	0,136		
PcV_4NoAsc	Viviendas principales en edificios sin ascensor situadas en plantas 4ª y superiores * 100 / Total de viviendas principales	0,203		
PcV_EdDefi	Viviendas principales en edificio ruinoso, malo o deficiente * 100 / Total de viviendas principales	0,226		
PcV_NoAcce	Viviendas principales sin instalaciones de accesibilidad * 100 / Total de viviendas principales	0,209		
PcP_CSP8	Población residente a > 800 m en línea recta de cualquier centro de salud público (CSP) (04/2016) o consultorio de salud (05/2016) aunque sea de otro distrito * 100 / Población total (01/01/2015)	0,352	SAL	0,110
PcP_CEP25	Población residente a > 2500 m en línea recta de cualquier centro de especialidades público (CEP) (05/2015) aunque sea de otro distrito * 100 / Población total (01/01/2015)	0,352		
PcP_CSS10	Población residente a > 1000 m en línea recta del centro de servicios sociales (CSS) (05/2015) que presta cobertura asistencial a su barrio * 100 / Población total (01/01/2015)	0,295		

Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9340

Aproximación cartográfica a la vulnerabilidad estructural ante sismos empleando una metodología cualitativa: aplicación para la Ciudad de Toluca

Alexis Ordaz Hernández[1] | Jaime Amador Hernández Millán[1] | Juan Carlos Garatachia Ramírez[1]

Recibido: 02/05/2019 | Aceptado: 15/01/2020

Resumen

La vulnerabilidad constituye aquella variable en que los tomadores de decisiones pueden influir, especialmente cuando se analiza un espacio geográfico ya construido en condiciones de peligro sísmico evidente. Este caso de estudio se enfoca en el análisis de la vulnerabilidad estructural del fondo habitacional de la Ciudad de Toluca, empleando una metodología cualitativa. Se consideraron tres indicadores: tipologías constructivas, edad de las construcciones y el periodo constructivo en función de la aplicación del Reglamento General de Construcciones del Municipio de Toluca.

Los resultados obtenidos permitieron identificar cuatro niveles de vulnerabilidad estructural, sobresalen 866 manzanas con vulnerabilidad muy alta y 1430 con alta vulnerabilidad, donde aproximadamente residen 218 314 personas. La cartografía generada puede ser considerada un insumo en los planes de reducción de la vulnerabilidad estructural para manejar el riesgo de desastres. Así mismo, quedaron enunciadas algunas líneas de investigaciones para futuros trabajos, especialmente en la definición de funciones de vulnerabilidad para las edificaciones típicas de la ciudad y el análisis del efecto de sitio a partir de las condiciones geotécnicas dentro del escenario urbano.

Palabras claves: cartografía; vulnerabilidad estructural; metodología cualitativa; tomadores de decisiones; peligro sísmico

Abstract

Cartographic approach to structural vulnerability to earthquakes using a qualitative methodology: application to Toluca City

Vulnerability is the variable in which the decision makers can influence, specially when analyzing a geographical space built under obvious seismic hazard conditions. This case of study is centered on the analysis of structural vulnerability in Toluca City, using a qualitative methodology. Three indicators are considered in this article: constructive typologies, age of the constructions and the period of construction based on the application of the General Construction Regulations in Toluca Municipality.

1. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
Email: alexisordaz.1978@gmail.com, jaimehmillan_28@outlook.com, jc_gr22@hotmail.com

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

The results obtained allowed us to identify four levels of structural vulnerability, in which there can be identified 866 blocks in a very high level of vulnerability and 1430 classified with high vulnerability, where approximately 218 314 people live. The resulting cartography is included in the structural vulnerability reduction plans to manage the disaster risk. At the same time, some lines of inquiry were established for future investigations, mainly when defining the function of vulnerability for the typical buildings in the city, and the analysis of the site effect through the geotechnical conditions of the urban scenery.

Keywords: cartographic; structural vulnerability; qualitative methodology; authorities; seismic hazard

1. Introducción

La sismicidad es un fenómeno principalmente de génesis tectónica, sin embargo, sus efectos hay que abordarlos desde diferentes perspectivas que afectan a la población. Precisamente las urbanizaciones son escenarios geográficos con grandes densidades poblacionales y de edificios, que constituyen elementos expuestos a mayor o menor vulnerabilidad. El desconocimiento de elementos básicos de distribución espacial de inmuebles vulnerables estructuralmente somete a las poblaciones a una exposición que puede materializarse en caso de un terremoto. Lo anterior en materia individual o familiar. Pero desde una perspectiva más amplia, la falta de información limita sustancialmente la toma de decisiones por parte de las autoridades.

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, 2015), posterior al análisis realizado en 22 países latinoamericanos y caribeños, subraya el notable incremento de pérdidas de vidas humanas y la destrucción de infraestructuras debido a la actividad sísmica. El escenario de desaliento se repite sistemáticamente con impactos notables en el PIB de los países de América Latina debido a los sismos.

El simple repaso a los eventos sísmicos de mayor intensidad en América Latina durante las últimas décadas ratifica la idea anterior. Por ejemplo, en Nicaragua (23 de diciembre de 1972) se reportaron de 4000 a 6000 muertos y pérdidas estimadas en 844,8 millones de dólares (Kates et al., 1973). En Guatemala (4 de febrero de 1976) con 23 000 muertes y pérdidas económicas que exactamente aún no son calculadas (Consultores en Riesgos y Desastres, 2009). El sismo de Haití (12 de enero de 2010) ocasionó 300 000 fallecidos y pérdidas evaluadas en 7,8 billones de dólares, cantidad equivalente al 120% del PIB del país correspondiente al 2009 (Gobierno de Haití, 2010). En Chile, el 27 de febrero del 2010, unas 525 personas perdieron la vida, con un centenar de desaparecidos y 800 000 personas damnificadas (Morales, 2010 y Ministerio de Ministerio del Interior y Seguridad Pública de Chile, 2012) y se estima que las pérdidas económicas fueron de 30 billones de dólares (Moehle et al., 2010).

Así mismo, y en un contexto geográfico más cercano al caso de estudio, se ubicaría el desastre derivado del sismo del 19 de septiembre del 2017 que afectó principalmente a las entidades de Guerrero, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Ciudad de México, en las cuales, de acuerdo con cifras oficiales, 470 personas perdieron la vida y 1372 requirieron hospitalización (Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2018). Mientras que las afectaciones sobre la viviendas, edificios y espacios públicos se estiman que alcanzaron 35 000 millones de pesos solo para la Ciudad de México (Comisión de Gobierno, 2017).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Safina (2003), refiriéndose a la vulnerabilidad sísmica y específicamente dentro de esta a la vulnerabilidad estructural, la define como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultando de la probable ocurrencia de un evento sísmico desastroso. Es una condición intrínseca de la estructura a sufrir daños ante la ocurrencia de un evento determinado, y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. Así mismo, Iglesias et al. (2006) indican, que la vulnerabilidad estructural constituye un problema de gran complejidad que ha de ser abordado de diferentes formas en función de la escala de trabajo, tipo de cimentación, antigüedad, altura del edifico, su geometría en planta, respuesta del terreno, distribución de masas, relación con otros edificios, etc.

En la actualidad, una de las soluciones a este serio problema, ha sido la introducción de métodos empíricos, que en muchas ocasiones responden a los niveles de información catastral de uso público con que se cuente. Se fundamentan en la experiencia recopilada sobre el comportamiento de las diferentes estructuras frente a un terremoto. Martínez (2014), le asigna clases de vulnerabilidad a cada tipología constructiva, en una escala cualitativa o numérica. Un ejemplo, es la clasificación de vulnerabilidad propuesta en la Escala Macrosísmica Europea EMS-98, la cual adopta clases desde la A (más vulnerable) hasta la F (menos vulnerable). En la dirección descrita varios autores han sustentado sus trabajos de zonificación de la vulnerabilidad estructural en núcleos urbanos (Pérez, 2005; Caballero, 2007; Alcahuamán 2013 y Ordaz et al., 2015). Según Climent et al. (2003), el análisis cualitativo puede basarse en consideraciones sobre el comportamiento de los diferentes sistemas constructivos ante sismos, calidad del diseño y construcción, edad; y en relaciones empíricas desarrolladas a nivel mundial referentes al nivel de daños esperados de acuerdo con el tipo de estructura y el nivel de intensidad sísmica. Algunas experiencias similares fueron puestas en práctica por Sauter (1989), Wald et al. (1999) y Kramer (2014).

Esta investigación asume como objetivo, analizar el comportamiento espacial de la vulnerabilidad estructural del fondo habitacional de la Ciudad de Toluca, como un aporte esencial en la reducción de riesgos de desastres. El procedimiento empleado en el trabajo se representa a escala de manzana y se ha realizado sobre una plataforma de Sistemas de Información Geográfica. Se diseñó una metodología que se acercara al contexto real de la Ciudad de Toluca en función de la información catastral disponible y de la observancia del desempeño de las estructuras en los sismos ocurridos en el pasado, teniendo en consideración que el caso de estudio no cuenta con funciones de vulnerabilidad o matrices de daños para edificaciones tipo.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

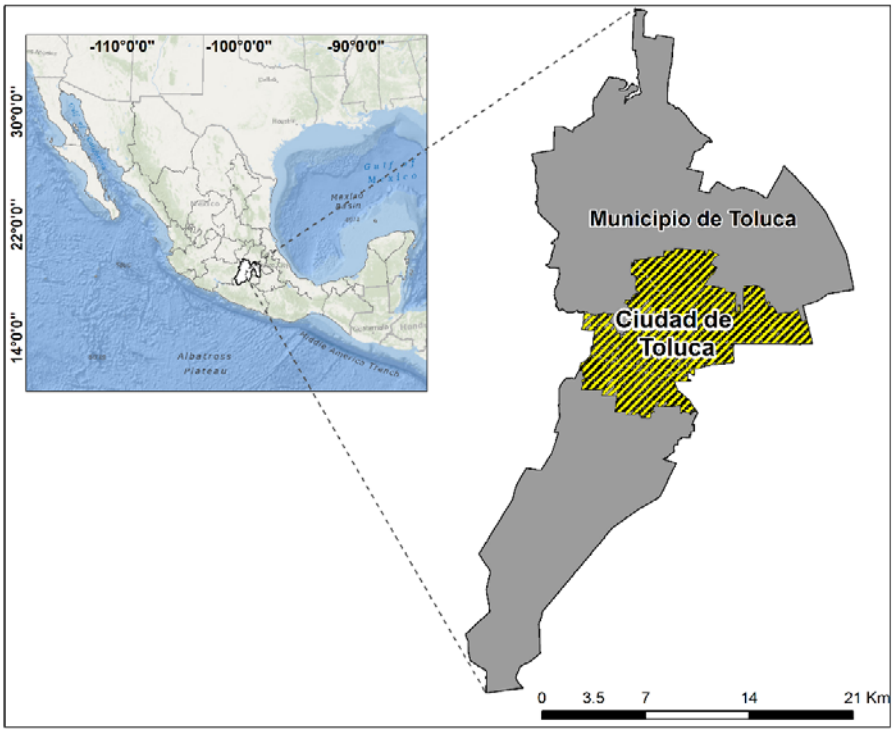
El municipio de Toluca se localiza en la porción centro-oeste del Estado de México. Mientras que la Ciudad de Toluca, objeto de investigación en este caso, es la cabecera municipal y capital del estado (Figura 1), en las coordenadas 19º 17’ 34” de latitud norte y 99º 39’24” de longitud oeste. La altitud promedio es de 2660 msnm. De acuerdo con datos del Marco Geoestadístico Nacional (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010) la Ciudad de Toluca de Lerdo tiene una superficie de 89,6 km^2. Desde el punto de vista administrativo, el Sistema Estatal de Información Metropolitana del Estado de México, indica que la ciudad está conformada por 263 localidades, de las cuales 87 corresponden a colonias, 58 a barrios, 53 a condominios, 39 a fraccionamientos

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

y 10 son delegaciones, mientras que el resto pertenecen a asentamientos humanos de menor categoría administrativa.

Desde de la década de los 70, la Ciudad de Toluca ha estado sometida a un proceso de crecimiento urbano (García et al., 2015). Incorporando corredores y parques industriales, así como el desarrollo de vialidades regionales (Secretaría de Desarrollo Urbano, 2014). Según datos del último Censo de Población y Vivienda realizado en México (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010), la Ciudad de Toluca tenía una población de 489 333 habitantes, de los cuales, el 52% eran mujeres y el 48% hombres. Concentrando el 60% de la población total municipal. Mientras que, la dinámica de crecimiento poblacional ha experimentado un incremento continuo, al menos en las últimas tres décadas; datos del Instituto Nacional de Estadística y Geográfica reportan un aumento de 161 468 habitantes entre los años 1990 y 2010. Este aumento poblacional, obedece entre otros factores, al ya citado proceso de metropolización, el cual generó la aceleración de la migración campo-ciudad. Así mismo, el sismo de 1985 que afectó a la Ciudad de México también añade un factor de crecimiento poblacional para Toluca (García et al., 2015).

Figura 1. Localización del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

De forma general, el escenario geológico en el cual se ubica la República Mexicana, le confiere un carácter de alta peligrosidad sísmica. Rosenblueth (1994) relaciona especialmente el origen de la sismicidad en México a dos tipos de interacciones entre placas tectónicas: (1) Deslizamientos horizontales relativos en las fallas de transformación y (2) De subducción. El primer tipo, ilustraría la sismicidad en la península de Baja California y de los estados de Sonora y Sinaloa, sitios bajo la influencia de fallas de transformación que forman parte del sistema de San Andrés. Mientras que el segundo tipo de interacciones (subducción), explicaría la sismicidad histórica desde Colima hasta Oaxaca, donde prevalece la subducción de las placas Rivera y de Cocos bajo la de Norteamérica.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Otro elemento clave en la comprensión de los efectos diferenciados de daños en un espacio urbano radica en las características de los materiales geológicos. Donde, materiales poco consolidados, saturados y localizados como estratos de gran espesor, provocarían amplificaciones de las ondas sísmicas y como consecuencia mayores daños en la infraestructura. Expósito (2012) describe paquetes de suelos pocos consolidados de hasta 100 metros de espesor. Así mismo, Auvinet et al. (2015) realizaron la primera zonación geotécnica para el Valle de Toluca, resaltando la presencia de depósitos lacustres, aluviales lacustres, aluviales, rocas y suelos firmes.

El marco demográfico, urbanístico, tectónico y geotécnico descrito ofrecen elementos para suponer un escenario geográfico de posible riesgo sísmico (Figura 2). Además, justifican la necesidad de un análisis a escala urbana que permita identificar la posición espacial de las manzanas con mayor concentración de inmuebles vulnerables estructuralmente.

Figura 2. Daños a la infraestructura provocados por el terremoto del 19 de septiembre del 2017. A: Edificio con daños severos en el centro de la Ciudad de Toluca. B: Detalle de una de las torres del edificio de Rectoría de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Fuente: Fotos de Acevedo y Hernández (2017) y Milenio (2017).

2.2. Materiales y Métodos

El análisis de la vulnerabilidad estructural, se enfocó para esta primera etapa exclusivamente en el fondo habitacional, quedando para trabajos posteriores otros elementos vulnerables de gran importancia como líneas vitales, edificios de valor patrimonial, entre otros. Se propone para el caso específico de la Ciudad de Toluca la valoración de tres parámetros que ofrecen un panorama del nivel de vulnerabilidad del fondo habitacional:

- Tipo de materiales y diseño constructivo
- Edad de las construcciones
- Periodo de construcción (Aplicación del Reglamento General de Construcciones del Municipio de Toluca)

2.2.1. Vulnerabilidad por tipo de materiales y diseño constructivo

Existe una estrecha relación entre los materiales empleados y el diseño constructivo, con las posibilidades de que una estructura sufra daños frente a una solicitud sísmica. Por ejemplo: un edificio de muros de adobe sin castillos y cadenas, será mucho más vulnerable que un edificio de mampostería con castillos y cadenas de concreto armado.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Se consultó la información catastral disponible para el Municipio Toluca, que abarca elementos como categoría, materiales y tipo de estructura. Posteriormente se analizaron los criterios de clasificación, que ofrece el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM) (Tabla 1).

Tabla 1. Tipologías constructivas para Toluca. Según el uso y prototipo arquitectónico: Habitacional (H), Comercio (C), Equipamiento especial (E) e Industrial (I).

TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURAS	DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURA BÁSICA
H1	Viviendas precarias, sin proyecto. Materiales de mala calidad y/o de desecho, sin acabados o mal realizados. Claros menores a 3,0 m, autoconstrucción, y/o autofinanciamiento en periodos largos. Generalmente de un nivel. El aspecto dentro del lote es desordenado. Las superficies de construcción son mínimas, generalmente de 40,0 m² o menores. Los materiales empleados en techumbres son lámina de cartón, teja, asbesto, lámina galvanizada. En muros se emplea madera, adobe, material de desecho, etc.
H2	Vivienda económica sin proyecto o parcialmente definido. Materiales económicos, con acabados incipientes, con ejecución de poca calidad. Claros menores a 3,5 metros. Autoconstrucción y autofinanciamiento en períodos medianos o largos, se localizan en los centros de los pueblos, en las periferias de estos y en zonas con asentamientos espontáneos. Los materiales empleados son el concreto, losas sin acabados, muros de tabique, tabicón o similar en muros.
H3	Viviendas de interés social con proyecto típico definido. Materiales económicos con ejecución de mediana calidad. Claros menores a 3,5 m. Construcción en serie por empresas particulares u oficiales. Se localizan en zonas determinadas de las zonas urbanas, en fraccionamientos o en lotes aislados, es frecuente que forme conjuntos en condominio. La techumbre puede ser de concreto, concreto premezclado; muros de block vidriado, tabique, tabicón, etc.
H4	Vivienda con proyectos regulares, bien definidos y funcionales. Materiales de mediana y buena calidad con acabados bien ejecutados. Claros medios de 4,0 m, construcción bajo supervisión de un profesionista o la ejecución de una empresa constructora. Se localizan en zonas consolidadas de los centros de población o en fraccionamientos residenciales medios y campestres. Los materiales utilizados son de concreto y bóvedas. En la techumbre generalmente se emplean impermeabilizantes y recubrimientos de teja y/o ladrillo. Los muros son de tabique, tabicón, block, adobe y piedra.
H5	Viviendas con buen diseño arquitectónico, funcional y de calidad. Materiales de buena calidad, acabados bien ejecutados con detalles especiales. Claros medios de 6,0 metros, construcción realizada por empresas constructoras. Se localizan en zonas exclusivas y/o en fraccionamientos residenciales.
C2	Construcciones de uso comercial. Proyecto regular definido y funcional. Materiales de mediana calidad con acabados bien ejecutados. Claros medios menores a 4,0 metros, construidos bajo supervisión o por empresas constructoras; se localizan en las zonas comerciales, corredores comerciales planificados o fuera de las áreas urbanas.
E1	Edificaciones especiales con un diseño arquitectónico definido. Mampostería de piezas huecas con refuerzos interiores y cadenas de desplante o zapatas corridas; o bien aisladas de concreto armado. Muros con blocks extruido, con castillos y cadenas de cerramiento. Trabes y columnas metálicas, láminas de zinc y, armadura con largueros metálicos y contravientos rigidizantes. En esta categoría se incluyen mercados, escuelas; clínicas, hospitales, estadios, canchas y albercas, iglesias y edificios administrativos públicos.
I2	Infraestructura ligera con materiales de buena calidad y ejecución de mediana calidad. Claros de más de 10,0 m, con elementos horizontales estructurales de más de 1,10 m. Estructuras destinadas a procesos productivos básicos de empresas, fuera o dentro de las naves principales, que pueden o no, tener techumbre propia, muros divisorios, cimentación propia e instalaciones.
I3	Industrial media. Infraestructura con materiales de buena calidad y controlados. Acabados de buena ejecución. Estructuras que soportan la techumbre y adicionalmente cargas adicionales. Los sistemas de cubierta pueden ser de acero con peraltes mayores a 1.10 m, concreto pre-reforzado, y concreto de trabelosas.
I4	Infraestructura pesada, proyecto definido y funcional. Materiales de buena calidad y controlados. Acabados de buena ejecución, estructuras que soportan el sistema de techumbre. Son instalaciones especiales, con alturas de 7,0 m o más, pueden tener techumbre propia, muros divisorios, cimentación propia e instalaciones.

Fuente: Servicios Catastrales (Instituto de Información e Investigación, Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, 2018) y descripciones modificadas a partir del Gobierno del Estado de México (2009).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La tabla 1 muestra las 10 categorías de tipologías constructivas oficialmente reconocidas en la Ciudad de Toluca, con una detallada descripción de los materiales y diseños empleados. Esta información sirvió de fundamento para la asignación de niveles de vulnerabilidad e importancia (ponderación) para cada categoría, unido a las experiencias de daños en terremotos fuertes históricos en la Ciudad de México y el contexto regional de Centro América (Tabla 2). Posterior a la definición de los tipos de estructuras y su vulnerabilidad estructural se analizó el álgebra de mapas por cada manzana para definir el % de viviendas por niveles de vulnerabilidad. En la figura 3, se muestran las cuatro tipologías más extendidas en la Ciudad de Toluca: Viviendas precarias (H1), Habitacional económica (H2), Habitacional de interés social (H3), Industrial media (I3).

Tabla 2. Niveles de vulnerabilidad por tipos de estructuras.

Tipo de Estructura		Niveles de Vulnerabilidad				Ponderación
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
H1	Estructuras emplazadas en sitios de alta humedad u otras características que facilitan el deterioro de las estructuras.					4
	Estructuras emplazadas sobre materiales geológicos óptimos					3
H2						2
H3						1
H4						1
H5						1
C2						2
E1						1
I2						2
I3						1
I4						1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Ejemplos de algunos tipos de estructuras para la Ciudad de Toluca: Viviendas precarias (H1), Habitacional económica (H2), Habitacional de interés social (H3) e Industrial media (I3).

Fuente: Google Maps (2018).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2.2.2. Vulnerabilidad por edad de las construcciones

Para este indicador se siguieron las sugerencias de Climent et al. (2003), donde consideran que la vulnerabilidad de las edificaciones estará influenciada por su edad y el aspecto o condición física aparente, de tal forma que edificaciones más viejas y más deterioradas presentarán mayor vulnerabilidad y lo contrario en el caso de edificaciones más recientes y de una buena condición física. Así se procedió a la zonificación por periodos históricos del crecimiento de la ciudad utilizando las fichas del catálogo de bienes e inmuebles históricos (Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2010) y la cartografía histórica por medio de Ortofotos y Líneas de Vuelo del año 1984 (Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, IGECEM, 2002) (Tabla 3).

Tabla 3. Características generales de las construcciones por periodos constructivos y sus niveles de vulnerabilidad.

Periodo Constructivo	Características generales de las construcciones	Niveles de vulnerabilidad				Ponderación
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
Anterior al siglo XVII	Fachada principal con aplanado de cal y arena, muros adobe y tabique. Con entrepisos vigas y duela.					4
XVIII	Fachada principal con aplanado, muros de adobe, techo con cielo raso, entrepisos y cubiertas de forma plana.					3
XIX	Fachada principal de cantera labrada, muros de adobe, entrepisos de bóveda catalana, cubierta de bóveda catalana y la forma de entrepisos plana.					2
XX y lo transcurrido del Siglo XXI	Cimentaciones con zapatas aisladas o corrida con contratrabes de concreto armado en ocasiones diseño especial, pilas, pilotes, muros de contención de piedra o concreto, trabes y columnas metálicas o de concreto armado prefabricado.					1

Fuente: Elaboración propia empleando descripciones de las construcciones obtenidas del Instituto Nacional de Antropología e Historia (2010).

2.2.3. Vulnerabilidad por periodo de construcción

Según el código reglamentario del municipio de Toluca, a partir del año 2009 se requeriría una Licencia Municipal de Construcción para todas aquellas edificaciones que se pretendieran realizar dentro del perímetro municipal (Gobierno del Estado de México, 2009). Pero, anteriormente, desde el año 1993 hubo un giro de la política dirigida a proteger la infraestructura con el Reglamento General de Construcciones del Municipio de Toluca (Gobierno Municipal de Toluca, 1993), donde explícitamente en el Título Décimo "Seguridad Estructural", en sus capítulos del I al

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

VI, se abordaron elementos como las características de las construcciones, criterios de diseño estructural, criterios para calcular la intensidad de las acciones, diseño de cimentaciones y diseños por sismos (Ramírez et al. 2002).

Aplicando este criterio, se adjudicarán dos niveles de vulnerabilidad, "Muy Alta" a las construcciones anteriores al año 1993 y "Baja" a las edificaciones posteriores a la entrada en vigor del Código Sísmico del Estado de México. Para obtener este mapa temático fue necesario acceder al Censo de Población y Vivienda del año de 1990. Quedando pendiente el completamiento de la información catastral entre los años 1990-1993, estos tres años se completaron con imágenes de Satélite Spot 6 y Ortofotos del año 1993 obtenidas del Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, IGECEM (2002).

La base de datos se conforma por cuatro columnas, la primera "Clave de la Manzana Urbana", en la cual se registran las 5121 manzanas que conforman el perímetro urbano de la Ciudad de Toluca, donde cada una tiene asignado un código (identificador) por el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM) (2018). La segunda columna "Tipología", ofrece la descripción de las estructuras constructivas predominantes en cada manzana (Tabla 1), mientras que la tercera columna "Ocupación", coloca en perspectiva el uso sistemático o actividad más recurrente dentro de la manzana (comercio, residencial, industrial, entre otros). Y finalmente, la cuarta columna "Materiales-Estructura", describe de forma breve, los materiales de construcción más empleados dentro de la manzana, así como la estructura o técnica constructiva aplicada (Tabla 4).

Tabla 4. Fragmento, a modo de ejemplo, de la base de datos construida para el análisis en plataforma de Sistema de Información Geográfica de vulnerabilidad estructural de la Ciudad de Toluca.

Clave de la Manzana Urbana	Tipología	Ocupación	Materiales-Estructura
1505100010468000	C2	Comercial Medio	Construcciones de uso comercial. Proyecto regular definido y funcional. Materiales de mediana calidad con acabados bien ejecutados. Claros medios menores a 4,0 metros, construidos bajo supervisión o por empresas constructoras. Se localizan en las zonas comerciales, corredores comerciales planificados o fueras de las áreas urbanas.
1505100010472045	H1	Habitacional Precaria	Viviendas precarias, sin proyecto. Materiales de mala calidad y/o de desecho, sin acabados o mal realizados. Claros menores a 3,0 m, autoconstrucción, y/o autofinanciamiento en periodos largos. Generalmente de un nivel. El aspecto dentro del lote es desordenado. Las superficies de construcción son mínimas, generalmente de 40,0 m^2 o menores. Los materiales empleados en techumbres son lámina de cartón, teja, asbesto, lámina galvanizada. En muros se emplea madera, adobe, material de desecho, etc.
1505000010472040	H2	Habitacional Popular	Vivienda económica sin proyecto o parcialmente definido. Materiales económicos, con acabados incipientes, con ejecución de poca calidad. Claros menores a 3,5 metros. Autoconstrucción y autofinanciamiento en períodos medianos o largos, se localizan en los centros de los pueblos, en las periferias de las mismos y en zonas con asentamientos espontáneos. Los materiales empleados son el concreto, losas sin acabados, muros de tabique, tabicón o similar en muros.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Clave de la Manzana Urbana	Tipología	Ocupación	Materiales-Estructura
1505100010468050	H3	Habitacional Interés social	Viviendas de interés social con proyecto típico definido. Materiales económicos con ejecución de mediana calidad. Claros menores a 3,5 m. Construcción en serie por empresas particulares u oficiales. Se localizan en zonas determinadas de las zonas urbanas, en fraccionamientos o en lotes aislados, es frecuente que forme conjuntos en condominio. La techumbre puede ser de concreto, concreto premezclado; muros de block vidriado, tabique, tabicón, etc.
1505100010468040	H4	Habitacional Residencial Medio	Vivienda con proyectos regulares, bien definidos y funcionales. Materiales de mediana y buena calidad con acabados bien ejecutados. Claros medios de 4,0 m, construcción bajo supervisión de un profesionista o ejecuta por empresas constructoras. Se localizan en zonas consolidadas de los centros de población o en fraccionamientos residenciales medios. Los materiales utilizados son de concreto y bóvedas. En la techumbre generalmente se emplean impermeabilizantes y recubrimientos de teja y/o ladrillo. Los muros son de tabique, tabicón, block, adobe y piedra.

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

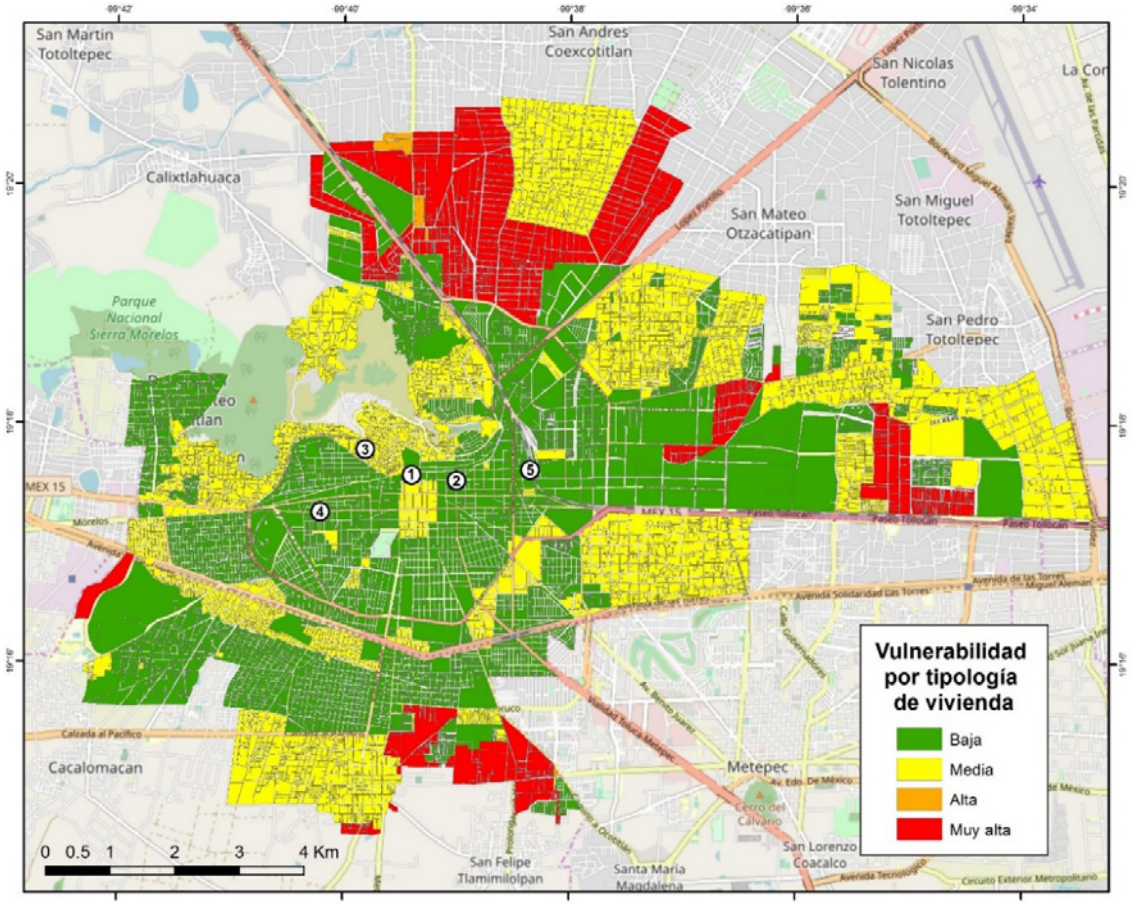
3.1. Análisis de la vulnerabilidad estructural según las tipologías constructivas para la Ciudad de Toluca

La disposición espacial, en el escenario urbano de los diferentes niveles de vulnerabilidad en función del diseño constructivo, reveló el predominio de las vulnerabilidades baja (2918 manzanas) y media (1877 manzanas) (Figura 4). En este caso es significativo resaltar las 319 manzanas clasificadas con vulnerabilidad muy alta, donde aproximadamente habitan 57 000 personas especialmente en viviendas precarias (H1) (Figura 5).

La tipología constructiva, constituye un elemento clave cuando se revisa el comportamiento de estructuras muy similares durante el sismo del 19 de septiembre de 2017. En municipios cercanos como Tenango y Tenancingo, ubicados en un radio de aproximadamente 21 y 36 km respectivamente, respecto a Toluca, las viviendas precarias (H1) sufrieron daños severos frente a solicitudes sísmicas provocadas por un sismo de magnitud 7,1 con epicentro en el Estado de Puebla (Figura 6).

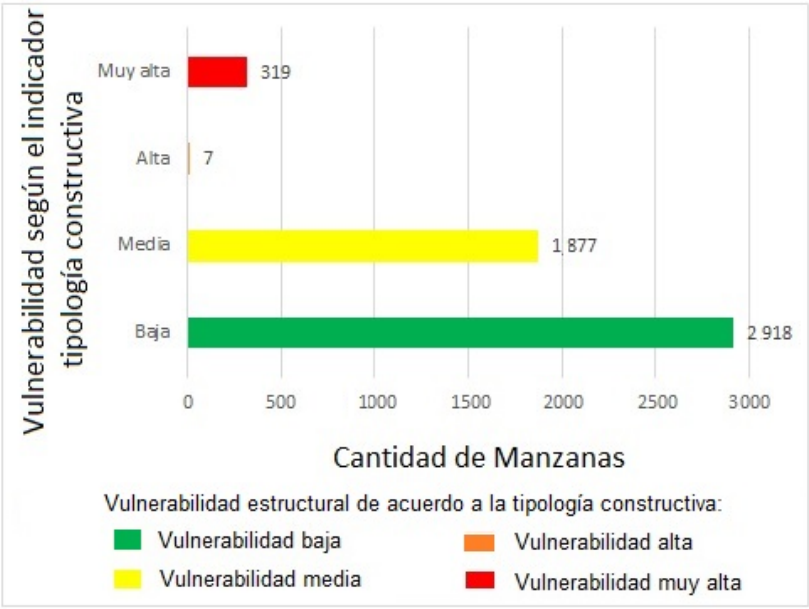
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 4. Mapa de vulnerabilidad estructural para el fondo habitacional por tipologías de las viviendas. Ciudad de Toluca. Donde, 1: Colonia Centro, 2: Barrio de Santa Clara, 3: Barrio de San Miguel Apinahuizco, 4: Barrio San Bernardino y 5: Colonia Reforma y Ferrocarriles Nacionales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Cantidad de manzanas de acuerdo o los niveles de vulnerabilidad según el indicador tipología constructiva de la Ciudad de Toluca.



Fuente: Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 6. Daños ocasionados en los municipios de Tenancingo y Tenango en viviendas precarias de muros de adobe con techos de madera y teja. Terremoto de magnitud 7,1 que tuvo su epicentro en el Estado de Puebla el 19 de septiembre del 2017.

Fuente: Fotos de González (2017) y El Pulso del Estado de México (2017)

3.2. Análisis de la vulnerabilidad estructural según la edad de las construcciones

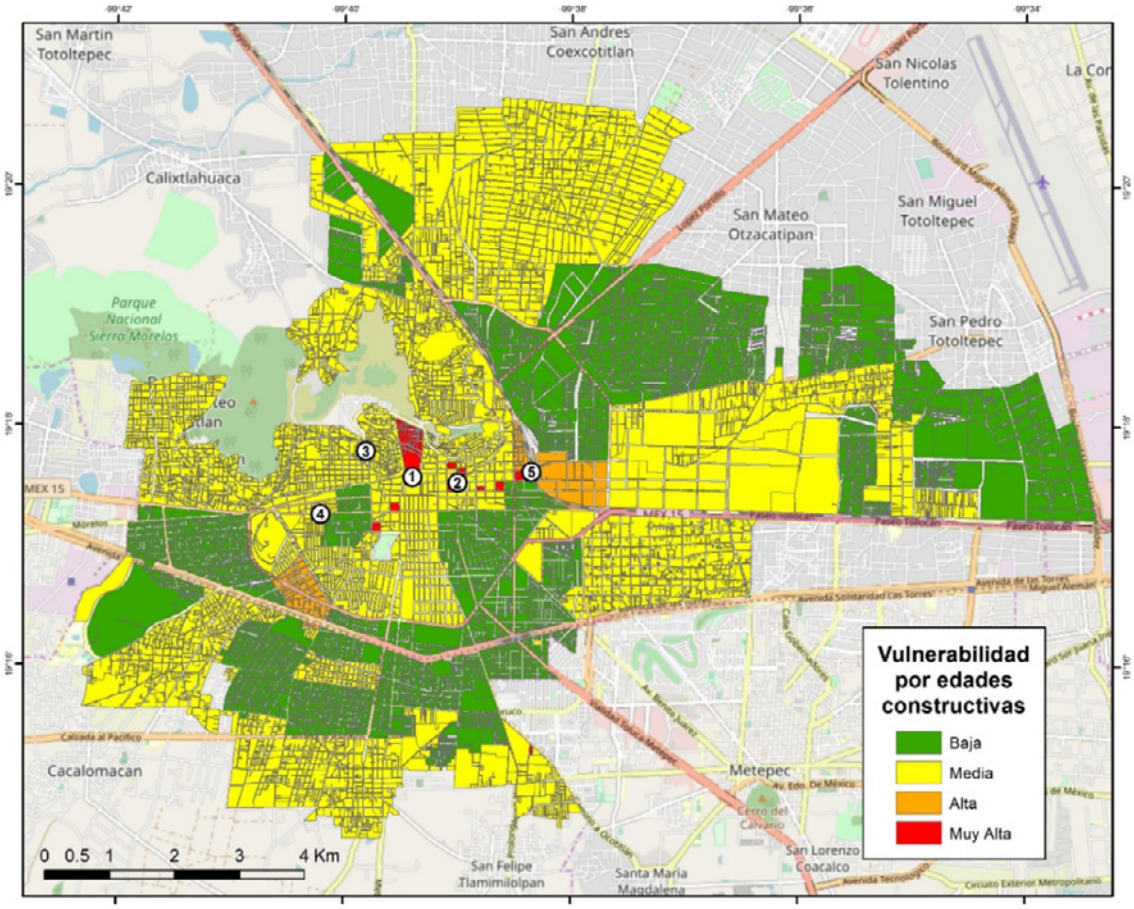
El análisis de la vulnerabilidad por edades constructivas permitió distinguir las manzanas que se han desarrollado urbanísticamente desde el siglo XVII, durante los siglos XVIII, XIX y XX, y lo que ha transcurrido del siglo XXI (Figura 7). Así mismo, es probable que, para la construcción de edificios importantes y recientes se debieron analizar condiciones geotécnicas de efecto de sitio, como la amplificación de las ondas sísmicas y la licuefacción.

Las edificaciones construidas en el Siglo XVII utilizaron materiales como adobe, piedra para mamposterías, aplanados de cal y arena. Una parte de estos inmuebles en la actualidad han sido remodelados y/o reforzados, y corresponden a templos, escuelas y casas habitación. Por las técnicas y materiales empleados se consideran inmuebles con "vulnerabilidad muy alta" a 50 manzanas donde se emplazan 14 936 viviendas. La mayor parte de estas se encuentran espacialmente localizados en la Colonia Centro, Barrio Santa Clara, Barrio de San Miguel Apinahuizco, Barrio de San Bernardino y Jardín Reforma (Figuras 7 y 8). Las construcciones para el siglo XIII, con 102 manzanas equivalentes al 2% del total de la ciudad, se le adjudican una "vulnerabilidad alta". Se caracterizaron por un fondo habitacional con empleo de aplanados de cal, arena gris, cantera labrada, con predominio de muros de piedra, adobe y tabique. Los entrepisos conformados por vigas, duela cubierta de vigas y terrado. La forma predominante de los entrepisos y cubierta es plana con 46 387 viviendas en esta condición (Figuras 7 y 8).

En el siglo XIX se establecen 2 516 manzanas equivalentes al 48% del total con fachadas de una mejora en el revestimiento estético arquitectónico, se emplearon materiales como cantera labrada, muros de adobe, con forma de entrepisos plana y reforzamiento estructural de mamposterías con cadenas y castillos de concreto, zapatas aisladas entre otras. Durante los siglos XX y los primeros 18 años del siglo XXI, la Ciudad de Toluca experimenta un crecimiento de 2468 manzanas, el crecimiento urbanístico se caracteriza por mejoras en el ordenamiento y planeación de la ciudad. En este periodo entra en vigor el Reglamento General de construcciones para el Municipio de Toluca (Gobierno Municipal de Toluca, 1993). Se aplicaron nuevas vertientes ingenieriles y arquitectónicas con aplicaciones sismorresistentes, mamposterías y cimientos con zapatas aisladas, contratrabes de liga, columnas de metal, soportes estructurales en construcciones de grandes dimensiones, entre otras. En este periodo se construyen aproximadamente 693 939 viviendas, cifra similar al crecimiento del fondo habitacional del siglo XIX.

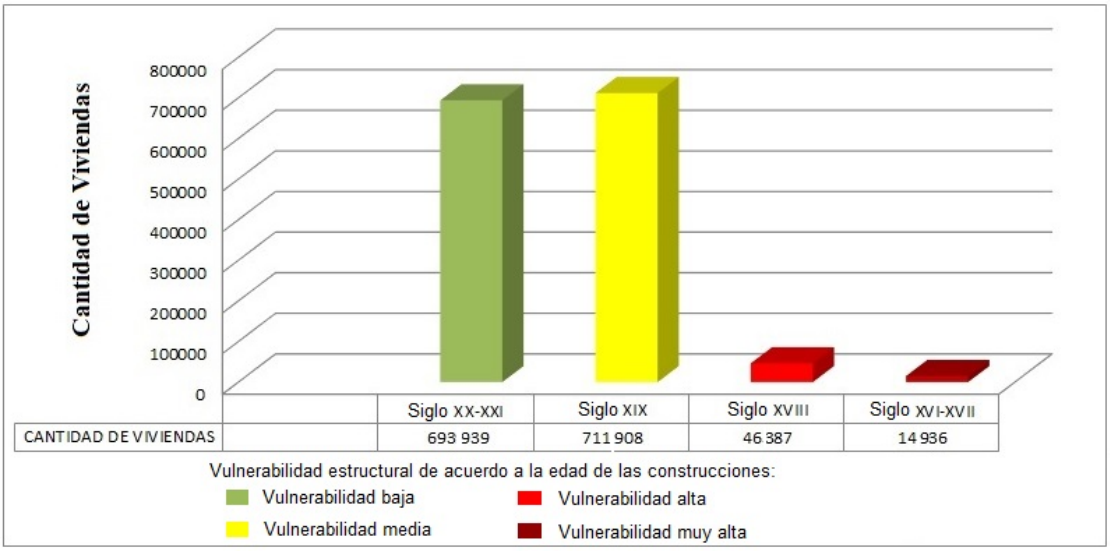
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 7. Mapa de Vulnerabilidad estructural aplicando el criterio de las edades constructivas. Donde, 1: Colonia Centro, 2: Barrio de Santa Clara, 3: Barrio de San Miguel Apinahuizco, 4: Barrio San Bernardino y 5: Colonia Reforma y Ferrocarriles Nacionales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Distribución del fondo habitacional de la Ciudad de Toluca por los intervalos de tiempo: Siglo XVI-XVII, Siglo XVIII, Siglo XIX y Siglo XX-XXI.



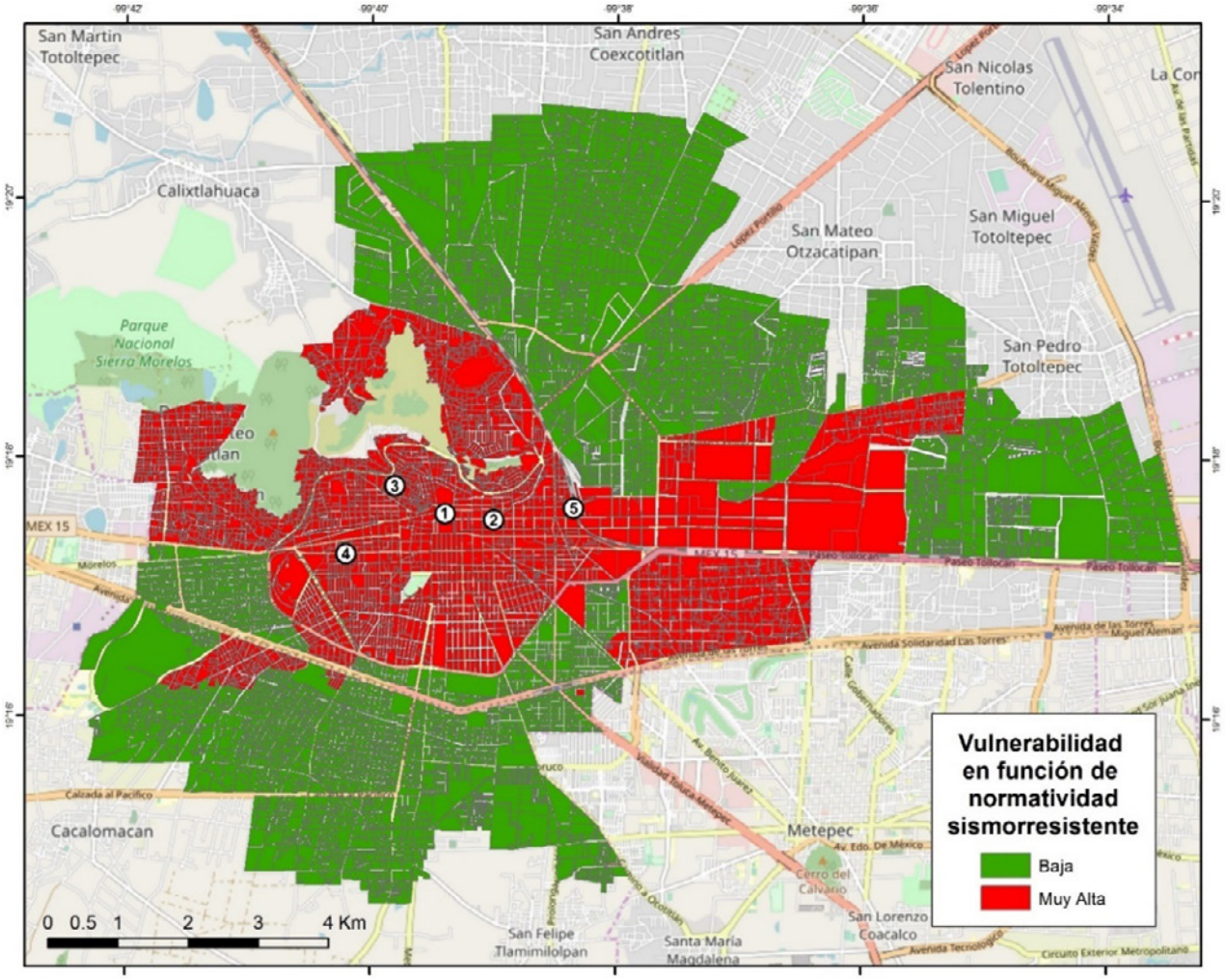
Fuente: Elaboración propia.

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9340

3.3. Análisis de la vulnerabilidad estructural según la puesta en vigor de la normatividad sismorresistente para la Ciudad de Toluca

La puesta en vigor de las normativas de 1993 que inducen a mejoras en las técnicas constructivas de seguridad, frente a un sismo, es un elemento clave en la reducción de la vulnerabilidad estructural en los entornos urbanos. La Ciudad de Toluca contaba con 3179 manzanas para el año 1993, y posteriormente creció en 1989 manzanas más, hasta la actualidad (Figuras 9 y 10). En este caso la ubicación en el tiempo del fondo habitacional construido, indica que más del 50% de las viviendas (938 636), no se erigieron bajo el Reglamento General de Construcciones.

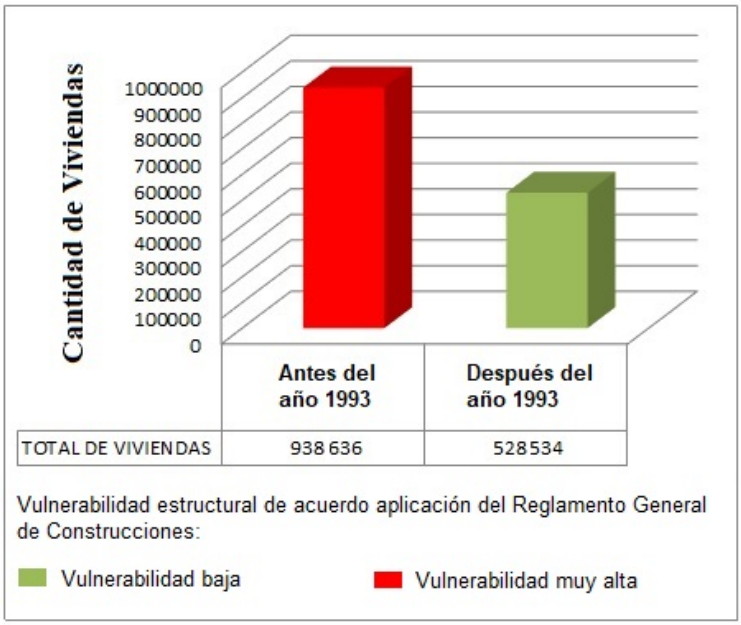
Figura 9. Mapa de Vulnerabilidad estructural en función de la puesta en vigor de la Norma Sismorresistente de la Ciudad de Toluca en el año 1993. Donde, 1: Colonia Centro, 2: Barrio de Santa Clara, 3: Barrio de San Miguel Apinahuizco, 4: Barrio San Bernardino y 5: Colonia Reforma y Ferrocarriles Nacionales.



Fuente: Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 10. Cantidad de viviendas para la Ciudad de Toluca para los periodos: "Antes del Año 1993" y "Después del Año 1993". Los dos periodos seleccionados están en correspondencia con la aplicación del Reglamento General de Construcciones del Municipio de Toluca (Gobierno Municipal de Toluca (1993).



Fuente: Elaboración propia.

3.4. Vulnerabilidad estructural frente a sismos para la Ciudad de Toluca

La estimación cualitativa de la vulnerabilidad estructural del fondo habitacional de la Ciudad de Toluca consideró *la Tipología Constructiva*, *la Edad de las construcciones* y la posible *Aplicación de la Norma Sismorresistente*, combinándose los tres mapas con operaciones de superposición y aplicando la matriz plasmada en la tabla 5.

Tabla 5. Matriz para el análisis cualitativo de la vulnerabilidad estructura del fondo habitacional.

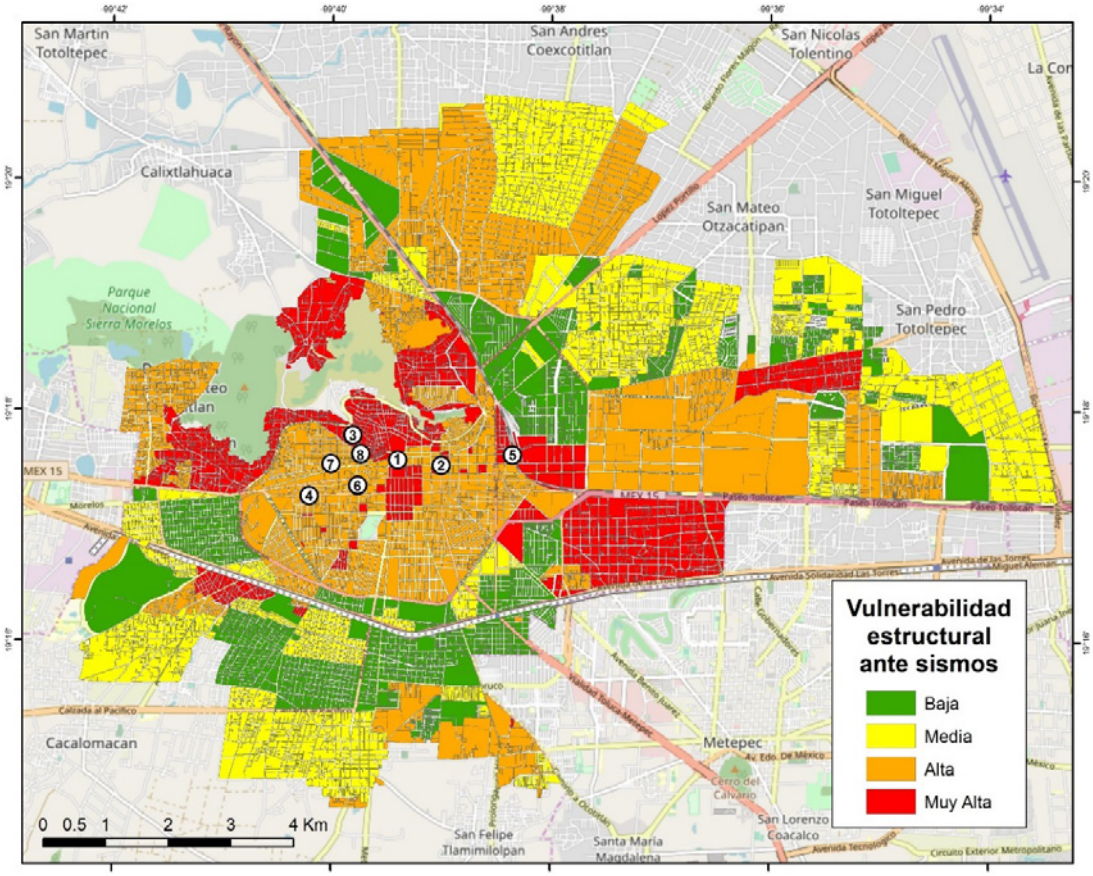
Criterios de Vulnerabilidad estructural considerados para el fondo habitacional de la Ciudad de Toluca			Vulnerabilidad estructural del fondo habitacional a partir de la combinación de criterios
Tipología Constructiva	Edad de las construcciones	Aplicación de la Norma Sismorresistente	
Baja	Baja	Baja	Baja
Baja	Baja	Media	Baja
Baja	Baja	Alta	Media
Media	Media	Media	Media
Media	Media	Alta	Media
Media	Media	Baja	Media
Baja	Media	Alta	Media
Baja	Alta	Alta	Alta
Media	Alta	Alta	Alta
Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La situación más desventajosa, en caso de un sismo de magnitud moderada o alta, la deben experimentar las viviendas ubicadas en manzanas de "Muy Alta Vulnerabilidad" (866), las cuales representan el 17 % del total localizadas en un sector del centro de la ciudad y en las Colonias: Barrio de la Merced, Sor Juana Inés de la Cruz y Barrio de la Retama, entre otras (Figura 11).

Figura 11. Mapa de Vulnerabilidad estructural para las viviendas de la Ciudad de Toluca. Donde, 1: Colonia Centro, 2: Barrio de Santa Clara, 3: Barrio de San Miguel Apinahuizco, 4: Barrio San Bernardino, 5: Colonia Reforma y Ferrocarriles Nacionales, 6: Barrio de la Merced, 7: Sor Juana Inés de la Cruz y 8: Barrio de la Retama.



Fuente: Elaboración propia.

En las manzanas catalogadas de "Muy Alta Vulnerabilidad Estructural", existe un predominio evidente de tipologías constructivas H1 (material de Adobe) y H2 (zapatas corridas de dimensiones mínimas y muros de adobe), construidas especialmente entre los siglos XVI y XVII. En esta situación habitan 95 428 personas. El segundo lugar, lo constituyen las 1430 manzanas de "Alta Vulnerabilidad", donde se ubican 38 852 viviendas. Como característica distintiva se define el predominio de tipologías constructivas "H1" con materiales de adobe, con cimientos y muros de piedra. Según el periodo constructivo en que se desarrolló este sector de la ciudad, aún no estaba vigente el Reglamento General de Construcciones del Municipio de Toluca. Especialmente estas manzanas surgen en el siglo XVIII y en la actualidad habitan 122 886 personas.

Los dos niveles de vulnerabilidad estructural del fondo habitacional descritos, constituyen los escenarios más desfavorables, donde aplica perfectamente el calificativo de "vulnerabilidad construida", descrito por Hernández-Santana et al. (2017), especialmente para urbanizaciones crecientes en condiciones de vulnerabilidad y peligro significativas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4. Discusión de los resultados. La vulnerabilidad estructural como una fuente invisible de peligro ante sismos

Los resultados de esta investigación colocan en perspectiva el contexto real del escenario de vulnerabilidad del fondo habitacional de la Ciudad de Toluca. Las figuras 12 y 13, son escenas que ilustran aproximadamente los escenarios de vulnerabilidad y su relación con la población y el fondo habitacional. Los productos obtenidos constituyen la primera aproximación cartográfica aplicada a la vulnerabilidad estructural de la ciudad de Toluca, una ciudad de aproximadamente 489 333 habitantes, en donde, no existe un antecedente que permita comparar y discutir los resultados obtenidos. Sin embargo, es posible comparar la metodología empleada en este caso de estudio, con otras similares, y definir áreas de mejoras para esta aplicación.

Entre las aplicaciones metodológicas análogas a la de esta investigación, se ubica la evaluación sísmica de edificios urbanos a partir de datos geoespaciales para la Delegación Benito Juárez de la Ciudad de México (García, 2015) que considera: tipología, sistema estructural empleado, resistencia de materiales, aplicación de la normativa de construcción (vectorial y ráster). Resulta interesante el análisis realizado por García (2015), para determinar la irregularidad en la base de las estructuras constructivas, empleando herramientas SIG. La irregularidad en planta (en la base), así como también la irregularidad vertical, son factores estructurales que inciden notablemente en el nivel de daños frente a solicitudes sísmicas. Esto puede ser incluido, en etapas posteriores para el caso de la Ciudad de Toluca, especialmente en las manzanas de alta y muy alta vulnerabilidad estructural. Al respecto, González y Gómez (2008), habían realizado un análisis de los efectos de la irregularidad en planta, donde afirman que las irregularidades son uno de los errores más frecuentemente causantes de daños durante un terremoto.

Iglesias et al. (2006), aunque fuera de las fronteras mexicanas, aporta importantes elementos metodológicos, que pueden ser incluidos en fases posteriores para el caso de la Ciudad de Toluca. Con el apoyo de los sistemas de información geográfica, realizaron el análisis del riesgo sísmico en la Ciudad de Granada (España). Para lo cual, en el caso mexicano se debe evolucionar especialmente en la determinación de la respuesta sísmica local. En el análisis de la vulnerabilidad estructural, existen puntos coincidentes entre el trabajo Iglesias et al. (2006) y el que aquí se presenta; especialmente al considerarse en ambos trabajos, las variables "calidad de las edificaciones" y "la aplicación de la normativa legal y técnica". Otros trabajos, con buenas prácticas en el tratamiento de información catastral, aplicados al análisis de la vulnerabilidad sísmica en entornos urbanos, pueden ser consultados en Lantada (2007), Fernández- Castanys (2012), Kassaras et al. (2015), Lestuzzi et al. (2016).

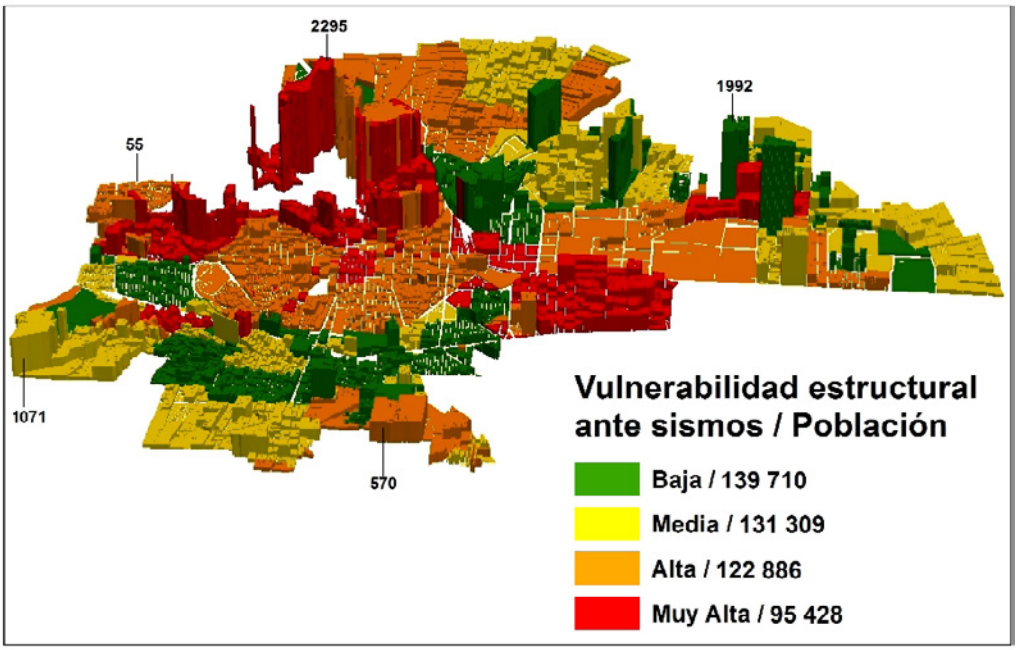
Las investigaciones futuras en Toluca deben robustecer estudios en materia de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico. Derivado de esto, se considera el trabajo como una aproximación a la vulnerabilidad del fondo habitacional, muy lejos de una alarma sobre daños evidentes para la ciudad, especialmente tratándose de la aplicación de una metodología cualitativa. Para lograr un mejor acercamiento al contexto real, sería necesario el análisis de efecto de sitio, así como profundizar en el estudio de vulnerabilidad a escala de edificio.

Además, se deben obtener funciones de vulnerabilidad para las edificaciones típicas de la Ciudad de Toluca, y analizar la vulnerabilidad estructural para edificios individuales que sean de interés patrimonial, social u otros. También se debe realizar el análisis del efecto de sitio a partir de las condiciones geotécnicas sobre las cuales se desarrolla la ciudad y continuará su crecimiento in-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

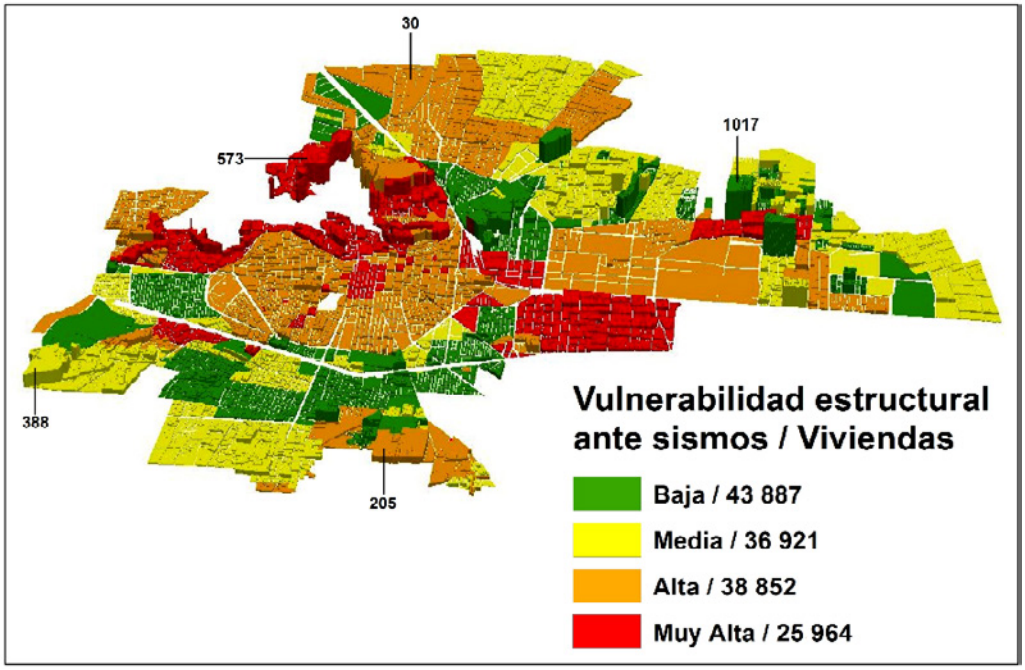
mediato. Este punto, permitirá conocer parámetros de los suelos y rocas, como el periodo dominante de diseño, posibilidades de amplificación de las ondas sísmicas o factor de amplificación y la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos inducidos por los sismos, como la licuefacción y rupturas de fallas en superficie.

Figura 12. Escena que representa los niveles de vulnerabilidad estructural frente a sismos y su relación espacial con la población.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Escena que representa los niveles de vulnerabilidad estructural frente a sismos y su relación espacial con el fondo habitacional.



Fuente: Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

5. Conclusiones

El análisis cualitativo de la vulnerabilidad estructural permitió identificar cuatro niveles de vulnerabilidad para el fondo habitacional de la Ciudad de Toluca, destacando como casos más extremos 866 manzanas en el nivel de vulnerabilidad muy alta y 1430 clasificadas con alta vulnerabilidad, donde residen 218 314 personas. Los resultados obtenidos deben considerarse como una primera aproximación a escala de manzana de la concentración espacial de los elementos expuestos, y pueden ser empleados en la toma de decisiones en la reducción de vulnerabilidad estructural durante el proceso de gestión de riesgos.

Finalmente, se realizó una revisión bibliográfica de un grupo de trabajos que mejorarían sustancialmente los subsiguientes análisis de vulnerabilidad estructural y los diseños estructurales de cara al futuro en la Ciudad de Toluca. Entre las principales sugerencias se ubica la obtención de funciones de vulnerabilidad para las edificaciones típicas de la ciudad, analizar el efecto de sitio a partir de las condiciones geotécnicas y esclarecer dentro del escenario urbano, parámetros como el periodo dominante de diseño de acuerdo a la geología local, posibilidades de amplificación de las ondas sísmicas o factor de amplificación y la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos inducidos por los sismos como puede ser la licuefacción o la ruptura de fallas en superficie.

6. Bibliografía

- Acevedo, V. & Hernández, J. (2017). Foto publicada el 19 de septiembre del 2017 en https://twitter.com/8_Columnas/status/910266794778165248/
- Alcahuamán, R. (2013). *Análisis de riesgo sísmico del centro poblado "San Isidro" usando sistemas de información geográfica (SIG)* (Informe de Suficiencia para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
- Auvinet, G., Méndez, E., Juárez, M., Hernández, F. & Martínez, O. R. (2015). *Riesgos geotécnicos en las principales zonas urbanas del Estado de México*. Informe Técnico. Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- Caballero, A. R. (2007). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la Ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica (*Tesis de Maestría). Universidad del Norte, Barranquilla.
- Climent, A., Salgado, D., Slob, S. & Van-Westen, C. (2003). Amenaza sísmica y vulnerabilidad física de la ciudad de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. En el Informe del Proyecto Regional Action Program Central America (RAPCA) subprograma del Capacity Building for Natural Disaster Reduction Program (CBNDR) de UNESCO. Recuperado de/ Retrieved from https://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/CEDO-CRID%20v2.0/CEDO/pdf/spa/doc15075/doc15075.htm/
- Comisión de Gobierno (2017). Gaceta Parlamentaria de la Asamblea Legislativa de la Ciudad de México. En *VII Legislatura. No. 186.* Recuperado de/Retrieved from http://aldf.gob.mx/gaceta-parlamentaria-903-1.html.
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2018). Descoordinación entre instancias de gobierno, opacidad e inconsistencia en la información y en el manejo de recursos, así como resultados insuficientes en las tareas de reconstrucción y en las acciones preventivas, son el saldo de los sismos de septiembre de 2017. En *Comunicado de Prensa DGC/269/18*. Recuperado de/Retrieved from http://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Comunicados/2018/Com_2018_269.pdf/
- Consultores en Riesgos y Desastres (2009). Evaluación probabilista de riesgos en Centro América Guatemala. Recuperado de/Retrieved from https://ecapra.org/sites/default/files/documents/ERN-CAPRA-R3-T1.1B%20-%20Revisi%C3%B3n%20de%20Eventos%20Hist%C3%B3ricos_GUA.pdf/
- El Pulso del Estado de México (2017). Foto publicada el 23 de septiembre del 2017 en el Periódico El Pulso del Estado de México en https://elpulsoedomex.com.mx/reporta-ayuntamiento-tenango-del-valle-conteo-afectaciones-sismo-del-martes-19-septiembre/

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Expósito, J. L. (2012). *Características hidrodinámicas e hidroquímicas del acuífero multicapa del Valle de Toluca y sus implicaciones en la optimización de estrategias para la protección de la calidad del agua subterránea* (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca.
- Fernández-Castanys, M. F. (2012). *Elaboración de escenarios de daños sísmicos en la Ciudad de Granada* (Tesis de doctorado). Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos. Universidad de Granada.
- García, J. H. (2015). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios urbanos a partir de datos geoespaciales* (Tesis de Maestría). Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo, A.C., Ciudad de México.
- García, M. L., Adame, S. & Sánchez, R. M. (2015). Expansión metropolitana de Toluca: caso de estudio municipio de Calimaya, México. *Quivera*, 17, (1), 35-53. Recuperado de/Retrieved from https://www.redalyc.org/jatsRepo/401/40140031003/html/index.html/
- Gobierno de Haití (2010). Plan de Acción para la recuperación y el desarrollo de Haití. Recuperado de/Retrieved from http://whc.unesco.org/document/106246/
- Gobierno del Estado de México (2009). *Gaceta del Gobierno del Estado de México*. Tomo CLXXXVII, No. 1, 1 de enero del 2009. Toluca de Lerdo, México.
- Gobierno Municipal de Toluca (1993). *Reglamento General de Construcciones del Municipio de Toluca*. H. Ayuntamiento de Toluca.
- Gobierno Municipal de Toluca (2009). *Código Reglamentario del Municipio de Toluca*.
- González, C. (2017). Foto publicada el 19 de septiembre en el Periódico DigitalMex en https://www.digitalmex.mx/municipios/story/1118/tenancingo-y-tenango-claman-ayuda-200-casas-afectadas-tras-el-sismo/
- González, R. & Gómez, C. (noviembre de 2008). "Efectos de la irregularidad en planta por forma arquitectónica". En *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural*, Veracruz, México.
- Hernández-Santana, J. R., Méndez, A. P.; Ordaz, A. & Baró, J. E. (2017). Vulnerabilidad construida. Una mirada geomorfológica y geodinámica. En M.F. Rodríguez (Coord.), *Factores de vulnerabilidad en la construcción del riesgo*. México: UNAM e Itaca.
- Iglesias, S., Irigaray, C. & Chacón, J. (2006). Análisis del riesgo sísmico en zonas urbanas mediante sistemas de información geográfica. Aplicación a la Ciudad de Granada. *Cuadernos Geográficos,* 39 (2), 147-166. Recuperado de/Retrieved from https://www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/039/039-009.pdf/
- Instituto de Información e Investigación, Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, IGECEM (2018). *Cartografía a nivel manzana aplicable al 2018*. Recuperado de/Retrieved from http://igecem.edomex.gob.mx/productos-servicios/servicios-catastrales/cartografia-por-manzana-2018/
- Instituto Nacional de Antropología e Historia, INHA (2010). Catálogo Nacional de Monumentos Históricos. Estado de México. Tomo III. 1183-1880.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado de/Retrieved from https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/
- Kassaras, I., Kalantoni, D., Pomonis, A., Kouskouna, V., Karababa, F. & Makropoulos, K. (2015). Development of seismic damage scenarios in Lefkada old town (W. Greece): part I-vulnerability assessment of local constructions with the use of EMS-98. *Bulletin of Earthquake Engineering*, (13), 799-825.
- Kates, R., Haas, E., Amaral, D., Olson, R., Ramos, R. & Olson, R. (1973). Impacto humano del terremoto de Managua. *Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana,* (3), 56-71. http://repositorio.uca.edu.ni/2164/
- Kramer, Steven (2014). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Printed in the United States of America: Prentice-Hall. International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics.
- Lantada, M. N. (2007). *Evaluación del riesgo sísmico mediante métodos avanzados y técnicas GIS. Aplicación a la Ciudad de Barcelona*. (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Cataluña.
- Lestuzzi, P., Podestà, S., Luchini, C., Garofano, A., Kazantzidou-Firtinidou, D., Bozzano, C., Bischof, P., Haffter, A., & Rouiller, J. D. (2016). Seismic vulnerability assessment at urban scale for two typical Swiss cities using Risk-UE methodology. *Natural Hazards*, (84), 249-269.
- Martínez, S. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la Ciudad de Lorca, Región de Murcia* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Milenio (2017). Foto publicada en el periódico Digital Milenio, en https://www.milenio.com/estados/el-temblor-en-edomex?image=2
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública de Chile (2012). *Informe final de fallecidos y* desaparecidos por comunas. Recuperado de/Retrieved from https://web.archive.org/web/20140429161238/http://www.interior.gob.cl/filesapp/listado_fallecidos_desaparecidos_27Feb.pdf
- Moehle, J., Riddell, R. & Boroschek, R. (2010). The Mw 8.8 Chile Earthquake of February 27, 2010. EERI Special Earthquake Report, 10 (June), 1-20. Recuperado de/Retrieved from https://www.eeri.org/site/images/eeri_newsletter/2010_pdf/Chile10_insert.pdf
- Morales, R. (2010). Terremoto y tsunami del 27 de febrero de 2010. Efectos urbanos en localidades de la provincia de Arauco. Urbano, 13, (22), 43-62. Recuperado de/Retrieved from http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/305
- Ordaz, A., Hernández, J. R. & Saeed, A. (2015). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para la Ciudad de San Cristóbal. Avances, 147 (2), 155-164. Recuperado de/Retrieved from http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/7
- Pérez, E. F. (2005). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural del Barrio San Antonio en la zona 6 de la Ciudad de Guatemala* (Tesis de Ingeniero). Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Ramírez, H., Vera, R., Rivera, J. L., Pérez, J. & Manjarrez, L. (2002). "Propuesta de reglamento de construcciones para el Municipio de Toluca". En el XIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C. Puebla, México. Recuperado de/Retrieved from http://www.smie.org.mx/SMIE_Articulos/co/co_12/te_08/ar_02.pdf
- Rosenblueth, E., García, V., Rojas, T., Núñez, F. J. & Orozco, J. (1992). *Macrosismos*. Ciudad de México: Impresores Cuadratín y Medio.
- Safina, S. (2003). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico* (Tesis doctorado). Universidad Politécnica de Cataluña.
- Sauter, F. (1989). *Fundamentos de Ingeniería Sísmica 1. Introducción a la Sismología*. San José: Tecnológica de Costa Rica.
- Secretaría de Desarrollo Urbano (2014). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca*. Recuperado de/Retrieved from https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2014/sep123.PDF
- UNISDR (2015). "*Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres*". Conferencia llevada a cabo del 14 a 18 de marzo de 2015, Sendai, Japón.
- Wald, D., Quitoriano, V., Heaton, T., & Kanamori, H., (1999). Relationships between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Modified Mercalli Intensity in California". *Earthquake Spectra*, 15 (3), 557-564.

Sobre los autores

Alexis Ordaz Hernández

Doctor en Ciencias Técnicas (2014), Master en Geología (2010) e Ingeniero Geólogo (2002); por la Universidad "Hermanos Saíz Montes de Oca" de Pinar del Río, Cuba. Actualmente se desempeña como Profesor-Investigador en la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México. Desarrolla la línea de investigación sobre Riesgos Socio-Naturales.

Jaime Amador Hernández Millán

Licenciado en Geografía por la Universidad Autónoma del Estado de México, UAEMex (2018); actualmente compagina sus estudios de Licenciatura en Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la UAEMex. Profesor de Nivel Básico Secundaria General, Gobierno del Estado de México (2019) y Administrativo por la empresa ALCER ALIMENTOS S.A. de CV (2017). Se desempeña en temas de riesgos físicos, ingeniería estructural y educación.

Juan Carlos Garatachia Ramírez

Licenciado en Geografía (2013) y Especialista en Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica por la Universidad Autónoma del Estado de México (2015) Maestro en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México (2017). Técnico Académico de la Facultad de Geografía en la Universidad Autónoma del Estado de México (2019). Sus principales líneas de investigación son el análisis de la dinámica superficial terrestre y el análisis de peligros naturales mediante geotecnologías.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.10278

Medidas estructurales *versus* cartografía de inundación en la valoración del riesgo en áreas urbanas: El caso del barranco de las Ovejas (Alicante, España)

Jorge Olcina Cantos[1] | Antonio Oliva Cañizares[2]

Recibido: 02/09/2019 | Aceptado: 09/12/2019

Resumen

La presente investigación demuestra que las medidas no estructurales son más eficaces que las actuaciones estructurales para paliar los efectos de las inundaciones. Se apuesta por la realización de una cartografía de riesgo como principal herramienta de prevención y de defensa de los riesgos naturales, y sobre todo, de las inundaciones, tal como señalan las normativas existentes en materia de ordenación del territorio, suelo y agua. La zona de estudio se localiza en Alicante -barrio de San Gabriel- en la desembocadura del barranco de las Ovejas que ha registrado numerosos episodios de inundación, siendo el más grave el de octubre de 1982. A raíz de esta inundación se canalizó el tramo final del barranco. Para comprobar la eficacia de la canalización se ha realizado una modelización con el mismo caudal registrado en dicho episodio (475 m^3/s). Los resultados demuestran que, a pesar de la canalización, el barranco de las Ovejas se desbordaría en diversos puntos a lo largo de su curso. Se presenta una nueva cartografía de riesgo de inundación y una serie de propuestas para reducir el riesgo de inundación y la adaptación al cambio climático, que deben ser atendidas por las administraciones (local, regional y estatal) implicadas.

Palabras clave: medidas estructurales; cartografía de riesgo; riesgo de inundación; barranco de las Ovejas; cambio climático

Abstract

Structural measures versus flood mapping in risk management in urban areas: The case of the Barranco de las Ovejas (Alicante, Spain)

This research shows that non-structural measures are more effective than structural actions to mitigate floods episodes. For this reason, risk mapping has been selected as main tool of prevention and protection of natural risks, especially floods, as is indicated by the existing regulations on spatial planning, urban soil uses and water management. The study area is located in Alicante - San Gabriel neighborhood - at the mouth of Ovejas ravine, which has registered numerous flood episodes, the most serious was occurred in October 1982. As a result of this flood, the final section of this ravine was channeled. To verify the efficiency of the channeling, a flood modeling has been carried out with the same flow rate recorded in said episode (475 m3/s). The results show that, despite channeling, the Ovejas ravine would overflow at various points along its course. A new flood risk mapping and a series of proposals to reduce flood risk and adaptation to climate

1. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Universidad de Alicante, España. jorge.olcina@ua.es
2. Doctorando en Planificación de los Espacios Regionales, Universidad de Alicante, España. antoniogeografia1@gmail.com

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

change, which must be addressed by the administrations (local, regional and state) involved, are presented.

Keywords: structural measures; risk mapping; flood risk; Ovejas ravine; climate change

1. Introducción

Los episodios de inundación generan, anualmente, un elevado impacto económico y social en todo el mundo (Guha-Sapiry Hoyois, 2015). España es uno de los territorios europeos con más alto nivel de riesgo de inundación tal como lo demuestra el informe sobre peligrosidad natural y tecnológica en Europa (ESPON, 2008). Nuestro país ocupa el quinto lugar de Europa por volumen de población expuesta a las inundaciones (2,3 millones de habitantes), siendo las áreas litorales, especialmente la zona mediterránea, las que concentran un nivel de riesgo mayor ante este peligro natural (Perles, Olcina y Mérida, 2018). Todo ello se debe a que el crecimiento de la población está íntimamente ligado al proceso de urbanización y muy especialmente al llamado "tsunami de urbanización" experimentado por las zonas mediterráneas entre aproximadamente 1995 y 2007 (Olcina et al. 2015). La rápida transformación de las antiguas tierras agrícolas en tierras urbanas ha incrementado la exposición a las inundaciones en un proceso que algunos denominan "litoralización del riesgo" (Olcina, 2009).

Tradicionalmente, en España se ha procedido a realizar algún tipo de actuación de defensa para las inundaciones después de la ocurrencia de un evento catastrófico. Este tipo de actuaciones son soluciones inmediatas solicitadas por la sociedad que se ha visto afectada por algún episodio de inundación y que generalmente son bien aceptadas por la población sobre todo a nivel local (Olcina et al., 2015). Este tipo de actuaciones de defensa suelen ser medidas de tipo estructural, es decir, la obra ingenieril basada en diques, presas de contención, encauzamientos, canalizaciones, o en casos extremos, el desvío del cauce del río, entre muchas otras. Algunos ejemplos de ellos son: el Plan Sur del río Turia en Valencia, tras el episodio de inundación de octubre de 1957; el Plan de defensa contra avenidas del río Segura, consecuencia de las numerosas inundaciones entre los años 1973 y 1987; o las numerosas canalizaciones realizadas en los tramos finales de los barrancos a lo largo de la costa mediterránea.

Sin embargo, en las últimas dos décadas ha comenzado a producirse un cambio de paradigma a la hora de defenderse de las inundaciones en la que se deja de apostar por las medidas estructurales, que han demostrado ser ineficientes y costosísimas, por otras basadas en la gestión de la inundación. Además, cuando se produce un fallo del funcionamiento de las obras de control las consecuencias de las inundaciones son más graves, traduciéndose en pérdidas económicas y sociales mayores.

Como señaló White (1945) las obras de control de inundaciones basadas en evaluaciones probabilísticas son capaces de absorber la mayoría de los eventos; sin embargo, aquellos que no pueden ser absorbidos usualmente causan desastres de gran magnitud, en gran medida porque el potencial de daño de las áreas detrás de estas obras tiende a expandirse después de la falsa sensación de seguridad creada por la infraestructura hidráulica.

En España, al respecto, cabe recordar los episodios de inundación del 20 de octubre de 1982, cuando la ola de inundación más destructiva se produjo tras el derrumbe de la presa de Tous y arrasó las zonas agrícolas y urbanas de las llanuras aluviales aguas abajo. Algunos de los efectos

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de este episodio también se vieron exacerbados por los obstáculos a los flujos de agua planteados por una gran autopista paralela a la costa, que causó unas 30 muertes, 300.000 damnificados y más de 2.500 millones de euros en pérdidas económicas, mientras que los grandes desastres mostraron los límites de una política de inundaciones basada estrictamente en soluciones hidráulicas (Mateu, 2000). Otro ejemplo es el episodio acaecido en agosto de 1996, en la zona de los Pirineos Centrales, en el camping de las Nieves (Biescas) cuando 87 personas fallecieron por la avenida más mortífera de la historia de esta región, debido a que el sistema de presas en el barranco de Arás falló por la acumulación de cantos y sedimentos arrastrados por la crecida relámpago. El ejemplo más reciente es el acontecido en septiembre de 2019 en la Vega Baja del Segura, en el que el nuevo cauce del río Segura construido tras la riada de noviembre de 1987, ha demostrado ser incapaz de asumir el propio caudal que genera su cuenca en episodios de lluvias torrenciales como las registradas en este evento, produciéndose múltiples roturas de las motas del muro de encauzamiento de dicho cauce, destacando, sobre todo, las dos roturas acaecidas en el puente de la CV-935 entre Algorfa y Almoradí. Todos estos episodios demuestran que en alguna situación las medidas estructurales realizadas con cálculos probabilísticos basados en los periodos de retorno, pueden verse superados y provocar consecuencias catastróficas mayores. Por lo tanto, son medidas ineficaces a la larga y que implican unas inversiones económicas muy elevadas para que después fallen. Todo esto hay que tenerlo en cuenta de cara a los escenarios futuros de cambio climático que más en adelante se tratarán.

En cambio, las medidas no estructurales se basan en normativas reguladoras, la zonificación de usos del suelo, la elaboración de cartografía de riesgos, la ordenación del territorio, los planes de emergencia, los protocolos de alerta, los sistemas de aseguramiento de bienes, entre otros. En suma, estamos ante el debate entre reducción de la peligrosidad ante inundaciones generalmente actuada mediante medidas estructurales que se demuestran no del todo eficaces (Serra-Llobet et al., 2016) y la disminución de la vulnerabilidad y de la exposición que encuentra en las medidas no estructurales su eje principal de actuación (Rosenzweig et al., 2018). A partir de la aprobación de la Directiva 60/2007/CE sobre la Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación, los estados miembros se han visto obligados a elaborar trabajos y cartografías sobre inundaciones, apostando por una nueva filosofía donde la ordenación del territorio se convierte en la herramienta principal para el desarrollo de políticas y actuaciones en los territorios fluviales europeos (Perles, Olcina y Mérida, 2018).

En España, dicha directiva se traspone en el RD 903/2010, del 9 de julio, de Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación lo que le otorga un carácter de obligado cumplimiento en todo el territorio español. Ello ha permitido el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografías de Zonas Inundables (SNCZI). En lo que concierne a la Comunidad Valenciana, en el año 2003 se aprueba el Plan de Acción Territorial del Riesgo de Inundación de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA, en adelante). Sin embargo, dicha cartografía dejaba que desear y estaba proyectada a una escala de 1:80.000. En el año 2015 se revisa dicho plan y se elabora una cartografía más precisa y más detallada a una escala 1:25.000. El RDL 2/2008 de 20 de junio del texto refundido de la Ley del Suelo señala en su artículo 15 que cada actuación de los instrumentos de ordenación deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación, de esta forma se consolida la importancia legal de la cartografía de riesgo como elemento fundamental para la planificación de usos del suelo, y su condición de elemento acreditador del riesgo natural (Perles, Olcina y Mérida, 2018). En el RDL 7/2015 del 30 de octubre se aprueba la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana en el que el artículo 22 señala que se debe incluir obligatoriamente un mapa de riesgos naturales. Por último, la reciente Ley 1/2019 de 5 de febrero de modificación de la Ley de Orde-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

nación, Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP) señala la importancia de tener en cuenta los riesgos de inundación de cara a la ordenación del territorio. Todas estas normativas plantean la importancia de desarrollar cartografía de riesgos como medida preventiva, y en el caso de las inundaciones, para evitar actuaciones en espacios inundables.

No obstante en la escala local no se ha tenido en cuenta una adecuada ordenación territorial de cara a los espacios inundables. Aludían a la falta de documentos oficiales que acreditaran el riesgo, documentos que tendrían que haber desarrollado las Confederaciones Hidrográficas (Demarcaciones a partir de la Directiva 60/2000), Comunidades Autónomas o Planes de emergencia adaptados a la Directriz Básica de Inundaciones de 1995, haciendo inviable el cumplimiento del precepto legal (Perles, Olcina y Mérida, 2018), unido al "boom inmobiliario" (1998-2008). Por tanto, a escala local se ha especulado con el suelo aumentando la exposición, basándose en una falsa sensación de seguridad que se apoya en la regulación de los caudales por embalses, obras hidráulicas como canalizaciones y encauzamientos, y los periodos de retorno de las inundaciones en muchos cursos fluviales (Doménech, Ollero y Sánchez, 2015).

La cartografía de riesgos se convierte, progresivamente, en una herramienta esencial en los estudios de riesgo natural, y ha experimentado un avance muy notable en los últimos años en relación con la aplicación de las modernas tecnologías cartográficas. La posibilidad de relacionar, de forma inmediata, usos del suelo con la peligrosidad natural, a fin de establecer grados de exposición y vulnerabilidad ante un episodio de rango extraordinario, ha impulsado la elaboración de cartografías de riesgos; con la ventaja de su posible actualización continua (Olcina, 2009) y a cualquier escala. No cabe duda que la cartografía de riesgos y su incorporación a la planificación territorial es la gran apuesta de futuro en España para los próximos años (Olcina, 2012).

Esta investigación plantea la hipótesis de que a pesar de las medidas de defensa de tipo estructural realizadas en el barranco de las Ovejas tras la riada de octubre de 1982, el riesgo de inundación es en la actualidad mayor a lo largo de su cauce, y especialmente, en el tramo final que es el que ocupa el barrio de San Gabriel. Cabe destacar que no existen estudios específicos de riesgo de inundación del barranco de las Ovejas, salvo las cartografías oficiales del SNCZI y el PATRICOVA, que señalan a los barrios de Granada y de San Gabriel con un riesgo de inundación, "Alto" y "Medio-Bajo", respectivamente. Es por ello que se pretende demostrar el nivel real de riesgo existente en un área urbana, y el mantenimiento de un problema supuestamente "solucionado" con un encauzamiento de elevado coste económico.

Se pretende señalar la importancia de la cartografía de riesgos como una de las principales herramientas de prevención de las zonas inundables, siendo más eficaz que las obras hidráulicas de control. Esto se debe a que a partir de los mapas de riesgos se puede realizar una ordenación territorial racional y adecuada como punto de partida para la zonificación y usos del suelo, a cualquier escala. Para ello, el objeto de estudio es el barranco de las Ovejas, uno de los cursos fluviales más destacados del área urbana de Alicante, canalizado en su tramo final tras la riada ocurrida en octubre de 1982. La hipótesis y el objetivo de la investigación se sustentan en el hecho de que a pesar de la construcción de una sólida obra de defensa (canalización) sigue existiendo un acusado riesgo de inundación en el barrio de San Gabriel (Alicante) debido a la existencia de nuevas actuaciones estructurales realizadas y otras que no se han llevado a cabo y que tenían por objeto la minimización del grado de riesgo en este sector urbano de Alicante.

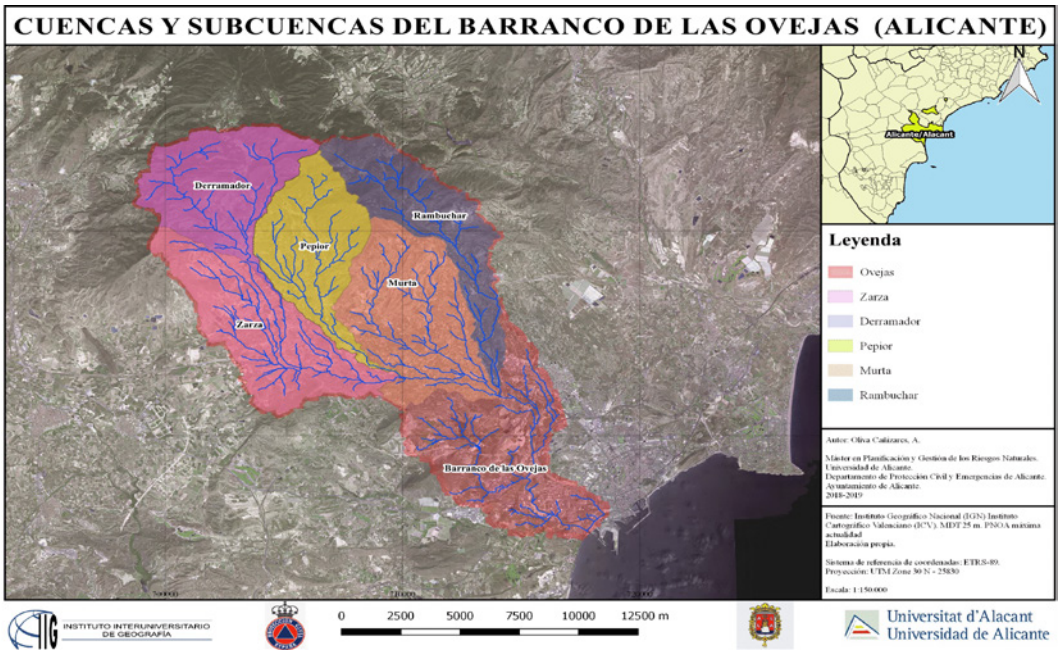
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

1.1. Área de estudio

La zona de estudio de esta investigación es el barranco de las Ovejas, que se localiza al sur de la ciudad de Alicante, y que en su desembocadura, divide en dos el sector urbano de San Gabriel. Dicho barranco es un curso fluvial que experimenta crecidas, en ocasiones, de tipo "relámpago", capaces de generar caudales importantes y desbordamientos que causan daños económicos y pérdidas de vidas humanas. La baja periodicidad de estos eventos hace que no se tenga en cuenta al barranco, y se realicen actuaciones poco adecuadas en el espacio de inundación del mismo, incrementando la exposición ante futuros episodios de crecidas y, por consiguiente, el riesgo de la población (Doménech et al., 2015).

El barranco de las Ovejas resulta muy interesante desde el punto de vista de la peligrosidad dado que su cuenca se salva un gran desnivel altitudinal entre los 1.296 m, en la cabecera del Maigmó, y la desembocadura en el mar Mediterráneo, entre los barrios alicantinos de San Gabriel y Babel (Gil-Olcina, 1986). Recoge las aguas, en momento de lluvias intensas o torrenciales, de una serie de barrancos y ramblas tributarias siendo las más importantes la de los barrancos del Derramador, Zarza, Pepior, Murta y Rambuchar, confluyendo en la Cañada del Fenollar donde comienza el cauce del barranco de las Ovejas *sensu stricto*. A partir de la Cañada del Fenollar se dirige hacia el sur de la ciudad de Alicante donde vierte sus aguas al Mar Mediterráneo. Su desembocadura se localiza al sur de la ciudad de Alicante y divide en dos el barrio de San Gabriel. En el margen derecho del cauce se encuentra la parte más antigua del barrio, propenso a sufrir inundaciones, y en el margen izquierdo, la zona de nuevas edificaciones del mismo (Figura 1).

Figura 1. Cuenca y subcuencas del barranco de las Ovejas.



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Elaboración propia.

El barrio de San Gabriel ha sufrido en numerosas ocasiones la sacudida de las inundaciones por el desbordamiento del barranco de las Ovejas (1962, 1966, 1982, 1986, 1987 y 1989) (Figura 2). Además, hay que añadir el episodio ocurrido en septiembre de 1997 que anegó la Universidad de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Alicante, debido al desbordamiento ocurrido en las proximidades de la Cañada del Fenollar, en el tramo alto del barranco (Oliva, 2019).

Figura 2. Barranco de las Ovejas a la altura del barrio de San Gabriel (1956 y 2018)

Fuente: ICV. Vuelo Americano Serie B (1956) y vuelo del Instituto Cartográfico Valenciano-Comunidad Valenciana 2018.

De todos estos episodios el más recordado por la población afectada y estudiado por la literatura científica es el del 20 de octubre de 1982 (Morales, Box y Bru, 1983; Gil-Olcina, 1983; Morales, Bru y Box, 1983; Gil-Olcina et al., 1986; Morales y Box, 1986; Morales y Box, 1993; Olcina, 1994; Gil-Olcina, Olcina y Rico Amorós 2004). En este episodio debido a la formación de una gota fría se forma un complejo convectivo de mesoescala generando una lluvia torrencial en la ciudad de Alicante. El dato pluviométrico de la estación de Ciudad Jardín es de 233,1 l/m^2. El barranco de las Ovejas experimentó la mayor crecida registrada con un caudal de 475 m^3/s y un calado de 5 m.

Las consecuencias fueron devastadoras para el barrio de San Gabriel que quedó completamente inundado y aislado durante dos días. Unas 56 viviendas quedaron afectadas, destruyó los puentes de la carretera N-332 y la vía férrea Alicante-Murcia; y una mujer perdió la vida al ser arrastrada por la avenida. Los daños fueron tan cuantiosos que se declaró zona catastrófica. El evento de lluvias torrenciales compartió protagonismo con la pantanada de Tous en la cuenca del Júcar, quedando rápidamente olvidado dada la magnitud de la catástrofe en la Ribera Baja.

A partir de esta riada y de las anteriormente citadas, los vecinos de San Gabriel exigen la canalización del barranco de las Ovejas en el barrio de San Gabriel, propuesta que se contempla en el PGMOU de la ciudad de Alicante (1987) y que se aprueba por la Generalitat Valenciana en el año (1992). Previamente, la técnica tradicional de defensa de avenidas y aprovechamiento de agua se basaba en los *parats* que son unos muros de piedra instalados en el propio cauce cumpliendo una doble finalidad: frenar la erosión y depositar los materiales arrastrados. De esta forma se favorecía la percolación de las aguas de lluvia que recibían estos bancales, creando una corriente subálvea en la base del *parat* (Morales y Box, 1986). Tras el episodio de 1982, se construye en el margen izquierdo del barranco un muro de contención que permitiera mantener los márgenes y desviar las aguas de avenida hacia su desembocadura con mayor velocidad (Oliva, 2019). Este hecho provocaba que la avenida fuera más virulenta de lo habitual hacia el barrio de San Gabriel (Gil-Olcina et al., 1986). De facto, en frente del muro de contención existe una calle en el barrio de San Gabriel llamada "Calle Muro" dando alusión al muro de contención.

El proyecto de canalización del barranco de las Ovejas se aprueba en 1992 y lo lleva a cabo la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte (COPUT) con participación de varias empresas. La obra consistía en el encauzamiento de los últimos 800 m del cauce con cajeros de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

hormigón armado, chapado con piedra calcárea y solera de escollera. Por la parte central pasa un canalón para aguas en régimen normal. La obra permite un caudal de 730 m^3/s correspondientes a un periodo de retorno. Además, se intercalan dos saltos hidráulicos, uno al principio y otro al final de la canalización, cuyo objetivo es regular las pendientes y conseguir un régimen lento para evitar los frentes de ola estacionarios. En la parte marítima se encuentra dos espigones que se prolongan hasta la cota batimétrica de -4 m, y tienen como misión principal canalizar las avenidas y evitar la formación de barras. Sin embargo, al quedar una de las viviendas dentro de la ordenación tuvo que modificarse el proyecto inicial. De esta forma los valores calculados no se cumplían y para darle solución y aproximarse al valor estimado, se decide dragar o profundizar el barranco 4 m. Hecho incoherente que ha provocado la penetración del agua del mar por la canalización del barranco de las Ovejas. Las obras finalizan el 15 de agosto de 2015 (Figura 3). Este hecho puede traducirse en un factor más de peligrosidad en un aumento de nivel del mar y una avenida, pudiendo taponarse y agravar las consecuencias de las inundaciones. Actualmente se están acumulando sedimentos en la canalización. El precio de la obra fue de 3.466.738,88 €.

Figura 3. Canalización del barranco de las Ovejas

Fuente: Biblioteca Especializada de la Generalitat Valenciana e ICOSA.
Proyecto de canalización del barranco de las Ovejas modificado. Elaboración propia.

2. Metodología

Para la realización de la investigación se ha llevado a cabo la consulta bibliográfica científica sobre el estado de la cuestión de la gestión del riesgo de inundación en el ámbito internacional y nacional (Ribas et al., 2017). Para el análisis de caso se ha consultado la hemeroteca del *Diario Información* de Alicante para conocer los episodios de inundación histórica.

Se han manejado datos de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Además, se ha consultado la fototeca del Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) para la obtención del vuelo Americano Serie B (1956) y el vuelo del Instituto Cartográfico Valenciano-Comunidad Valenciana 2018, ambos a una escala 1:7.500.

Para confirmar la hipótesis de partida se pretende conocer la peligrosidad de inundación del barranco de las Ovejas a lo largo de su cauce. Para ello se ha realizado la modelización con el programa IBER tomando como ejemplo los valores registrados de caudal en el episodio del 20 de octubre de 1982, que mayores consecuencias negativas produjo al barrio de San Gabriel. De esta forma se comprueba si la obra de canalización es efectiva y los efectos posibles de inundación en un episodio de características similares

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Se ha manejado el programa IBER donde se ha podido introducir dicho caudal y añadir los valores de rugosidad según Manning, correspondientes a cada tipo de uso del suelo, que se encuentran en las zonas de estudio. El modelo digital de terreno (MDT) utilizado para la modelización ha sido extraído del Instituto Geográfico Nacional (IGN) con una malla de 5 metros. Los resultados de la modelización que se van a analizar son los relacionados con el caudal, la velocidad y el tiempo de permanencia de las zonas. Siempre en ese orden desde la cabecera hasta la desembocadura. Cabe señalar, que las modelizaciones están realizadas sin introducir sedimentos, ni la presencia de puentes, ni de cañas, ni de la lámina de agua de mar. Pero ello no resta valor a los datos obtenidos al dar una imagen muy aproximada de los efectos que tendría una crecida como la ocurrida en octubre de 1982 en la zona de estudio que, en todo caso, quedarían agravados por la existencia de dichos parámetros.

Para la elaboración de los mapas de riesgos se han realizado unos 10 mapas temáticos por cada zona en el programa Qgis: pendientes, a través del método de Travis et al. 1975, que permite tener un mayor porcentaje de seguridad en el resultado cartográfico final; litología, teniendo en cuenta el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la antigua Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte (COPUT) ya que su escala es más detallada: 1:25.000; las zonas inundables que marcan el SNCZI, el PATRICOVA en sus máximos periodos de retorno, y los resultados de la modelización; calado (IBER), velocidad (IBER), tiempo de permanencia (IBER), susceptibilidad (aspectos aparte añadidos relacionados con la presencia de cañas, lámina de agua del mar, entre otras); e inundaciones históricas (el barrio de San Gabriel). La suma de todos los mapas temáticos realizados ha dado el mapa de peligrosidad. También se ha desarrollado un mapa de vulnerabilidad teniendo en cuenta la exposición y otorgándole un mayor peso a las vidas humanas y, posteriormente, a las pérdidas económicas. La suma del mapa de peligrosidad y el de vulnerabilidad han dado como resultado los mapas de riesgo de inundación del barranco de los tramos estudiados que integran prácticamente la totalidad del cauce.

Se ha estimado necesario otorgar un valor de riesgo a cada elemento de los mapas temáticos del 1 al 5 siendo éste último el máximo valor para aquellos aspectos o factores que pueden agravar una inundación. Por ejemplo: las zonas con mucha pendiente tienen un valor elevado (4) puesto que agravan la fuerza de avenida y de la inundación. Además, aquellas zonas con pendiente nula o poca pendiente poseen el valor más elevado (5), puesto que si no hay pendiente el agua no circula y el espacio se anega. Esto se ha realizado para los todos los mapas temáticos que componen la peligrosidad, la vulnerabilidad y el mapa final de riesgo. Los valores totales obtenidos han sido clasificados en cuartiles, y para la presentación final de resultados se han transformado los valores numéricos en expresiones cualitativas de grado de riesgo, que es lo que se maneja por lo común en las cartografías utilizadas por las administraciones en los procesos de planificación territorial.

Finalmente, se ha realizado un trabajo de campo detallado a lo largo de todo el recorrido del barranco para confirmar parámetros cartográficos iniciales, así como los resultados obtenidos en la modelización. El trabajo de campo ha permitido comprobar el estado actual del cauce e identificar elementos que pueden incrementar el riesgo, y sobre todo, a través del método empírico, se ha podido observar qué cantidad de precipitación es necesaria para que circule agua por el cauce. Para ello, se ha realizado una observación de las lluvias intensas de los años 2018 y 2019.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

3. Resultados

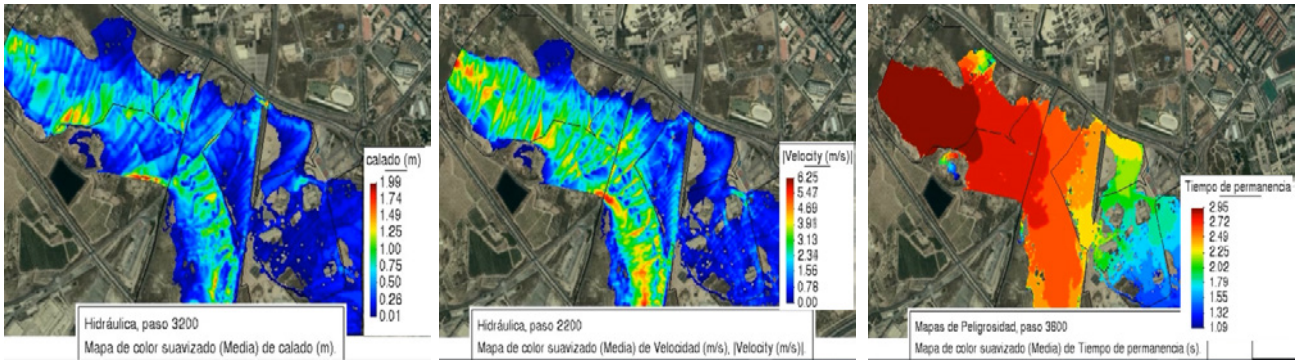
Con las observaciones experimentadas en el trabajo de campo realizado tras los episodios de lluvia de enero, octubre, noviembre de 2018, y abril, agosto y septiembre de 2019, se ha comprobado que el barranco de las Ovejas se reactiva con precipitaciones entre 10-25 l/m^2 recogidos en 30 minutos (Oliva, 2019). Este dato es relevante porque a partir de este umbral cuanta más precipitación e intensidad la crecida de caudal resulta ya significativa. Es por ello que el análisis histórico de episodios de inundación ha resultado fundamental para conocer qué valores de precipitación generan crecidas espontáneas llegando a inundar el barrio de San Gabriel.

3.1. Análisis-diagnóstico: peligrosidad actual ante inundaciones en el barranco de las Ovejas.

Para valorar la peligrosidad se han escogido tres sectores del barranco de las Ovejas correspondientes al tramo alto, medio y bajo del cauce: cañada del Fenollar y ampliación de la Universidad de Alicante, depuradora de Rincón de León y barrio de San Gabriel, respectivamente.

Los resultados obtenidos en el tramo alto del cauce muestran que los valores de calado obtenidos por la modelización se encuentran entre 0 y 2 m de altura. La velocidad oscila entre 0 y 6,25m/s y, el tiempo de permanencia entre los valores de 1 a 3 segundos. Las zonas de mayor peligrosidad corresponden a aquellas en las que el calado es más elevado (0,50-1,50 m) -colores cálidos-, que coinciden con los espacios de mayor pendiente, lo que le otorga una mayor velocidad y fuerza de las aguas (3-6 m/s). No hay que olvidar, que la cañada es un espacio plano con poca pendiente, donde el agua se estanca y se acumula -colores fríos-, incrementando su calado. En relación al tiempo de permanencia, los valores más elevados se dan en la zona de la cañada dado que es un espacio plano y con poca pendiente (1-3s).

Figura 4. Modelización de calado, velocidad y tiempo de permanencia en la Cañada del Fenollar y Universidad de Alicante.



Fuente: Elaboración propia a partir del tratamiento con módulos de cartografía de IBER 2.5

La modelización realizada en el tramo alto, muestra varios puntos conflictivos:

- El *barrio de Granada* que se vería afectado por la inundación ante un calado de 0 a 1,50 m, lo que implica una cantidad de agua bastante considerable capaz de generar daños a personas y materiales (Figura 4, sector izquierda de la imagen). La velocidad de las aguas oscilarían entre 0-1 m/s, lo que implica que el agua quedaría bastante estancada porque no tiene una gran velocidad que permita buscar la salida. El tiempo de permanencia de las aguas sería de 2,50 a 3 s. Si se suman los tres factores, un calado elevado, con una velocidad escasa y un tiempo de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

permanencia elevado del agua, se traduce en que, en caso de que se produzca una inundación en este espacio, el calado iría incrementando poco a poco afectando a todo el barrio y tardaría bastante tiempo en volver a su estado "normal". Con el trabajo de campo se ha comprobado que las calles del barrio de Granada son muy estrechas, que las ventanas poseen poca altura respecto al suelo, que algunas puertas de viviendas y garajes se encuentran por debajo de la acera, y que los vecinos no perciben ningún tipo de peligro por inundación según las entrevistas realizadas a cinco de ellos en abril de 2019. Teniendo en cuenta estos elementos, si se le suman los datos obtenidos en la modelización, el resultado que se obtiene es que el barrio de Granada y la cañada del Fenollar presentan un riesgo de inundación elevado.

- *Viviendas aisladas en el propio lecho entre la cañada del Fenollar y la ampliación de la Universidad de Alicante* (Figura 4, sector central de la imagen). En la cabecera del barranco, entre la cañada del Fenollar y la ampliación de la Universidad de Alicante, se encuentran viviendas aisladas en un espacio inundable cuyo calado puede ser de 0-1 m, velocidades entre 0-5 m/s y un tiempo de permanencia entre 2 y 6 s.
- *Ampliación de la Universidad de Alicante:* En este espacio, destacan los colores fríos. El valor de calado oscila entre los 0-1 m, la velocidad entre 0-2,50 m/s y el tiempo de permanencia entre 1-2,50 s (Figura 4, sector derecha de la imagen). La suma de estos valores implica que, a pesar de que el calado sea más bajo que en el resto de las zonas anteriormente analizadas, existe una peligrosidad muy elevada teniendo en cuenta los parámetros que señala el RD 9/2008 de modificación del RDPH y el PATRICOVA[3]. Cabe destacar que es un espacio donde se presenta una escasa velocidad de las aguas y un tiempo de permanencia medianamente medio-bajo lo que implica que es una zona de acumulación de agua y, por tanto, de riesgo alto. Con el trabajo de campo realizado en este sector se ha observado la presencia de placas solares, paneles de electricidad, y sistemas de electricidad y telefónico, instalados a ras de suelo. En caso de verse afectados por una inundación los daños materiales/económicos serán importantes.

En lo que concierne al tramo medio del barranco de las Ovejas, las modelizaciones muestran los siguientes resultados (Figura 5): el calado que se alcanza en este sector oscila entre 0 y 5 m de altura; la velocidad en este sector presenta un intervalo desde los 0 a los 26 m/s; y el tiempo de permanencia, parte de los valores de 1 a 2 s lo que indica un tiempo bastante reducido.

El sector de mayor calado se da a partir de la depuradora de Rincón de León hacia aguas abajo dirección Vía Parque donde alcanza el valor máximo (5 m) como ocurrió en octubre de 1982; las mayores velocidades se encuentran aguas arriba de la depuradora (10-23 m/s), y el tiempo de permanencia es constante en todo el tramo (Figura 5).

Cabe destacar que la modelización muestra que la depuradora no se vería afectada de manera total por una inundación pero sí en pequeños sectores colindantes al barranco y la zona más baja de ella, como ocurrió en el episodio de octubre de 1982.Además, en este espacio se encuentran los depósitos materiales inertes -materiales blandos- que en momentos de lluvia se deslizan fácilmente hacia el barranco aportando materiales y sedimentos que, por principio de Arquímedes, el agua experimenta un incremento de altura y volumen.

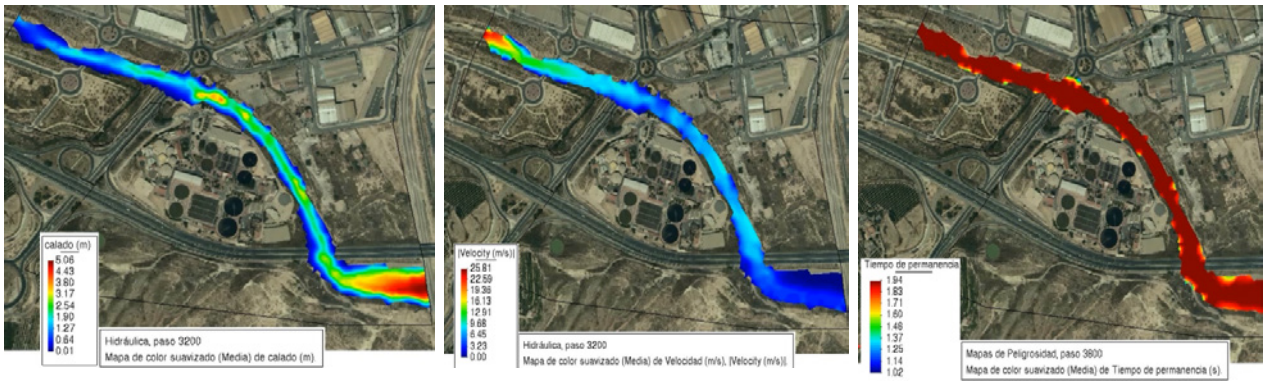
3. El Reglamento del Dominio Público Hidráulico (9/2008) señala que se considera daños graves a persona s o bienes cuando se dé uno o varios de los siguientes puntos: calado >1m; velocidad > 1m/s; calado x velocidad > 0.5 m^2/s.

El PATRICOVA recomienda considerar daños graves en función del calado y periodo de retorno. Los valores son: calado > 0,80 para peligrosidad 1,2 y 5, para 25, 100 y 500 años, respectivamente; o calado < 0,80 para peligrosidad 3 y 4, para 25 y 100 años, respectivamente.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

A este hecho se le suma la presencia de un puente de tres ojos, que reduce el espacio libre de la avenida, y además, es una zona donde se produce un estrechamiento. Todos estos factores vienen a determinar el por qué en ese sector se alcanzan 5 m de calado. La velocidad en sector del tramo oscila entre los valores de 0 a 5 m/s, lo que se traduce en un espacio donde se produce un flujo lento y se acumula el agua. Por lo tanto, dicho calado descenderá hacia su desembocadura con una altura considerable que se traduce en un riesgo potencial para la población del barrio de San Gabriel.

Figura 5. Modelización de calado, velocidad y tiempo de permanencia en la depuradora de Rincón de León

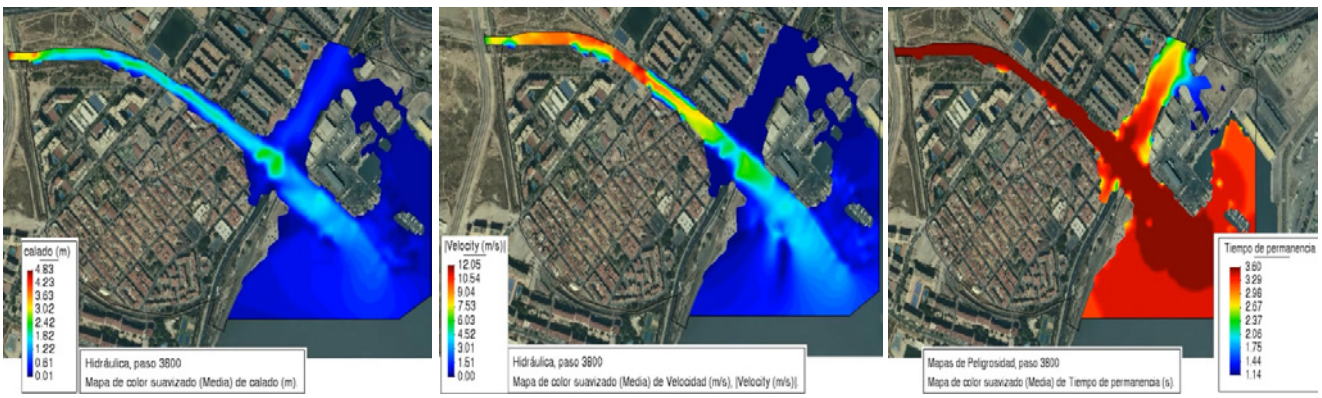


Fuente: Elaboración propia a partir del tratamiento con módulos de cartografía de IBER 2.5.

Por último, en el tramo bajo del barranco de las Ovejas los resultados obtenidos de las modelizaciones muestran que las zonas de mayor calado, velocidad y tiempo de permanencia se dan en el mismo cauce y su valores de los intervalos oscilan entre 0-5 m, 0-12 m/s y 0 a 4 s, respectivamente (Figura 6).

Sin embargo, los resultados más importantes a destacar son las zonas que se inundan con el caudal introducido. Se puede observar que las viviendas que se encuentran en el lecho de inundación del propio barranco se verían anegadas, sobre todo aquellas que pertenecen a la parte antigua del barrio junto con las calles colindantes al cauce, la N-332 y el paseo de Joan Fuster incluso algún sector del puerto podría verse afectado.

Figura 6. Modelización de calado, velocidad y tiempo de permanencia en el barrio de San Gabriel



Fuente: Elaboración propia a partir del tratamiento con módulos de cartografía de IBER 2.5

Los daños pueden ser cuantiosos por diversos motivos:

- El calado puede oscilar de 0 a 2 m en las zonas anegadas.
- No presenta velocidad (0-1 m/s).Este hecho implica que el agua se queda estancada incrementando los daños que pueda ocasionar sumado con el calado y el tiempo de de permanencia de la inundación.
- El tiempo de permanencia es elevado, al menos una gota de agua se mantiene en la misma zona durante 4 segundos. El tiempo de duración en las zonas anegadas va desde 1 a 4 segundos. Por consiguiente, se puede afirmar que existe una peligrosidad y un riesgo de inundación evidente en el barrio de San Gabriel.

Las zonas afectadas vienen a ser las mismas que en el episodio de inundación sufrido en el barrio de San Gabriel el 20 de octubre de 1982.

Cabe destacar que las modelizaciones sólo cuentan con agua, es decir, no cuenta con la presencia de sedimentos que suelen arrastrar las avenidas, y aún así, destaca que el barranco de las Ovejas se desborda en el sector donde se encuentra canalizado. Si se le sumara este factor, seguramente las zonas de inundación serían más amplias que las que se muestran en el resultado de las modelizaciones.

3.2. Determinación del riesgo de inundación en el barranco de las Ovejas.

En el siguiente apartado se pretende determinar el riesgo de inundación en los tres tramos analizados en las modelizaciones. En la metodología se encuentra explicado el proceso de elaboración de una serie de mapas temáticos que forman el mapa de peligrosidad donde se adscribirían las modelizaciones. Sumando los valores de peligrosidad y vulnerabilidad se han obtenido los siguientes mapas de riesgo de inundación a una escala de detalle 1:5.000.

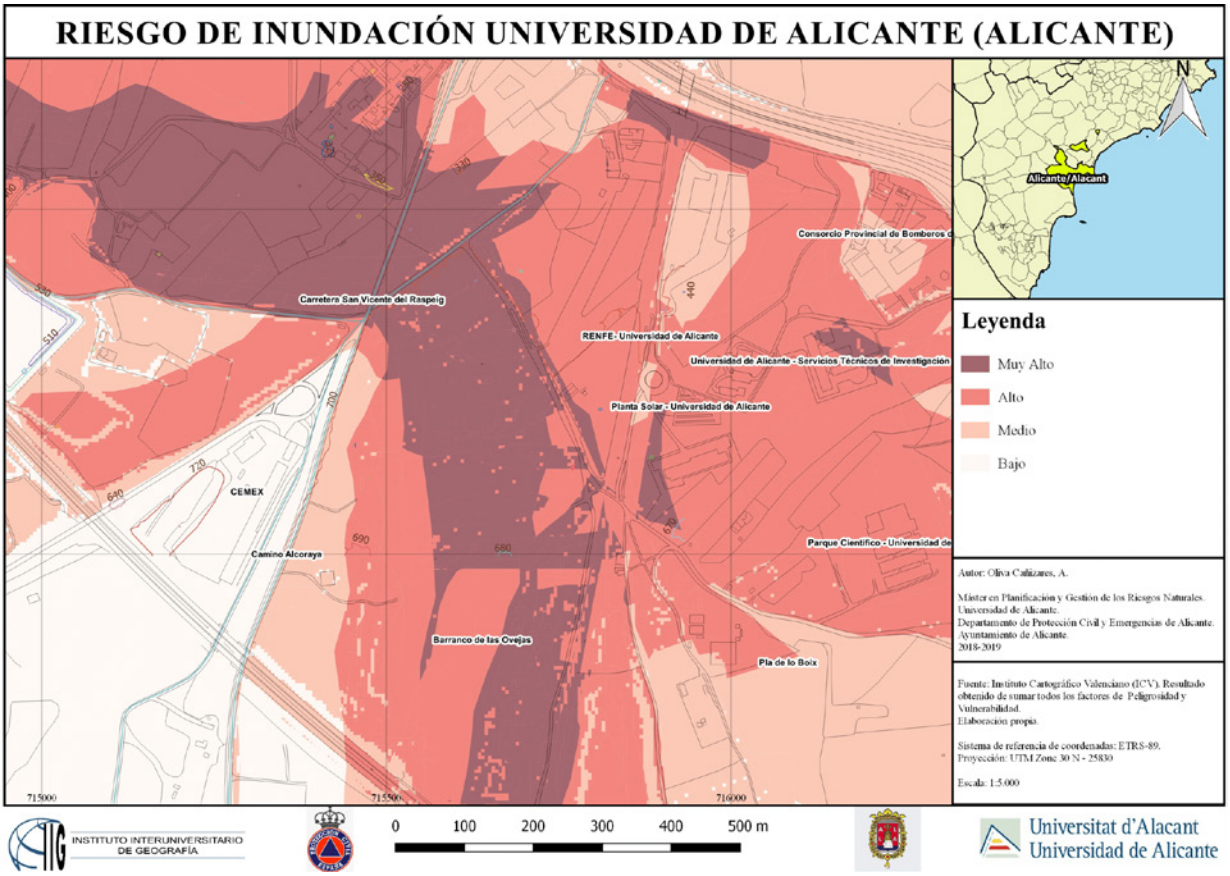
Como se puede observar en la Figura 7, el resultado obtenido en la cartografía muestra que esta área presenta un riesgo de inundación "Alto" en toda la cañada. De hecho, en el sector central de ella presenta valores que se introducen en la categoría de riesgo "Muy Alto" donde se encuentran parte del barrio de Granada y las viviendas aisladas. Incluso el barrio de Granada también presenta, en su sector más alejado, un riesgo "Alto". Por consiguiente, todo este espacio es susceptible de verse afectado en algún momento por una inundación.

Incluso hay un paso bajo que cruza la vía férrea de RENFE y conecta la cañada con la ampliación de la universidad que presenta un riesgo de inundación "Muy Alto". A su vez, todo el sector donde está previsto realizar un parque empresarial de la Universidad de Alicante y su ampliación se encuentra en el sector final de la cañada. De hecho en este sector y en la cañada del Fenollar se encuentran cantos rodados y los muretes de piedra seca, hoy en día patrimonio de la humanidad por la UNESCO, denominados *parats* que ratifican la circulación de aguas en momentos de avenida en este sector. Por consiguiente, tal como aparece reflejado en la figura 7, este espacio presenta un riesgo de inundación "Alto" y "Muy Alto".

En el trabajo de campo se ha comprobado la existencia de los *parats* y de algún resto de antiguas acequias entre medias de las instalaciones. De hecho, en todo este espacio se encuentran instaladas placas solares, el suministro telefónico y eléctrico a ras de suelo. Por tanto, en caso de inundación las pérdidas económicas serán elevadas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Figura 7. Mapa de riesgo de inundación Cañada y ampliación UA.



Elaboración propia

Conviene recordar que en el documento normativo del PATRICOVA (Generalitat Valenciana, 2015) en su artículo 18 apartado 2, señala lo siguiente:

> *"[…] en aquellas zonas que se encuentren con una peligrosidad del 2 al 5 o geomorfológica se prohíben una serie de usos. Cabe destacar que prohíbe: equipamientos estratégicos, como centros de emergencia, parques de bomberos, cuarteles, centros escolares y sanitarios, y pabellones deportivos cubiertos. Además, señala las infraestructuras puntuales estratégicas, como plantas potabilizadoras y centros de producción, transformación y almacenamiento de energía, quedan prohibidas, salvo que por requerimientos de funcionamiento, queden avaladas por la administración competente, para su autorización, garantizándose la adopción de medidas que disminuyan o eliminen el riesgo por inundación".*

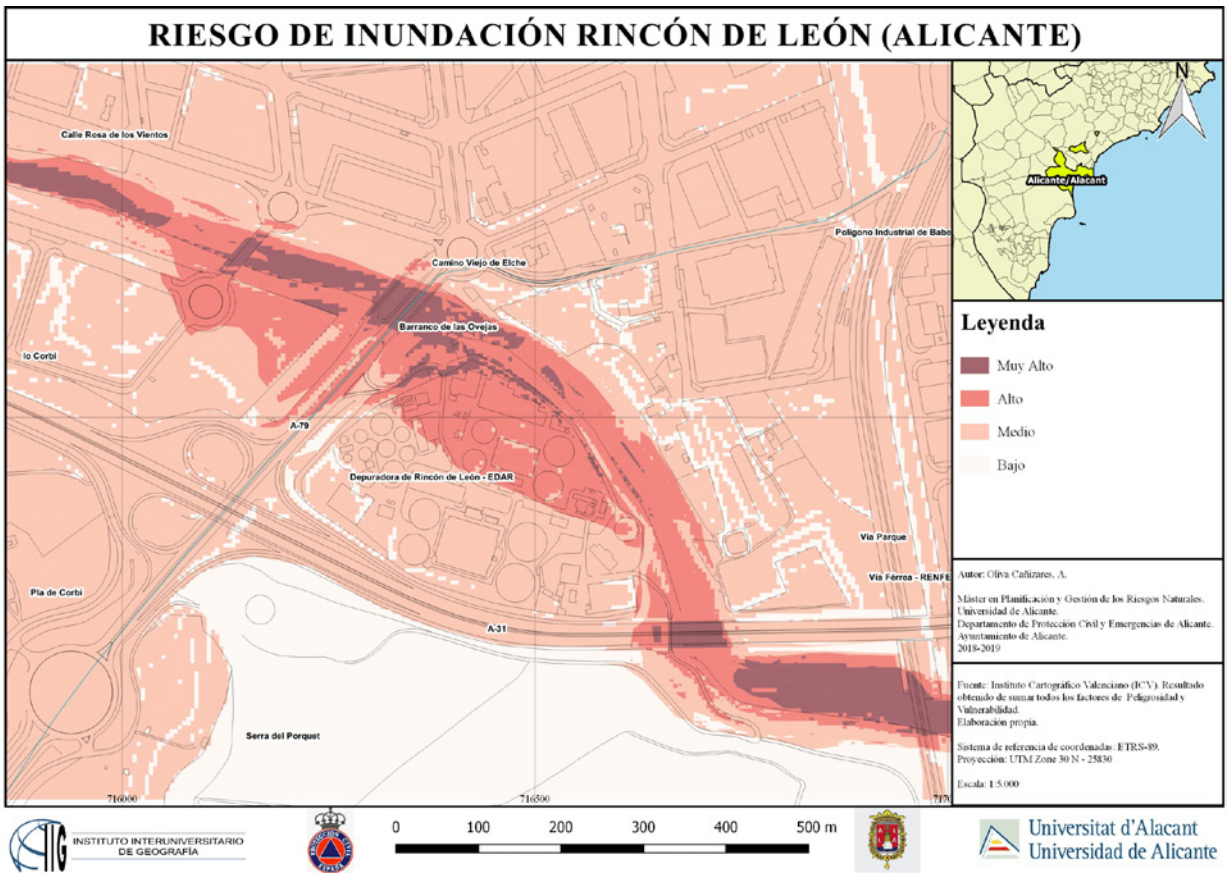
Sin embargo, no se está cumpliendo con el PATRICOVA en este sector. De hecho, se va a seguir construyendo al ser suelo urbanizable, lo que plantea dos problemas principales: la ocupación de un suelo inundable –mayor vulnerabilidad, mayor riesgo–, y la desaparición de un patrimonio de la humanidad característico de las zonas mediterráneas: los *parats*.

Los resultados obtenidos en el tramo medio (Figura 8) muestran que existen tres sectores concretos a tener en cuenta para el riesgo de inundación. El primero corresponde a las parcelas sin construir en el margen derecho del barranco de las Ovejas antes de llegar a la depuradora. Este espacio presenta un riesgo de inundación "Alto". El segundo está relacionado con parte de la depuradora, en su sector más bajo, que presenta un riesgo de inundación "Alto". Incluso podría

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

verse afectado en mayor medida. El tercer sector se localiza en la zona de la Vía Parque, antes del puente que dirige sus aguas abajo hacia el barrio de San Gabriel. En este sector se encontraban los materiales de inertes, un calado elevado, una velocidad baja…factores que incrementan el riesgo de inundación categorizándolo en un riesgo "Muy Alto".

Figura 8. Mapa de riesgo de inundación depuradora de Rincón de León.

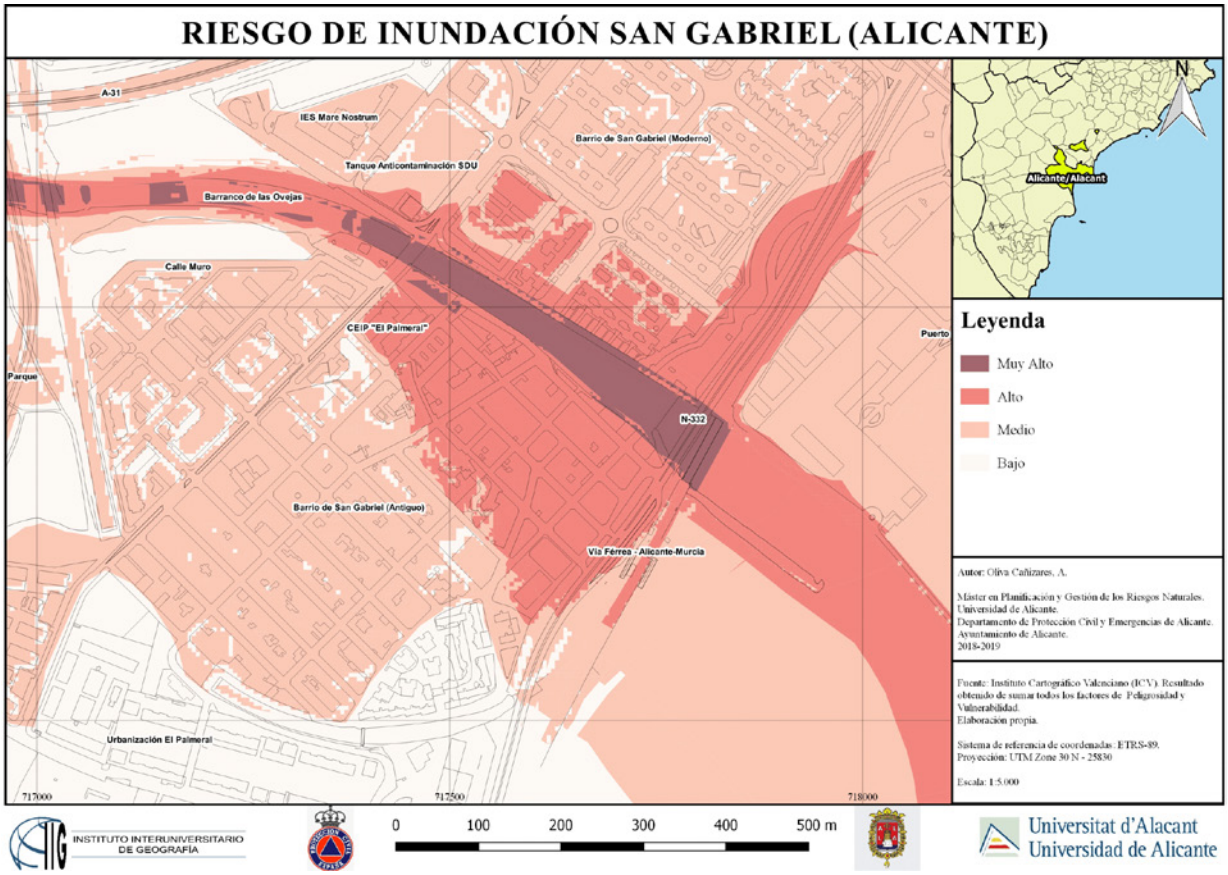


Elaboración propia

El tramo final del barranco de las Ovejas se encuentra donde se localiza el barrio de San Gabriel y la canalización (Figura 9). Dentro del cauce, a partir del primer salto hidráulico, el riesgo de inundación es "Muy Alto". Este hecho se debe a la presencia de la lámina de agua de mar que penetra por la canalización en todo este tramo. A continuación, se observa que las calles colindantes al barranco presentan un riesgo de inundación "Alto", unido al sector urbano del barrio antiguo (margen derecha), al paseo de Joan Fuster (margen izquierda) y la propia carretera N-332 que se encuentra sus pilares asentados en la desembocadura del cauce.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 9. Mapa de riesgo de inundación en el barrio de San Gabriel.



Elaboración propia

El espacio comprendido entre la lámina de agua de mar y el tablero del puente dista dos metros, que en momentos de temporales de levante es menor. En cambio, la distancia de las pilastras del puente es bastante considerable y es menos posible que se produjera un efecto tapón pero no cabe duda que la presencia de lámina de agua de mar que penetra por la canalización es un factor de peligrosidad a tener en cuenta (Figura 10). Se podría señalar como un punto "negro" importantísimo que genera aumento de riesgo en el barrio de San Gabriel.

Figura 10. Carretera N-332 y vía férrea Alicante-Murcia a su paso por la desembocadura del barranco de las Ovejas.

Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En resumen, las modelizaciones han mostrado la peligrosidad existente a lo largo del barranco de las Ovejas en caso de que se produjera un episodio de inundación similar al 20 de octubre de 1982. En estos resultados se observa la anegación del barrio de Granada y la ampliación de la Universidad de Alicante, y el desbordamiento del barranco de las Ovejas en el barrio de San Gabriel, a pesar de la canalización. La suma de los resultados obtenidos en los mapas temáticos explicados en la metodología y de las modelizaciones realizadas ha dado como resultado el mapa de peligrosidad que unido con el de vulnerabilidad ha permitido dibujar los mapas de riesgo de inundación de los sectores del barranco de las Ovejas analizados. Estos mapas deben ser el punto de partida de cara a las tomas de decisiones en materia de ordenación del territorio de las administraciones competentes a cualquier escala. Con la cartografía de inundaciones se consigue un doble objetivo: conocer con detalle los espacios inundables y evitar la ocupación futura de zonas de alto riesgo. Con ello se persigue reducir los efectos negativos de las inundaciones traducidos en pérdidas económicas y vidas humanas siendo más eficientes que las costosas medidas estructurales. Por último, para llevar a cabo un proyecto de ordenación territorial integral es necesario definir la Infraestructura Verde del espacio junto con los mapas de riesgos naturales excluyendo aquellos espacios en los que están prohibidas o reguladas las actuaciones urbanísticas. Seguidamente, con el espacio libre restante se procedería a la realización de la propuesta de ordenación.

4. Discusión: Valoración del grado de riesgo de inundación en el barrio de San Gabriel y propuestas.

Si se compara el nivel de riesgo ante inundaciones que existía en 1982 y que existe en la actualidad en 2019, se puede concluir que el grado de riesgo sigue siendo alto e incluso mayor a pesar de la medida de defensa estructural adoptada. Como se ha comentado con anterioridad, las obras de control han generado una "falsa seguridad" en la población residente ante un evento de inundación. Actualmente, el barranco de las Ovejas es capaz de generar su propio caudal con precipitaciones entre 10-20 l/m^2 con una intensidad elevada. Además del caudal que pueda generar el propio barranco hay que sumarle que recibe agua de los barrancos tributarios, del barranco de San Agustín -desviado en el Plan anti-inundaciones de la ciudad de Alicante para que vertiera sus aguas al barranco de las Ovejas-, también recibe las aportaciones de uno de los colectores de San Vicente y de Alicante. En el barrio de San Gabriel, debajo del campo de fútbol de Juan Antonio Samaranch existe un depósito anti-contaminación DSU que recoge las aguas pluviales de gran parte de la ciudad, y que en momentos de lluvias intensas y copiosas alcanza su máxima capacidad (300.000 hm^3), vertiendo las sobrantes al barranco de las Ovejas. Aparte, el barranco de las Ovejas recibe las aguas de las cunetas de las carreteras y autovías que cruzan el cauce. Sin olvidar la presencia de una lámina de agua permanente que penetra por la canalización en su desembocadura. Todos estos aportes de caudal vienen a determinar que el barranco de las Ovejas ahora recibe más agua que en 1982 y que el plan Anti-inundaciones de Alicante aprobado en 1997 lo que ha hecho ha sido reducir el riesgo de inundación en la zona central de la ciudad, desviando el agua de los barrancos a los cauces más periféricos como en el caso del barranco de las Ovejas.

Junto a estos factores, no hay que olvidar el posible efecto de los escenarios futuros de cambio climático. Los informes del IPCC (2013-2014, 2018 y 2019) señalan que el hombre es la causa clara del calentamiento global y que si no se reducen las emisiones de GEIs se pueden producir daños irreparables y numerosas consecuencias. Una de ellas es el incremento de fenómenos atmosféricos extremos, es decir, el incremento de la frecuencia, intensidad y cantidad de las precipitaciones fuertes en las regiones del mediterráneo. Este hecho, unido a un mar Mediterráneo cada vez más

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

caliente durante todo el año favorece los eventos de lluvias torrenciales sobre todo asociadas a las gotas frías. Ejemplo de ello se ha producido en este septiembre de 2019 en el Bajo Segura registrando precipitaciones récords en la comarca y sobre todo la intensidad y volumen de lluvia precipitados en un breve espacio de tiempo (250 l/m^2 en tan sólo 2h, de los 425,4 l/m^2 registrados). Evidentemente son efectos del calentamiento global que comienzan a notarse en el mediterráneo, así como el calendario de descuelgues de gotas frías a lo largo de todo el año. Un estudio realizado en Málaga demuestra que hay una tendencia clara a un incremento progresivo de la frecuencia de número de eventos torrenciales y pone de ejemplo que entre 1950-1979 se registraron 12 eventos torrenciales mientras que en el periodo de 1980-2009 se registraron 18 casos (Senciales y Ruíz-Sinoga, 2013). En lo que se refiere a la ciudad de Alicante, se han producido 32 episodios de lluvias intensas o torrenciales entre los años 1919-1999 a lo largo de todo el siglo XX. Sin embargo, se han producido un total de 29 episodios de lluvias intensas o torrenciales entre los años 2000-2019 (Oliva, 2019). Por último, los organismos oficiales señalan que las predicciones para este siglo confirman estas tendencias; es decir, la disminución de la cantidad de precipitaciones junto con una mayor concentración de lluvias intensas en los meses de otoño (AEMET, 2019).

Todas estas cuestiones implican un incremento de la peligrosidad y, por tanto, del riesgo de inundación tanto en el barranco de las Ovejas como en cualquier sector de la cuenca del Mediterráneo.

Si se tienen en cuenta todos los factores mencionados anteriormente, se puede realizar una comparativa del grado de riesgo de inundación existente en el barrio de San Gabriel en la actualidad, contrastándolo con los elementos de la riada de octubre de 1982 (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación del grado de riesgo de inundación en el barrio de San Gabriel (1982-2019).

ELEMENTO	1982	2019	RIESGO DE INUNDACIÓN
POBLACIÓN RESIDENTE (barrio de San Gabriel)	2500	5022	↑
CANALIZACIÓN TRAMO FINAL	NO	SI	↔ (sensación de falsa seguridad)
CAUDAL PUNTA POSIBLE	475 m^3/s	730 m^3/s	↑
LLUVIA MÁXIMA CALCULADA CANALIZACIÓN	233,1 l/m^2 (lluvia real registrada episodio octubre)	358 l/m^2 (precipitación máxima esperable)	↑
LLUVIA ACTIVACIÓN LÁMINA DE AGUA CIRCULANTE en tramo bajo del barranco	50 l/m^2 /1 hora	10-25 l/m^2/30 min.	↑
LÁMINA DE AGUA PERMANENTE (agua del mar) EN DESEMBOCADURA	NO	SI	↑
SOLUCIÓN TRAZADO CN-332 Y FERROCARRIL	NO	NO	↑
CARTOGRAFÍA DE RIESGO	NO	SÍ, pero en realidad no operativa en procesos de planificación urbana	↑

Fuente: Departamento de Estadística del Excmo. Ayuntamiento de Alicante. Padrón de habitantes. Fecha de consulta 21/08/2019. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

A ello se une que la consulta y la consideración de los mapas oficiales de riesgo de inundación, tanto del PATRICOVA como del SNCZI, no es realmente operativa en el municipio de Alicante puesto que su plan de ordenación urbana no se ha revisado desde 1987. De manera que, en la actualidad, el riesgo de inundación en el barranco de las Ovejas, en particular en los tres tramos analizados en el presente estudio, es mayor que en 1982, y sería necesaria la realización de una serie de soluciones que se proponen a continuación (Tabla 2).

Tabla 2. Propuestas para la reducción y mitigación del riesgo de inundación en el área de estudio.

TIPO DE MEDIDA	ACTUACIÓN A REALIZAR
ESTRUCTURAL DE BAJO IMPACTO	-Construcción de un depósito pluvial bajo el paseo de Joan Fuster y la carretera nacional 332, entre el puente del barranco de las Ovejas y el acceso a la Gran Vía.
	-Creación de áreas de inundación natural en las proximidades del lecho, en el tramo medio del barranco, entre el cementerio y el trazado de la carretera nacional 330 en la salida de Alicante.
	-Construcción de un puente de un solo ojo para la N-332 y la vía férrea, liberando espacio para la salida de la avenida sin encontrar ningún otro obstáculo en el cauce en su recorrido hacia el mar.
DE MANTENIMIENTO DEL CAUCE y RECUPERACIÓN DE USOS TRADICIONALES	-Cortar regularmente las cañas que existen en el cauce o en los márgenes del barranco y darles una utilidad (uso agrícola -tomateras de la comarca- y lúdico -romería de la Santa Faz en Alicante-).
	-En los márgenes del barranco, estabilizar las laderas con vegetación adecuada de los barrancos, reduciendo la erosión y la inundación, favoreciendo la absorción del agua y reduciendo la escorrentía.
	-Recuperar los sistemas tradicionales del riego de los cultivos de secano como los parats, las acequias y acueductos. Se trata de infraestructuras de gran utilidad para reducir la peligrosidad de las crecidas y, a su vez, para la captación y aprovechamiento del agua pluvial.
DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO	-Elaborar cartografía de riesgo de detalle que se maneje en la revisión del PGOU de Alicante.
	-Elaboración urgente de un nuevo PGOU de la ciudad, porque no puede seguir manteniendo un documento aprobado en 1987. De este modo, se incluiría un apartado detallado sobre análisis-diagnóstico de riesgo en el término municipal y las propuestas necesarias para su reducción.
DE EDUCACIÓN PARA EL RIESGO	-Educación y concienciación a la población de que los barrancos son cauces secos que se reactivan con precipitaciones intensas, y por tanto, son cursos fluviales y no vertederos donde tiren todo tipo de desechos. -Enseñar a la población donde pueden consultar las cartografías oficiales para conocer el riesgo de inundación que presenta su ciudad, su barrio o vivienda. -Comenzar a aprovechar las inundaciones como un recurso de obtención de agua en los climas semiáridos, tal como lo hacían nuestros antepasados. -Realización de charlas didácticas en el barrio de San Gabriel sobre riesgo e impactos ambientales en caso de tirar basura al cauce del barranco.
	-Instalación de sensores de nivel del agua, en el tramo bajo canalizado, para hacer seguimiento del nivel de agua del mar y su posible aumento futuro.

Elaboración propia.

Algunos autores comienzan a hablar del concepto "*freedom space*", es decir, el espacio de libertad de los ríos (Biron et al., 2014) que se basa en el respeto de los espacios por donde podría circular el río. En España algunos autores como Ollero señalan la importancia de respetar las dinámicas de los cursos fluviales y apuestan por su recuperación (Ollero, 2014 y 2015). Además, entiende que en la gestión fluvial y en la ordenación del territorio debería considerarse prioritaria la conservación o protección de toda manifestación de la dinámica natural, la planificación hidrológica y geomorfológica a escala de cuenca para controlar y reducir los efectos del cambio global, así como medidas de restauración para luchar contra los impactos locales (Ollero, 2011).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Esta línea de investigación es la que debe seguir profundizándose en el futuro en el análisis de riesgo de inundación en nuestro país: esto es, recuperar la dinámica natural de los cursos fluviales, apostar por las medidas no estructurales y los sistemas de prevención y la elaboración de una buena cartografía de riesgos naturales (a diferentes escalas pero sobre todo en aquellas útiles para la planificación urbanística). Los mapas de riesgo natural deben, eso sí, cumplir unos requisitos máximos de rigor científico para que las administraciones competentes en materia de ordenación del territorio puedan tomar buenas decisiones de planificación de usos del suelo. De hecho, los resultados de las modelizaciones y los mapas de riesgo de inundación mostrados en esta investigación se han incorporado al "*Plan de Actuación Municipal del Riesgo de Inundación de la ciudad de Alicante*" (PAMRI, 2019) desarrollado por el Departamento Técnico de Protección Civil y Gestión de Emergencias del Ayuntamiento de Alicante. Por último, se debe insistir en la necesidad de ampliar los análisis de episodios de inundación históricos (proxy data) para mejorar el ajuste de los cálculos probabilísticos (períodos de retorno) es los estudios hidrológicos.

5. Conclusiones

Las medidas estructurales han demostrado ser costosas e ineficientes en el transcurso del tiempo. Son numerosos los casos en los que se han visto sobrepasados por atender a cálculos probabilísticos basados en los periodos de retorno. Además, en caso de que falle alguna obra de control las consecuencias negativas de las inundaciones se agravan tanto económica como socialmente.

Hay que apostar por las medidas de tipo no estructural. Desde los sistemas de alerta (AEMET y SAIH) hasta una racional ordenación del territorio basada en la elaboración de cartografía de riesgos naturales. La Directiva Europea de inundaciones 60/2007/CE y la legislación del suelo y ordenación del territorio (escalas estatal y regional) ratifican la importancia y el peso que deben tener los mapas de riesgos para la prevención y mitigación de efectos de los episodios de inundación. Por tanto, hay que insistir en la cartografía de riesgo como herramienta eficaz de reducción del riesgo, sobre todo teniendo en cuenta que los mapas se pueden ir actualizando. Este hecho es de vital importancia de cara a la adaptación del peligro natural en el presente y de los previstos escenarios futuros sobre el cambio climático.

Los resultados obtenidos en esta investigación han demostrado que a lo largo del barranco de las Ovejas existe un riesgo de inundación elevado y que en el barrio de San Gabriel, a pesar de la canalización, el cauce se desborda generando un importante anegamiento en este sector urbano; hecho que demuestra que en el caso de que se produzca un episodio como el del 20 de octubre de 1982 con un caudal de 475 m^3/s el barrio de San Gabriel volvería a quedarse inundado.

Si se cumplen los escenarios futuros de cambio climático e incrementan los eventos de rangos atmosféricos extremos, se producirán inundaciones más frecuentes (AEMET, 2019). Por tanto, hay que ir preparando los territorios a la nueva realidad climática que ya se experimenta en nuestro país y especialmente en el litoral mediterráneo donde se dan circunstancias especiales de efecto del calentamiento climático (mar Mediterráneo) con efectos en la modificación del régimen pluviométrico (Olcina y Biener, 2019).

Es por ello que hay que apostar por la cartografía de riesgo como principal herramienta de prevención, reducción y mitigación de las inundaciones de cara a la ordenación territorial. De esta manera, se cumple una doble finalidad: conocer los espacios de riesgos y ser el punto de partida para la ordenación territorial. Esta cartografía debe estar presente en la toma de decisiones de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

las administraciones con competencias en materia de ordenación del territorio. Además, estos mapas deben cumplir unos requisitos máximos de rigor científico y deben realizarse de manera correcta en la escala necesaria para la planificación.

Por último, se debe realizar una gestión de los aspectos positivos de las inundaciones (recarga de acuíferos, fertilidad del suelo, protección de los humedales y medios fluviales, etc.), convirtiendo la "amenaza" de la inundación en una "oportunidad" de aprovechamiento del recurso agua.

6. Bibliografía

- AEMET (2019). Proyecciones climáticas para el siglo XXI en España. En: Agencia Estatal de Meteorología. Recuperado de: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat
- Biron, P. M., Buffin-Bélanger, T., Larocque, M., Choné, G., Cloutier, C.A., Oullet, M.A.,…and Eyquem, J. (2014). Freedom Space for Rivers: A sustainable Management Aprroach to Enchance River Resilience. *Enviromental Management*. New York, 2014. 54 (5),1056-1073. doi: 10.1007/s00267-014-03566-z.
- Conselleria de Obras Públicas y Ayuntamiento (1997). *Plan Integral contra Inundaciones en Alicante: Plan anti inundaciones de la ciudad de Alicante.* Memoria.
- Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte. (1992): *Canalización del Barranco de las Ovejas en Alicante*. Memoria y planos.
- Departamento de Estadística del Excelentísimo Ayuntamiento de Alicante. *Padrón de habitantes (1980-2019)*. Ayuntamiento de Alicante.
- *Diario Información*. Hemeroteca. (1950-2019)
- Directiva 60/2007/CE, de 23 de octubre de 2007, relativa a la Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación.
- Doménech Zueco, S., Ollero Ojeda, A., & Sánchez Fabre, M. (2015). Núcleos de población en riesgo de inundación fluvial en Aragón: Diagnóstico y evaluación para la ordenación del territorio. *Geographicalia*, 54, 17-44. doi: https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2008541095.
- ESPON (2008): *Workshop Report, Towards Territorial Indicators and Indices, 2 April 2008,* Esch-sur-Alzette.
- Generalitat Valenciana (2015). *Plan de Acción Territorial del Riesgo de Inundación de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)*. Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Normativa y Memoria. Recuperado de: http://visor.gva.es/visor/
- Gil Olcina, A. (1983). Lluvias excepcionales en la noche del 19 y 20 de octubre de 1982 y riada en el barranco de las Ovejas. En: Gil-Olcina et al. (1983). Lluvias torrenciales e inundaciones en Alicante (pp. 5-24) Universidad de Alicante.
- Gil Olcina, A. (1986). *Inundaciones en la ciudad y término de Alicante*. Instituto Universitario de Geografía y Ayuntamiento de Alicante.
- Gil Olcina, A., Olcina Cantos, J. & Rico Amorós, A.M. (Eds.) (2004). *Aguaceros, aguaduchos e inundaciones en áreas alicantinas*. Alicante, España: Publicaciones Universidad de Alicante.
- Guha-Sapir, R. and Hoyois, P.H. (2015). "EM-*DAT: International Disaster Database EM-DAT*". Recuperado de: www.emdat.be/
- Instituto Cartográfico Valenciano. *Fototeca. Vuelo Americano Serie B (1956). Vuelo del Instituto Cartográfico Valenciano-Comunidad Valenciana (2018)*
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013-2014): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2018): *Special Report on Global Warming of 1.5ºC.* Contribution of Working Group I to the Fifth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR5). Recuperado de: https://www.ipcc.ch/sr15/
- IPCC (2019): *Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems.* Contribution of Working Group I to the Fifth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR5). Recuperado de: https://www.ipcc.ch/report/srccl/

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación, Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana (LOTUP, 2014).
- Ley 1/2019, de 5 de febrero, de modificación de la Ley de Ordenación, Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP, 2019).
- Mateu, J. (2000). El contexto geomorfológico en las inundaciones de la Ribera del Júcar. *Cuadernos de Geografía*, 67/68, 242-259.
- Ministerio para la Transición Ecológica (2018). *Evaluación preliminar de riesgos de inundación*. Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ).
- Morales Gil, A., Box Amorós, M. & Bru Ronda, C. (1983). Las crecidas en los barrancos de las Ovejas y del Agua Amarga. Alicante, octubre 1982. *Estudios Geográficos*, 41 (154), 143-170.
- Morales Gil, A., Bru Ronda, C. & Box Amorós, M. (1983). Condiciones morfológicas y chubascos de fuerte intensidad horaria en la cuenca vertiente del Barranco de las Ovejas. En: Gil-Olcina, A. Lluvias torrenciales e inundaciones en Alicante (pp. 25-72.). Alicante, España.
- Morales Gil, A & Box Amorós, M. (1986). El aprovechamiento del agua en un dominio semiárido: la cuenca del barranco Blanco. Agost (Alicante). *Investigaciones geográficas*, (4), 7-24.
- Morales Gil, A & Box Amorós (1993). Barrancos y ramblas: su incorporación al entramado urbano en el sureste peninsular. *Investigaciones geográficas*, (11), 153-170.
- Olcina Cantos, J. (1994). *Tormentas y granizadas en las tierras alicantinas*. Alicante, España: Copobell, S.L.
- Olcina Cantos, J (2009). Cambio climático y riesgos climático en España. *Investigaciones Geográficas*, (49), 197-220. doi: 10.14198/INGEO2009.49.10
- Olcina Cantos, J. (2012). Adaptación a los riesgos climáticos en España. Algunas experiencias. *Nimbus*, (29/30), 461-474.
- 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).1-20. doi: 10.1108/DPM-05-2015-0108.
- Olcina Cantos, J. y Biener Camacho, S. (2019). ¿Está cambiando el clima valenciano? Realidades e incertidumbres. En: Olcina, J. y Moltó, E. (Eds.), *Climas y tiempos del País Valenciano* (pp.162-170). Alicante, España: L'Ordit.
- Oliva Cañizares, A. (2019). *Riesgo de inundación y gestión del agua pluvial del barranco de las Ovejas*. (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Alicante: Alicante. Recuperado en: http://hdl.handle.net/10045/95902
- Ollero Ojeda, A. (2011). Los cauces fluviales como indicadores de cambio global: propuesta metodológica. *Zubía: Monográfico*, (23), 187-200.
- Ollero Ojeda, A., Ibasete, A., Acín, V., Ballarín, D., Besne, P., Díaz, E.,… & Sánchez, I. (2014). Geomorfología y restauración fluvial: seguimiento del derribo de presas en Guipuzkoa. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, (40), 67-88.
- Ollero, A (2015). Un necesario cambio de visión y de estrategia en la gestión de las inundaciones. *Tecnoaqua*,(12), 122-124.
- Perles Roselló, M. J., Olcina Cantos, J. & Mérida Rodríguez, 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*, L (197), 417-438.
- Plan General Municipal de Ordenación Urbana de la ciudad de Alicante de 1987. (PGMOU, 1987). Memoria. Ayuntamiento de Alicante. Recuperado en: https://www.alicante.es/es/contenidos/pgmoa-1987.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (DPH).
- Real Decreto Ley 2/2008, de 20 de junio, del texto refundido de la Ley del Suelo.
- Real Decreto 903/2010, del 9 de julio, de Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación.
- Real Decreto Ley 7/2015, del 30 de octubre, se aprueba la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ribas, A.; Saurí, D.; Olcina, J. (2017) Sustainable Land Use Planning in Areas Exposed to Flooding: Some International Experiences. *Elsevier Science*, 103-118.
- Rosenzweig, BR., McPhillips, L., Chang, H., Cheng, C., Welty, C., Matsler, M., Davidson, C. I…& Davidson, C. (2018). Pluvial flood risk and opportunities for resilience. *WIREsWater*, 5(6). doi: 10.1002/wat2.1302
- Senciales, J. M. y Ruíz Sinoga, J.D. (2013). Análisis espacio-temporal de las lluvias torrenciales en la ciudad de Málaga. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (61), 7-24.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Serra-Llobet, A., Conrad, E., and Schaefer, K. (2016). Integrated water resource and flood risk management: comparing the US and the EU. *E3S Web of Conferences*. doi:10.1051/e3sconf/20160720006.
- White, G.F. (1945). *Human Adjustments to Floods*. Illinois: University of Chicago.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.10390
Fernández, F.; Urquijo, P. (2020). El altepetl nahua como paisaje
Cuadernos Geográficos 59(2), 221-240

El altepetl nahua como paisaje: un modelo geográfico para la Nueva España y el México Independiente

Federico Fernández Christlieb [1] | Pedro Urquijo Torres [2]

Recibido: 10/09/2019 | Aceptado: 04/11/2019

Resumen

Altepetl fue el concepto que, en idioma náhuatl, significó la relación entre las comunidades indígenas y su entorno vital antes de la conquista española. Este artículo sintetiza en un modelo las características de este concepto fundamental no sólo para entender la historia de los pueblos de origen mesoamericano sino sobre todo su geografía a escala local. Altepetl refiere al mismo tiempo a la gente y a un territorio soberano con todos los recursos de los que se puede disponer en él. Durante la época colonial los españoles negociaron ese concepto permitiendo que muchas prácticas tradicionales continuaran y en la época del México independiente aún es posible detectar continuidades. Este modelo de larga duración deriva del estudio de una serie de casos específicos del México central en los que se hizo tanto trabajo de campo como análisis etnohistórico y propone el uso del concepto paisaje para hacerlo más inteligible a la hora de implementar políticas públicas que favorezcan a las comunidades.

Palabras clave: *altepetl*; paisaje; México; modelo; geografía cultural; larga duración

Abstract

Altepetl as a landscape: a geographical model for New Spain and Independent Mexico

Altepetl, in Nahuatl, was the concept that signified the relationship between indigenous communities and their vital environment. This paper proposes a model that incorporates the features of this key concept, in order to understand not only the history of the Mesoamerican towns but their geography at a local scale. Altepetl refers both to the people and to their sovereign territory including the natural resources within it. The Spaniards negotiated with the people of the altepetl they encountered and many traditional practices continued and can still be seen in various forms today. This model takes into account the evolution of the concept through a *Longue durée* history doing both field work and ethnohistorical analysis and proposes the use of the concept of landscape in order to make the altepetl more comprehensible and applicable for decision making.

Keywords: altepetl; landscape; Mexico; model; cultural geography; *Longue durée*

1. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, fedfer@unam.mx
2. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México, psurquijo@ciga.unam.mx

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

1. Introducción

El concepto de *altepetl*, que denota a una comunidad orgánicamente vinculada a su territorio, ha sido rescatado desde diversos frentes a lo largo de las últimas décadas. Los historiadores y los antropólogos fueron quizá los primeros en llamar la atención sobre la complejidad de este vocablo de lengua náhuatl (idioma de los nahuas, etnia a la que pertenecían los mexicas) que explicaba toda una institución sin la cual era difícil comprender a las sociedades prehispánicas y al reacomodo político que sufrieron tras la fundación de la Nueva España (Carrasco, 1961; Gibson, 1964; García-Martínez, 1987; Lockhart, 1992; Navarrete 2011). Después vinieron los geógrafos a explicar la organización territorial prehispánica como un paisaje (Siemens, 2002; Withmore & Turner II, 2002; Ramírez Ruiz y Fernández Christlieb, 2006) y con base en estos planteamientos, llegaron recientemente los administradores con la intención de convertir en políticas públicas algunas nociones que explican este concepto (Gobierno de la Ciudad de México, 2019).

En este artículo nos interesa construir un modelo que explique lo que era el altepetl en el siglo XVI antes de disolverse en una serie de conceptos que lo desvirtuaron. La traducción más socorrida desde principios de la época colonial fue la de "pueblo" (Molina, 1555-1571 [2001]). Esta palabra hace referencia tanto a la gente como al conjunto de calles, plazas y edificaciones donde esa gente vive de manera que se puede decir que es una traducción afortunada. El problema es que rara vez se dice "pueblo" con ambos significados simultáneamente.[3] Para actualizar esta idea de que el territorio y su gente son una unidad indisoluble, proponemos el concepto geográfico de "paisaje" que surgió históricamente en la medida en que la noción de altepetl se desvanecía.

Los estudios de paisaje han dejado de hacerse en cotos epistemológicos. Ahora se busca mucho más el enfoque interdisciplinario y, por tanto, la arquitectura, la ecología o la historia del arte han buscado aproximaciones más integrales recurriendo a cierta mirada geográfica. La propia geografía sucumbió en el siglo pasado a la división de sus métodos de estudio del paisaje y por décadas trabajaron de espalda los geógrafos del área científica y aquellos del área humanística. Pero hoy los geógrafos de distintas especialidades trabajan preferentemente juntos.

El esfuerzo actual de los estudiosos del paisaje consiste en no desintegrar del todo los elementos naturales de los culturales al momento de hacer sus observaciones o de proponer intervenciones arquitectónicas o administrativas en el terreno. Concebir al paisaje como un espacio donde la naturaleza y las comunidades dejan su impronta, nos lleva a pensar en la identidad cultural, misma que siempre tiene un referente territorial. La identidad nace ahí donde los miembros de una comunidad han compartido historias, aventuras y decesos (Broda and Báez-Jorge, 2001, Florescano, 1997, Giménez, 2000). Enterrar a los muertos en un lugar y ver nacer a los hijos hace que dicho lugar les pertenezca.

También hay, entre los especialistas, un esfuerzo importante por contemplar al paisaje como un espacio cambiante, con lo cual la dimensión histórica se hace fundamental para entenderlo y apreciarlo. De esta suerte tenemos la materia prima de los estudios del paisaje: naturaleza, sociedad, tiempo e identidad. No es pretencioso decir que los cuatro ingredientes han sido manejados por la geografía desde los tiempos de la Grecia clásica (Lacoste, 2003).

3. En las fuentes del siglo XVI hay muchos ejemplos en los que un mismo texto maneja ambos significados. Veamos un ejemplo en la misma oración: "vuelto el rey [tlatoani] al pueblo, les daba a entender … su voluntad y la de sus dioses que aquellos sean ministros y, como tales, de todo el pueblo sean obedecidos" Chávez, G. D. [(1579). Relación de la Alcaldía Mayor de Metztitlan y su jurisdicción. En: Acuña, (1986). Para un estudio detallado de la noción de pueblo de indios en el periodo novohispano, véase García Martínez (1999).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

En este escrito intentaremos explicar, mediante un modelo geográfico que llamaremos precisamente altepetl, a los espacios del centro de México que se construyeron en una escala local, por obra de los humanos y su medio natural. Desde un enfoque geográfico, estos espacios construidos bien pueden llamarse paisajes. Definimos paisaje como el espacio observable donde la naturaleza y las sociedades dejan constantemente su huella (Cosgrove, 2002; Donadieu and Périgord, 2005). Un paisaje, por tanto, tiene huellas geológicas, botánicas, zoológicas y humanas de distintas épocas. Otra propiedad de los paisajes es que son susceptibles de ser representados en pinturas, fotografías, cartografías y descripciones (Barnes and Duncan, 1992, Barabas, 2003).

La modelización de los procesos espaciales en geografía ha sido objeto de cuestionamientos importantes (Durand-Dastès, 1992), pero para el caso que nos ocupa, pensamos que es la mejor forma de ofrecer la visión general de un fenómeno regional lleno de excepciones locales. En ese sentido, nos es útil la conocida definición de Richard J. Chorley y Peter Haggett según la cual los modelos son "aproximaciones selectas que, mediante la eliminación de los detalles incidentales, nos permiten mostrar aspectos relevantes o interesantes del mundo real de una forma general" (Chorley and Haggett, 1967).[4] Obviar las excepciones locales nos permitirá mostrar que existen claras tendencias en el tiempo y objetos identificables dentro del espacio definido como altepetl. Así, este artículo tiene por objetivo explicar en qué medida el altepetl de los nahuas puede ser considerado un paisaje y por tanto un espacio donde se produce la identidad de la sociedad que lo mora. El ejercicio de modelizar espacialmente al altepetl como institución, no tiene muchos precedentes en la literatura académica (Fernández-Christlieb y Urquijo, 2006; Ramírez Ruiz y Fernández-Christlieb, 2006; Astorga, 2014).

Esta reflexión es relevante para la geografía actual por cuanto el altepetl ha sido la base de la organización social durante siglos y sentó las bases para la creación de los pueblos coloniales y de los municipios del México independiente. Pese a las rupturas históricas y las tergiversaciones, hay una reinterpretación geográfica interesante. Actualmente se usa el término altepetl en muchas comunidades rurales del México contemporáneo y en algunas como Cholula ha reproducido casi todo su significado (Reyes García, 2000).[5] Además, como veremos, existen proyectos gubernamentales contemporáneos que, cinco siglos después de la llegada de los españoles a la capital de los mexicas en 1519, hacen referencia al altepetl como elemento central de una serie de iniciativas que vinculan a las comunidades indígenas con su paisaje: una aparente voluntad de reconstruir un sentimiento de arraigo mediante la reivindicación histórica.

En otras palabras, pretendemos un análisis de una noción de tradición prehispánica, redefinida en una temporalidad de larga duración –cerca de quinientos años–, a partir de sus asimilaciones o reconfiguraciones. Con base en la propuesta de Fernand Braudel (1958 [1999]), por larga duración aludimos al análisis histórico en una temporalidad ampliada, en el que se pone particular énfasis en las posibles estabilidades o cambios lentos de las estructuras sociales en grandes marcos geográficos, económicos o ideológicos. En nuestro caso, un planteamiento de gran tiempo permite reconocer ciertos elementos del altepetl y su adaptación creativa a lo largo de cinco centurias. Lo anterior no debe entenderse como una búsqueda de continuidades culturales en un gran tiempo o de rastreos de huellas prehispánicas en las comunidades indígenas contemporáneas.

4. El texto original dice: "*selective approximations which, by elimination of incidental detail allow some fundamental, relevant or interesting aspects of the real world to appear in some generalized form*".
5. Cholula es una conurbación de la gran ciudad de Puebla y es asombroso por ello su identidad indígena. En el barrio de San Andrés mucha gente es bilingüe náhuatl/español. La lengua náhuatl es hablada además por más de un millón y medio de mexicanos y es probable que para muchos de ellos el concepto de altepetl siga teniendo un significado similar al de paisaje que expondremos adelante.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Nos proponemos, más bien, una comprensión de las variables históricas en cuanto a la manera de concebir y reinterpretar la organización territorial, las estructuras políticas o los elementos que conforman la identidad, en estrecha relación con sus entornos. Esta postura nos evita incurrir en asimilaciones anacrónicas, pues mucho de lo que hoy puede atribuirse como de "origen indígena" (prehispánico), en su momento histórico –colonial o poscolonial– es reconocido como novohispano (Friedlander, 1994). Estudiamos entonces al altepetl como un proceso histórico y geográfico cuyo significado cambia y se adapta de forma dinámica a diferentes contextos.

En el primer apartado de este artículo definiremos al altepetl prehispánico, concepto que tuvo equivalentes en varias lenguas mesoamericanas pero cuya esencia se comparte mucho más allá de Mesoamérica. De hecho, es probable que conceptos similares al de altepetl hayan aparecido en distintas áreas indígenas de América, pues cada vez más los antropólogos, filólogos e historiadores, encuentran asombrosas similitudes en áreas tan distantes como Aridoamérica y los Andes. En el segundo apartado hablaremos de los altepetl que se reconfiguraron a la llegada de los europeos y dieron algunas de sus características al México contemporáneo. En el último apartado, a manera de conclusión, hablaremos del paisaje señalando la pertinencia del uso de este concepto geográfico para referirse al altepetl de una manera actual, como parece pretenderlo en 2019 el Gobierno de la Ciudad de México.

2. El modelo altepetl para explicar el paisaje antes de 1521

Durante el periodo Posclásico mesoamericano (c.1100-1521 d.C.) y al menos durante el primer siglo de colonización española (1521-1620), los pueblos de cultura nahua llamaron altepetl a su forma básica de organización colectiva. Se trataba de una unidad compuesta de un territorio con todos sus recursos naturales y una población regida por un gobernante soberano. Para explicar el altepetl es indispensable hacer una abstracción hasta identificarlo en su estado más simple, aun sabiendo que en el siglo XVI era muy difícil hallar un altepetl aislado en su forma prístina, pues prácticamente todos estaban relacionados con otros y habían sufrido escisiones y reagrupaciones a través de su historia (García Martínez, 1987; García Chávez, 2007; Navarrete, 2011).

En su estructura elemental, el altepetl estaba formado por una población de un mismo origen étnico (Lockhart, 1992), organizada en un número determinado de grupos llamados *calpolli* dirigidos por sus respectivos líderes. La unión de estos calpolli constituía el altepetl y todo altepetl estaba asociado a un dios tutelar que era visto como el ancestro más antiguo de su linaje (Noguez, 2001). El altepetl era regido por un gobernante llamado *tlatoani* o señor que –según las narraciones locales— descendía de ese linaje divino. La sucesión del tlatoani era dinástica y su poder no era compartido, de manera que el altepetl era un pequeño estado soberano o parcialmente soberano a lo que en la Grecia clásica era entendido como *polis*. En ciertos momentos, el altepetl podía migrar guiado por sus líderes y su dios tutelar, el cual era transportado en un bulto sagrado o *tlaquimilolli*. Estos desplazamientos permanecían en los relatos de sus miembros como parte fundamental de su identidad. Las historias de migración de los altepetl incluían descripciones políticas y religiosas con simbolismos y analogías topográficas de primera importancia en el paisaje, que solían vincular el origen mítico del altepetl y la legitimación de su territorio en el último asentamiento. El caso más conocido es la migración de los mexicas y la fundación de México-Tenochtitlan, cuyo relato expuesto en diversas fuentes –*Códice Boturini*, *Historia de los mexicanos por sus pinturas*, *Crónica Mexicana*– iniciaba en un lugar mítico en forma de montaña –Aztlan, Colhuacan o Chicomoztoc–, pasando por diversos avatares –combates, fundaciones fallidas, se-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

paraciones del grupo migrante–, hasta el final establecimiento del altepetl en el Altiplano Central de México. De acuerdo con los relatos, Tenochtitlan se erigió a imagen y semejanza del lugar primigenio.

Altepetl es pues, el nombre genérico de la comunidad y también del territorio en donde está asentada (Schroeder, 1991; García-Martínez, 1999). La toma de posesión de un determinado territorio implicaba toda una fenomenología de paisaje, y se hacía mediante un ritual de fundación una vez que la población había encontrado en ese sitio las condiciones adecuadas para abastecerse y sentirse segura (Bernal-García y García-Zambrano, 2006, Okoshi Harada et al., 2018). El ritual implicaba hacer un recorrido por los límites que demarcaban sus tierras y, con el paso de las generaciones, dichas tierras fueron reconocidas por la población como una herencia de sus ancestros; aunque sobre el terreno, las fronteras de cada altepetl no estaban necesariamente marcadas (García-Zambrano, 2006).

¿Qué tan grande era el territorio de un altepetl hipotético como éste? En general, el altepetl era un territorio caminable; es decir, que se podía recorrer en un día antes de que se pusiera el sol. En un principio, debió ser tan grande como las necesidades de su población: agua suficiente, suelo fértil, parcelas cultivables, acceso a materiales diversos, madera y leña, áreas de cacería y recolección de plantas. El tamaño dependía por lo tanto del medio en el que se encontrara y la presencia o ausencia de recursos.

En el centro de México, los paisajes montañosos son una constante: las comunidades que se asentaron en ellos se explicaban el mundo a partir de los cerros que en su experiencia eran los que contenían el agua. Sin agua, no era posible sobrevivir y sin cerros tampoco (Sahagún, 1570-1582 [1999], Broda et al., 2001, López Austin, 1999). A los cerros se adhieren las nubes y de ellos escurre el agua por arroyos superficiales, pero, sobre todo, por escurrimientos subterráneos hacia manantiales. Era frecuente que en el paisaje seleccionado para establecerse hubiera un cerro al que le daban mayor importancia y no es extraño que dicho cerro jugara un papel fundamental en la dinámica hidrológica del área. Esa topografía montañosa y esa red de cuerpos de agua subterránea y superficial deben ser tomadas como parte de la definición del altepetl y parte fundamental de la construcción de su identidad, pues los componentes físicos del paisaje también se vinculaban con el mítico lugar de origen. En el caso ya comentado de Aztlan y Tenochtitlan guarda también vínculos estrechos respecto al hábitat: lagos, islotes, pantanos y montañas, en un complejo proceso de mutabilidad histórica del altepetl (Navarrete, 2011).

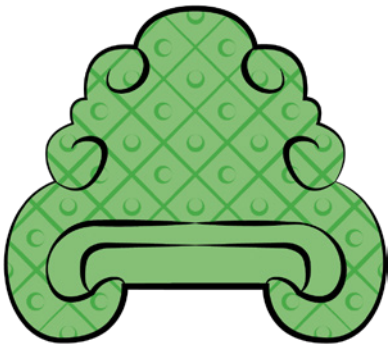
El glifo con el que los nahuas representaban al altepetl en las pinturas y códices era el de una montaña hueca. En su interior había un cuerpo de agua que poseía las fuerzas para la germinación que serían distribuidas a través de la lluvia o de escorrentías que formaban manantiales (López Austin, 1999). El glifo sintetiza esta relación entre la comunidad y su ambiente; relación que está presente todo el tiempo en la cultura nahua y en todas las culturas mesoamericanas. El glifo en sí mismo era una abstracción figurativa de la complejidad paisajística implícita en el altepetl.

El nombre propio de cada altepetl es, frecuentemente, un topónimo que describe alguna característica de la naturaleza, por ejemplo: *Atlatlauhcan*, lugar de "agua colorada" o *Totolapan*, "canal sobre el que beben guajolotes" (Solis, 1985 [1580], Curiel, [1579] 1986). Esta relación entre gente y su medio también tiene una expresión mítica: recordemos que en la cosmogonía nahua, los pueblos de este origen fueron concebidos al interior de una montaña que frecuentemente se llama Chicomoztoc, "Las siete cuevas" (Galarza, 1991, Leibsohn, 2009). Se trata del útero de la Tierra, una enorme cueva húmeda por la que son paridos los siete pueblos. Se supone que ese es el ini-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

cio de una larga peregrinación por generaciones que los llevaría al sitio sobre el cual habrían de asentarse y dicho sitio debía, preferentemente, semejar al paisaje de origen. Tenochtitlan, la isla lacustre donde se fundó México era, en ese sentido, perfecta.

Figura 1. Modelo del glifo de altepetl. Se trata de una montaña estilizada cuya textura evoca la piel de un reptil, quizá Cipalctli, la Tierra, y que presenta una boca o acceso en la base, que también es una cueva por la que puede salir el agua.



Fuente: Pinturas de las Relaciones Geográficas, siglo XVI. Dibujo de Ximena Gómez, 2019.

Para el funcionamiento del altepetl era necesario que el territorio seleccionado u obtenido para establecerse, fuera autosuficiente. En primer lugar, debía de proveer, además de agua, materiales de construcción, leña, sitios de caza o pesca, plantas medicinales, frutos comestibles, sal, etc. Las técnicas agrícolas se realizaban aprovechando las condiciones del terreno: terrazas en pendientes para favorecer los escurrimientos de las aguas y en los lagos se establecían chinampas, islas artificiales construidas con materiales orgánicos que permitían el establecimiento de parcelas lacustres. Si estos mantenimientos no estaban a su alcance, entonces debían procurarlos mediante el intercambio o la guerra. En segundo lugar, debía de constituir un abrigo contra ataques militares y contra desastres naturales. En tercero y quizá más determinante: debía tener un suelo cultivable, es decir, un espacio para desarrollar la agricultura del maíz, complementada con frijol, calabaza, chile y otros productos. Siendo sociedades profundamente ligadas a la cultura del maíz, el ciclo de este grano pasó a formar parte central de su ritmo de vida marcado por la temporada de lluvias y por la de secas (Rojas Rabiela, 1988; López Austin, 1995). Un tipo de relieve donde estas condiciones se reúnen con cierta repetición es la topografía montañosa del centro de México. De hecho, las comunidades de las que hablamos se establecieron en laderas en donde había manantiales o un arroyo y donde se tenía acceso a los productos de distintos pisos ambientales. Las laderas inclinadas, mucho mejor que las planicies, ofrecían variedad de recursos a estos primeros pueblos que seleccionaron tales sitios para asentarse.

Para detectar el momento de la siembra y otros ciclos agrícolas, los nahuas, como tantos otros pueblos americanos, eran buenos observadores del cielo, en particular de los movimientos aparentes del astro solar sobre el horizonte montañoso (Aveni, 1991). Hacia dicho horizonte orientaron frecuentemente sus edificios o pirámides y desde ellas observaron en los astros el momento de quemar el suelo, de sembrar y de cosechar. Es así como se ubicaron dentro de un universo al que asignaron cuatro rumbos a partir del centro (López-Austin, 1989; León Portilla, 2006).

Asimismo, cada uno de los cuatro rumbos se identificaba con los elementos básicos del universo: tierra, aire, agua y viento y a su vez cada uno con cierta deidad. Sin embargo, estas advocaciones eran en cierta medida inestables, ya que las tensiones les eran comunes; lo único estable y sostén

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

del universo era el centro, representado por la deidad máxima: *Ometeotl*. En este sentido, proponemos que el espacio sagrado de cada altepetl es la representación terrestre del centro del universo, y a partir de él se plasmaban los cuatro rumbos del universo en el paisaje. Así, es probable, que los altepetl más sencillos hayan contado por lo menos con cuatro *calpolli*, barrios distribuidos en el territorio hacia los cuatro puntos cardinales. En el modelo ideal de altepetl presuponemos precisamente la existencia de tal cantidad de *calpolli* (León Portilla, 2006).

Figura 2. Modelo de sitio ideal para el establecimiento de comunidades y conformación de cuatro *calpolli* representado cada uno por una casa de un color según su posición. Se trata de un paisaje con laderas y quebradas, con diferencias altitudinales que permiten el acceso a distintos pisos ambientales.

Fuente: Elaboración propia, dibujo de Ximena Gómez.

Otros de los rasgos del paisaje que estaban presentes en los altepetl eran producto de la construcción urbana. Aunque en ese momento de la historia existen grandes ciudades como Cholula, Teotenango o Tenochtitlan, lo más común es que la gente viviera en un entorno rural, sobre laderas

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

montañosas en casas dispersas y apartadas unas de otras. Aun así, debemos incluir en el modelo de altepetl la existencia de al menos tres edificios que le daban cohesión: un templo, un palacio y un mercado (Lockhart, 1992). El templo (*teocalli*) podía estar en la cima de una pirámide y, por lo regular, estaba dedicado al dios tutelar del altepetl. En el palacio (*tecpan)* vivían algunos de los miembros principales de la nobleza y en el mercado (*tianquiztli*) se realizaba el comercio e intercambio periódico de bienes preciados por los habitantes.

Cada calpolli disponía de una porción del territorio para uso exclusivo de sus miembros en donde estaban asentadas sus viviendas, pero donde también había parcelas agrícolas suficientes para autoabastecerse. Estas unidades básicas se organizaban por turnos asignados mediante un estricto orden rotativo para las tareas públicas del altepetl. Entre las tareas que tenían que desarrollar figuraba la producción y recolección de tributo, la construcción o mantenimiento de los edificios públicos y la organización de fiestas para el dios tutelar y demás entidades sagradas. De estas tareas, los miembros de un calpolli se encargaban una primera vez, y en la temporada siguiente lo hacían los de otro, turnándose hasta haber participado los cuatro, tras de lo cual era el turno de nuevo para el primero de ellos (Lockhart, 1992). Es posible que este sistema de rotación comenzara por el calpolli más antiguo, o bien, por aquel que se ubicaba hacia la salida del astro solar; es decir, rumbo al oriente. Salvo excepciones, parece que la rotación de cargos o de responsabilidades giraba en el territorio en el sentido opuesto a las manecillas del reloj, emulando los movimientos aparentes del sol durante el día y a lo largo del año. En este sentido, era el paisaje el que proponía el ritmo de las actividades sociales.

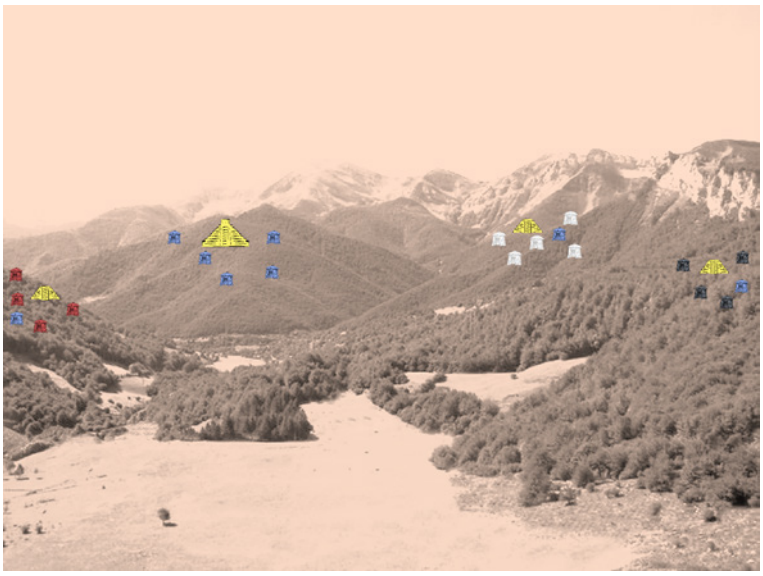
Con el correr del tiempo, era frecuente, además, que uno de los nuevos calpolli de cierto altepetl tuviera una composición étnica distinta de la del resto, debido a las alianzas o las guerras de las que estas unidades territoriales eran objeto. En el área nahua había, hacia el año 1500, varios casos en donde los calpolli de origen otomiano compartían el territorio de su altepetl con un calpolli de filiación nahua (García Castro, 1999). Lo mismo ocurría en otras regiones, como la Mixteca Alta en Oaxaca, donde en poblaciones mixtecas podría haber un barrio zapoteco (Terraciano, 2001, Spores y Balkansky, 2013). Esto ocasionaba que, frecuentemente, algún gobernante o tlatoani tuviera jurisdicción sobre un grupo de gente asentada en altepetl vecinos o distantes, lo que en términos territoriales provocaba una mezcla de soberanías entreveradas. Esta mezcla de gente de diversos orígenes en un mismo territorio se explica como el resultado de subsecuentes enfrentamientos y conquistas. Otra táctica complementaria muy practicada entonces, era la de promover matrimonios entre los tlatoani sometidos con las hijas de los dominadores, para crear ciertos derechos sobre la tierra ocupada y sobre la sucesión del mismo tlatoani (Townsend, 2009). En otros casos donde lo anterior no era posible, los mexicas, que constituían el altepetl más poderoso del Altiplano central mexicano, dejaban al menos una guarnición militar que los representaba y que simbolizaba su dominio (García Castro, 1999). También era posible que un altepetl populoso o de gran ascendencia militar o política, se dividiera formando dos o tres nuevos, de acuerdo con el número de herederos que podían tener derecho a la sucesión dinástica. Todo esto alteraba la geografía política de una región y también el orden de la rotación al interior de los altepetl.

Como advertimos en un principio, la existencia de altepetl aislados formados por varios calpolli y gobernados por un tlatoani completamente aislado, era remota hacia fines del período Posclásico, momentos previos a la irrupción europea. En las fuentes se registran, de hecho, varios altepetl dobles; es decir, que están compuestos de dos altepetl originales que se ligaron o se separaron de una unidad original, como fue el caso de Tenochtitlan y Tlatelolco (Bueno, 2005). Así pues, la norma era más bien la de tener dos o más altepetl asociados producto de una historia local de alianzas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

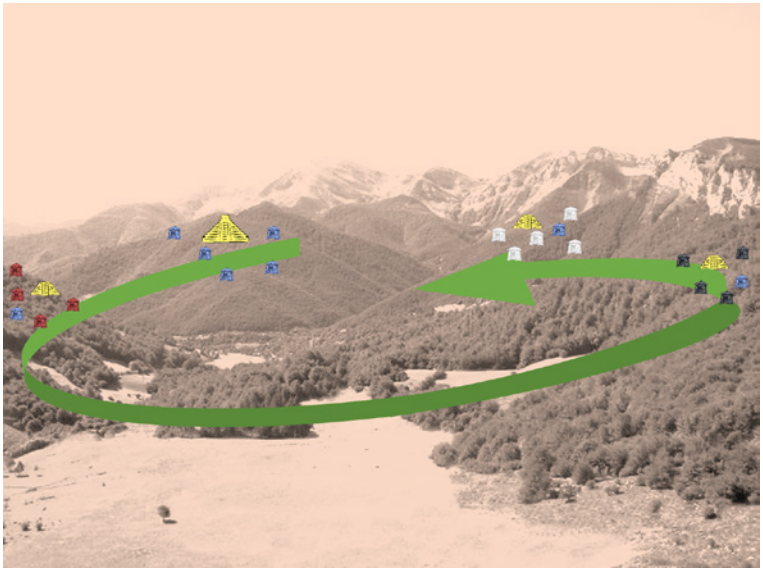
En este tipo de modelo político-territorial, el resultado de la unión de varios (de más o menos cuatro) altepetl distintos se puede definir como *hueyaltepetl*, que literalmente significa "gran altepetl" aunque era frecuente que el nombre genérico siguiera siendo simplemente "altepetl", lo que por mucho tiempo causó confusión entre los historiadores. El hueyaltepetl estaba organizado de la misma manera que sus partes constitutivas y sus tareas también se llevaban a cabo siguiendo una rotación. Los dos o más tlatoani gobernaban en el hueyaltepetl, pero frecuentemente lo hacía uno a la vez bajo el título de *hueytlatoani* (Yoneda, 2017). A su muerte, el tlatoani del segundo altepetl tomaba el mando y así sucesivamente hasta que los involucrados hubiesen gobernado, tras lo cual comenzaba de nuevo el ciclo.

Figura 3. Multiplicación de los altepetl y de los calpolli en un mismo sitio y concertación de confederaciones de aliados que forman un hueyaltepetl. Nótese que en un altepetl puede haber calpolli de diferente color producto de las alianzas y confrontaciones entre ellos.



Fuente: Elaboración propia; dibujo de Ximena Gómez.

Figura 4. Esquema de rotación de responsabilidades entre los altepetl que forman el hueyaltepetl. El mismo principio de turnos se repite a esta escala.



Fuente: Elaboración propia; dibujo de Ximena Gómez.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cada hueytlatoani seguía siendo tlatoani de su propio altepetl y como tal, residía en su territorio de manera que la sede del poder iba también rotando de un altepetl a otro en el sentido acostumbrado. Esta rotación ocasionó aún mayores confusiones desde la llegada de los españoles pues éstos identificaban a la sede en turno como la capital política del señorío, lo que trajo consecuencias importantes en la organización colonial del territorio y en el manejo de los paisajes.

En el periodo Posclásico, fue además muy común que se hicieran alianzas entre los hueyaltepetl y que se generaran conflictos militares de mayor alcance territorial. La alianza de varios hueyaltepetl daba lugar a una especie de confederación que también se llamaba altepetl y hueyaltepetl, según quién lo denotara. La más conocida de estas confederaciones tenía sede en la cuenca de México y ha sido llamada la Triple Alianza o *Excan Tlatoloyan*, conformada por Tenochtitlan, Texcoco y Tacuba. Tlaxcala, por su parte, resistía los ataques de la Triple Alianza con la unión de los altepetl de Tepeticpac, Ocetelulco, Quiahuiztlan y Tizatlan. En el occidente, en Michoacán, los tarascos reconocían el gobierno confederado de Tzintzuntzan, Pátzcuaro e Ihuatzio, al que los mexicas no alcanzaron a someter.

Las guerras tenían como resultado el establecimiento de una relación tributaria en donde el vencido pagaba al vencedor diversos productos y servicios. En cada caso, se establecía cuáles de los altepetl vencidos tributarían a cuáles de los altepetl participantes en la alianza vencedora; incluso la especificidad llegaba a determinar qué calpolli de los vencidos adquiría deuda con qué calpolli vencedor. La recolección del tributo al interior de cada altepetl vencido se llevaba a cabo según la rotación tradicional. La implicación territorial más importante tras las guerras era la creación de nuevos calpolli al interior del territorio derrotado. Como señalamos, estos nuevos calpolli enclavados tenían como función la de adquirir derechos al interior de los altepetl vencidos y mantener informada a la jerarquía vencedora de lo que ocurría bajo sus dominios.

3. El modelo altepetl en la etapa colonial

Las pugnas entre los hueyaltepetl fueron capitalizadas por los españoles a su llegada a la región que hoy conocemos como Mesoamérica. Hernán Cortés comprendió pronto que debía conquistar Tenochtitlan, la capital de los mexicas si quería controlar todo el México central (Cortés, 1519-1534 [1970]). Para ello fue concertando una serie de pactos con los enemigos indígenas de la Triple Alianza y después de la caída de Tenochtitlan en 1521 refundó, sobre el mismo sitio, la nueva capital: la Ciudad de México (Romero, 1999). De esta manera, el patrón territorial que ya se observaba antes de la Conquista, en el que un centro hegemónico establecido en Tenochtitlan estructuraba al resto de los altepetl que eran sus tributarios, se mantuvo al instaurarse la Colonia. Los conquistadores privilegiaron entonces el Altiplano Central y sus alrededores y rehuyeron de las costas, consideradas inicialmente como peligrosas y malsanas. Esta conformación espacial centralizada daría como resultado siglos después la forma de organización territorial del México moderno (García Martínez, 2008).

Desde la ciudad de México, los españoles intentaron organizar una sociedad colonial en la cual pudieran conseguir sus cuatro objetivos principales. El primero y más inmediato consistía en otorgar a los conquistadores las riquezas por las que habían peleado. La encomienda fue la institución por la cual recibieron tierras e indios para mano de obra, tomando como base la estructura del altepetl (Hunter and Sluyter, 2011). Los otros tres objetivos eran de más largo alcance: someter a los indígenas a su autoridad militar, recabar el tributo en la capital de la Nueva España y cristianizar a la población autóctona. Para conseguirlos, también fue necesario retomar la organización

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

espacial indígena, de manera que las unidades territoriales y poblacionales que se usaron como base para establecer las llamadas *repúblicas o pueblos de indios* fueron de nueva cuenta los altepetl. Esto permitió que muchas de las características de la identidad indígena se adecuaran a la comprensión del nuevo orden colonial y su propia interpretación del cómo manejar los paisajes.

Resultaría interesante explicar la dimensión espacial de las instituciones españolas que permitieron el control, la evangelización y la recaudación tributaria de los indígenas, pero ese interés queda fuera del presente artículo. Por ahora sólo analizaremos uno de ellos que tiene una clara dimensión geográfica ligada al modelo que nos ocupa: la congregación. La congregación es la iniciativa con la cual los españoles pretendieron reunir a los indígenas que estaban dispersos para facilitar lo que consideraban su tarea civilizatoria.

Las congregaciones, como mecanismo de concentración de la población autóctona en la Nueva España, conocieron dos etapas: la primera durante las décadas de 1550 y 1560, que comúnmente se conocen como congregaciones religiosas, y la segunda en las décadas de 1590 y 1600, dando lugar a congregaciones civiles (De la Torre Villar, 1995; Fernández-Christlieb y Urquijo, 2006). La dispersión, como vimos antes, tenía que ver con el patrón de asentamientos propio del altepetl, pero también se disparó tras la llegada de los españoles que trajeron consigo enfermedades que diezmaron a las poblaciones locales y desarticularon muchos altepetl por despoblamiento. Se calcula que en el México central a lo largo del siglo XVI, sólo sobrevivieron dos de cada diez habitantes (Gibson, 1964). Esta mortandad, como se puede imaginar, causó fracturas enormes en el altepetl dado que muchas de estas unidades territoriales y sociales se extinguieron o se convirtieron en paisajes de suelos casi yermos; poblados acaso por algunos sobrevivientes que no podían sostener como antaño a sus calpolli, sus edificios, sus familias y sus milpas. A través de la congregación, donde la hubo, la geografía del altepetl sufrió cambios no tanto en su territorio, pues sus dimensiones fueron frecuentemente respetadas, sino más bien en sus paisajes, como se verá en las páginas que siguen. En buena medida, el altepetl sobrevivió durante la época virreinal gracias a que la política colonial les permitió a los sobrevivientes conservar sus calpolli organizados mediante un ritmo rotativo y, en gran parte, sus formas religiosas discernibles tras el rito cristiano que públicamente asumieron.

Los paisajes del México central no se prestaban fácilmente a los tres fines de largo alcance de las autoridades españolas (control del territorio, recaudación del tributo y evangelización) dado que los pobladores de los altepetl vivían frecuentemente en casas muy dispersas y en lugares montañosos de difícil acceso. Como señalamos, la existencia de grandes ciudades era, demográficamente hablando, excepcionales. La mayoría de la población indígena vivía en laderas sin un patrón de asentamientos concentrado ni necesariamente con viviendas contiguas. Así pues, las autoridades españolas tuvieron que idear la manera de juntar a los indígenas, de "urbanizarlos" y de esta manera "civilizarlos" (Ramírez-Ruiz y Fernández-Christlieb, 2006). Con ese propósito, los españoles diseñaron y aplicaron una política de concentración poblacional y de desarrollo urbano mediante la que fundaron poco más de quinientas repúblicas de indios en el México central y meridional, tomando como base los núcleos donde estaba el palacio, el mercado y el templo de un altepetl; o bien, diseñando asentamientos completamente nuevos en parajes llanos y de fácil acceso (Garza, 2007).

Por lo general, se abandonaron las laderas de los cerros para asentarse en las planicies. Las nuevas concentraciones poblacionales materializaban ideas renacentistas que los propios europeos no habían tenido oportunidad de construir en Europa sino excepcionalmente (Chueca-Goitia,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

1986, Sartor, 1992). Al tener la oportunidad de construir nuevos pueblos en América lo hicieron con valores de geometría regular, tales como las calles tiradas a cordel y las plazas y atrios cuadrangulares. En el centro de la urbanización establecieron una capilla, iglesia o monasterio y frente al edificio religioso trazaron una plaza. Esta plaza dio, en la mayoría de los casos, la pauta para delinear las demás calles rectas hacia la periferia. Esta es la base urbanística de los típicos pueblos mexicanos que hoy perduran y que marcaron el paisaje desde el siglo XVI. El padrón de asentamientos cambió, el idioma fue sustituido por el castellano cuando fue posible y muchos de los rasgos identitarios se modificaron en consecuencia (Licate, 1981). Los calpolli se reagruparon como barrios en torno al núcleo de la plaza central y la iglesia y los pobladores se asentaron más densamente.

Hubo, sin embargo, casos en los que la dinámica rotativa del altepetl sobrevivió en los pueblos de indios y los cargos y responsabilidades también fueron rotando. Como reminiscencia de esa lógica quedan muchos pueblos rurales en México donde, una parte principal de la fiesta consiste en sacar de la iglesia alguna imagen del rito católico y llevarla a pasear por los barrios. Quizá en España este tipo de manifestación también tiene lugar en festividades de vírgenes y santos, pero en el caso mexicano está probado que los recorridos muchas veces visitan sitios de sacralidad prehispánica y se hacen siguiendo el orden rotativo de la antigüedad.

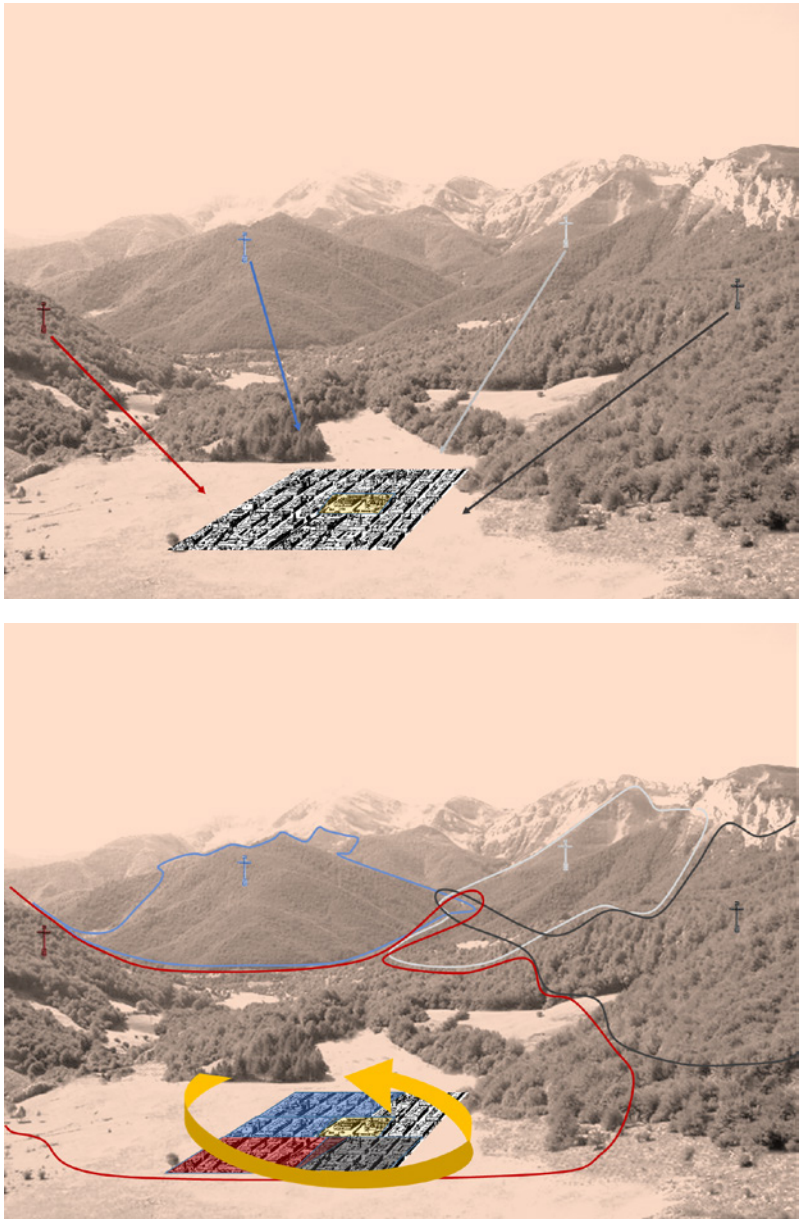
Asimismo, las elevadas cuencas y valles del México central sufrieron profundos cambios con la conquista y el establecimiento del régimen virreinal; con la llegada de los españoles se cortaron enormes cantidades de árboles como material de construcción y como combustible, dejando espacio abierto para la introducción del ganado que arrasó también con otras especies vegetales y permitió la erosión (Butzer, 1992; Melville, 1997).[6] El arado español labraba la tierra con mayor profundidad que el bastón plantador de los indígenas y también favoreció la pérdida de suelo. Se adaptó el sistema hidráulico de la época prehispánica a las necesidades de los europeos redistribuyendo el agua en ocasiones en perjuicio de los altepetl. Los antiguos parajes donde tuvieron sus casas en los cerros fueron abandonados y entre los altepetl se formó una nueva jerarquía que ya no correspondía necesariamente a la visión indígena sino a la nueva en donde unos pueblos pasaron a ser "cabecera" y otros a subordinarse como pueblos "sujetos".

En síntesis, los principales cambios en el paisaje tuvieron que ver con la pérdida de bosques y de tierras de cultivo, y la construcción de pueblos de calles rectas alrededor de una iglesia y de bardas o cercas limitando los espacios destinados a la ganadería. Gibson (1964) señala, además, el interesante caso de la expansión del maguey en el paisaje novohispano ocupando las milpas abandonadas. El pulque embriagante que se producía a partir del extracto de dicho agave, entró en el hábito de esta sociedad devastada y desmoralizada. En la siguiente tabla podemos comparar los elementos que definieron al altepetl antes de la conquista con los que lo definieron después.

6. Ello no quiere decir que en los tiempos previos a la irrupción europea no existieran procesos severos de degradación ambiental. Como se ha señalado, a la llegada de los españoles los paisajes americanos mostraban las huellas ecológicas de miles de años de manejos agrícolas intensivos y de explosiones demográficas, en diferentes momentos y en diversas regiones (Denevan, 1992). Sin embargo, el cambio geográfico y ambiental que se presentó a partir de la colonización europea implicaba la transformación radical e inédita de los paisajes, en un corto periodo de tiempo –el siglo XVI–, derivada de la priorización de dos actividades: la minería en gran escala, como actividad económica fundamental, y la ganadería. A ello se sumó la caída demográfica, producto del arribo de enfermedades sin antecedentes americanos y para las cuales no existían defensas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 5. La población congregada en pueblos se diferencia al interior por el origen del calpolli o del altepetl que proceden sus familias. Ahora se llaman barrios, pero pueden en muchos casos mantener el orden de la rotación que tenían antes de la conquista.



Fuente: Elaboración propia; dibujo Ximena Gómez.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 1. Características del altepetl y del pueblo de indios colonial

ALTEPETL ANTES DE 1521	PUEBLO DE INDIOS COLONIAL
Territorio: espacio suficiente con recursos y tierras para mantener a la población del *altepetl*	Territorio: frecuentemente la misma demarcación del *altepetl* reconocida por las nuevas autoridades españolas
Población: dividida en dos clases: *pipiltin* y *macehualtin*	Población: las dos clases se subordinan a las autoridades españolas y se diluyen hasta casi desaparecer
Gobernante: tlatoani ejerce la soberanía sobre el *altepetl* y sin sujeción a otras entidades.	Gobernante: cacique, supeditado a las órdenes del corregidor o del gobernador, entre otras autoridades seleccionadas por los españoles
Cuatro *calpolli* o unidades familiares procedentes de una misma etnia, con un dios titular y un oficio específico	Cuatro o más barrios, comúnmente herederos de los *calpolli* pero mezclados étnica y laboralmente debido a las reagrupaciones causadas por la mortandad
Tianquiztli o mercado ambulante cada 20 días	Mercado probablemente semanal
Teocalli, posiblemente en un centro ceremonial y encima de una pirámide	Capilla, Iglesia o Monasterio como centro de la religiosidad local y como foco evangelizador
Tecpan, donde reside la alta clase gobernante	Palacio de gobierno, particularmente de las autoridades derivadas de la Corona española; hubo también recintos para cabildos indígenas.
Rotación de cargos y responsabilidades	La rotación de cargos y responsabilidades continúa, pero con una versión cristianizada

Fuente: García-Martínez (1987); Lockart, (1991). Elaboración propia

Como se puede ver, hubo importantes diferencias entre el concepto de los altepetl prehispánico y colonial, conocido este último como "pueblo de indios". Sin embargo, resultan sorprendentes las adaptaciones creativas en el contexto de cambios radicales, que finalmente hicieron que la institución de origen mesoamericano se insertara en el mundo colonial y, en algunos casos, pudiera trascender hasta nuestros días.

En este texto hemos visto a qué punto el altepetl es una composición concebida entre el medio ambiente y la comunidad que lo define. La traducción más adecuada de la lengua náhuatl al castellano actual sería "paisaje", pero en el siglo XVI, no existía este vocablo. Altepetl fue la manera de referirse a la población y al territorio por igual. pero al traducirse simplemente como "pueblo o ciudad" (Molina, 1555-1571 [2001]), el concepto mesoamericano sufrió una reducción en todas las situaciones en que se usó el español para referirse a la geografía novohispana de diferentes escalas (García Martínez, 1999).

4. El modelo de paisaje. Conclusión

La importancia de conocer las generalidades que ofrece este modelo estriba en que el concepto de altepetl es fundamental para entender algunas porciones del medio rural mexicano del siglo XXI donde la tradición cultural o la lengua han resistido a la globalización. Desde luego que hace 50 años el modelo era mucho más identificable en muchos pueblos más, pero en ese entonces aun privaban los prejuicios urbanos contra los rasgos vivos del altepetl. Así se juzgaban como atavismo manifestaciones tales como la tenencia comunitaria de la tierra, la toma de decisiones en asambleas, las rotaciones en el acceso a cargos comunales o la relevancia de las fiestas del santo patrón que eran veladamente las mismas del dios ancestral de cada comunidad. A pesar de las iniciativas gubernamentales que beneficiaron después de la Revolución Mexicana al ejido, a las comunidades indígenas o a la educación rural, la verdad es que hace medio siglo estos prejuicios

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

seguían siendo política de estado en México. Aun a finales del siglo XX, quedó de manifiesto este rechazo al momento del levantamiento neozapatista chiapaneco, en donde el Estado Mexicano engañó a los sublevados para no reconocer sus reclamos ancestrales sobre la tierra y los recursos. Quizá la mejor prueba de esto es la insistencia oficial de que los pueblos originarios debían no sólo aprender el español, sino olvidar sus lenguas de tradición prehispánica. Así resulta admirable la resistencia del concepto altepetl y de las 95 lenguas indígenas clasificadas que han subsistido hasta el siglo XXI (INEGI, 2010). Conceptos análogos al de altepetl existen en la mayoría de estas lenguas. Por ejemplo, en mixteco (*yuhuitayu*), en otomí (*an dehe nttoehe*), en matlatzinca (*inpuhetzi*) o en totonaco (*chichu tsipi*). Cabe decir que, para la época de mayor esplendor de los mexicas, el náhuatl era prácticamente *lingua franca* en Mesoamérica de modo que altepetl era quizá un término muy bien comprendido.

Sin embargo, la omisión geográfica más grave de la que han sido víctimas los pueblos de tradición indígena en México a lo largo de los últimos siglos, ha sido la de haberlos definido como gente separada de su tierra. No es que las leyes no mencionen su derecho a ella, sino que la manera de reconocérselo está culturalmente desvinculada de su concepción de la vida.[7] Por eso es importante que la geografía produzca un modelo que haga más comprensible a la sociedad nacional y a los tomadores de decisiones, las diferencias en la manera de percibir a estas comunidades.

Para poner en práctica una visión renovada que sea a la vez respetuosa de las tradiciones comunitarias y que no deje de ser moderna, pareciera que un concepto adecuado es el de paisaje. En otros escritos hemos mostrado la sorprendente similitud entre el concepto de altepetl y el de *Landshaft* (paisaje en alemán) en el siglo XVI antes de la conquista de México. Esta comparación fue necesaria porque en el momento que los españoles llegan a Tenochtitlan, no existía la palabra "paisaje" en castellano, pero en cambio llevaba al menos dos siglos de existir el concepto de *Landschaft* en diversas lenguas germánicas y está presente en la corte administrativa del Sacro Imperio Romano Germánico cuyo monarca es Carlos V, en nombre de quien se hace la conquista de México (Fernández Christlieb, 2014; Urquijo, 2014).

En lenguas germánicas, el concepto de paisaje data del siglo XIV, como lo ha demostrado el geógrafo Kenneth Olwig, rastreándolo en lengua danesa (*Landskab*). Olwig estudió las comunidades de la península de Jutlandia y verificó que el significado de Landskab en ese entonces era el de un grupo de personas asociadas con un territorio y una serie de regulaciones o leyes que las mantenían unidas (Olwig, 2002). Este hallazgo ha desbaratado las hipótesis de otros geógrafos como Denis Cosgrove y de historiadores del arte como Javier Maderuelo en el sentido de que el paisaje es un escenario natural cuya representación no tiene otra intención que exaltar la belleza (Cosgrove, 1993; Maderuelo, 2006). Para nosotros, la clave del paisaje no es el escenario susceptible de ser representado sino la comunidad que lo mora. Es cierto que, en el trabajo de varios pintores de los siglos XVI y XVII, el paisaje era una representación con intenciones únicamente artísticas, lo que llevó a definir paisaje de una manera mucho más neutra y despolitizada en el que la gente

7. El artículo 4 de la constitución política afirma que "la nación mexicana tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas. La ley protegerá y promoverá el desarrollo de sus lenguas, culturas, usos, costumbres, recursos y formas específicas de organización social, y garantizará a sus integrantes el efectivo acceso a la jurisdicción del estado. En los juicios y procedimientos agrarios en que aquellos sean parte, se tomarán en cuenta sus prácticas y costumbres jurídicas en los términos que establezca la ley". Sin embargo, como hemos dicho, la cultura del México nacional no permite siquiera el cumplimiento de esta ley básica. El artículo 27 es claro al respecto: "la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada".

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

resultaba un estorbo o, en el mejor de los casos, una graciosa decoración. Histórica y geográficamente la realidad es otra: sin gente no hay paisaje.

Vale la pena citar aquí la descripción del programa que promueve actualmente la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México y que parece ser uno de los intentos más serios por redefinir, desde los órganos del estado, la noción de paisaje con base en la institución prehispánica del altepetl.

"*Altepetl* es un programa integrado por tres componentes relativos a la conservación de bosques, fomento a la producción agroecológica y comercial para núcleos agrarios y pequeños propietarios que conforman el Suelo de Conservación, así como la protección y restauración de bienes patrimoniales y culturales tangibles e intangibles de la Zona Patrimonio Mundial, Natural y Cultural de la Humanidad en Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco. Está conformado por los componentes *Cuautlan*, que está dirigido a la conservación de los bosques; el *Centli* cuyo significado es maíz que estará encaminado para la actividad productiva y finalmente el componente *Nelhuayotl* que significa raíz y va orientado a la cultura y las tradiciones de nuestros pueblos" (SEDEMA, CDMX, 2019).

A pesar de los programas oficiales impulsados en el México de hoy esta omisión, la de no reconocer el territorio como parte de los pueblos, no ha sido resarcida. Lo será cuando se haga efectivo el reconocimiento del paisaje como un bien colectivo formado por una comunidad y un territorio, incluidos todos los recursos que sirven a la población de ese territorio. Es imaginable que, por la presión contemporánea sobre los recursos y sobre el territorio, ahora ese paisaje deba ser compartido. Esto significa que aquellos moradores o miembros de una comunidad contemporánea, independientemente de ser indígenas o no, pudieran tener el derecho de vivir armónicamente con su entorno y sus recursos, pero con la obligación de rediseñar el paisaje para una sostenibilidad duradera.

Un caso ejemplificativo es el de los pueblos originarios de la Alcaldía de Milpa Alta, al sur de la Ciudad de México, cuya organización territorial, disposición de los barrios y toponimias pueden rastrearse, por lo menos, hasta el siglo XVI. Sin embargo, como ha estudiado Paula López Caballero (2012), más que una continuidad de elementos prehispánicos, en la actualidad, los pueblos considerados originarios han logrado revalorizar dinámicamente los elementos de su territorio, adaptándolos creativamente a las necesidades del contexto, como un mecanismo de defensa ante amenazas externas y ponderando el derecho al arraigo. De esta manera, el altepetl refiere mucho más al presente en el que se practica y defiende, que a los orígenes remotos a los que se les asocia.

En el contexto actual de sobrevivencia de las comunidades indígenas mexicanas, es preciso entender el término paisaje como el conjunto de una comunidad con su entorno en el que vive y trabaja y en el que está depositada su identidad histórica y cultural. Los geógrafos hemos trabajado desde diversos frentes por la protección de los paisajes, pero quizá el enfoque adoptado no haya sacado ventaja de las experiencias indígenas y de los antecedentes del altepetl como institución definitiva de la organización territorial mexicana. El modelo aquí presentado pudiera aportar una síntesis para estudiar con otra lente los paisajes mexicanos ligados a sus comunidades y defenderlos como algo integral. Una institución nueva que ha entendido este concepto en México es la de Geoparque, una sucesión de paisajes cuyos gestores son los propios habitantes y que goza de reconocimiento formal del Estado y de organismos internacionales (Palacio Prieto, 2013, Ramírez Miguel, 2017).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

El paisaje es un espacio que implica además la representación de dicho espacio de modo que las pinturas, mapas, descripciones y fotografías que se hagan de un paisaje específico son parte fundamental de su definición y su producción suele servir para mantener la integridad de dicho paisaje, no la separación de tierra y gente. La cartografía de los paisajes que los geógrafos podamos producir junto con las comunidades será de gran utilidad para la defensa del concepto de altepetl y de su derecho a organizar la vida de las comunidades de tradición indígena y a aquellas que no necesariamente proceden de raíces mesoamericanas.

5. Bibliografía

- Astorga, D. (2014). Tlacauhtli, altepetl y tlalli: conceptos básicos de estructuración del espacio, territorio y tierra en el México pre-colombino, *Revista de Historia y Geografía*, (31), 47-61. https://doi.org/10.29344/07194145.31.376
- Aveni, A. F. (1991). *Observadores del cielo en el México Antiguo,* México: Fondo de Cultura Económica.
- Barabas, A. M. (ed.) (2003). *Diálogos con el territorio. Simbolizaciones sobre el espacio en las culturas indígenas de México,* México: INAH.
- Barnes, T. J. & Duncan, J. S. (eds.) (1992). *Writing worlds. Discourse, text & metaphor in the representation of landscape,* London and New York: Routledge.
- Bernal-García, M.-E. & García-Zambrano, A.-J. (2006). El altepetl colonial y sus antecedentes prehispánicos: contexto teórico-historiográfico, En Fernández-Christlieb, F. & Garcia-Zambrano, A.-J. (eds.) *Territorialidad y paisaje en el altepetl del siglo XVI.* México: Fondo de Cultura Económica/Universidad Nacional Autónoma de México.
- Braudel, F. (1958 [1999]). "La larga duración", en *La historia y las ciencias sociales*, Madrid, Alianza.
- Broda, J. y Báez-Jorge, F. (2001). *Cosmovisión, ritual e identidad de los pueblos indígenas de México,* México, Fondo de Cultura Económica.
- Broda, J., Iwaniszewski, S. & Montero, A. (eds.) (2001). *La Montaña en el paisaje ritual,* México: BUAP / CONACULTA / INAH / UNAM.
- Bueno, I. (2005). Tlatelolco: la gemela en la sombra. *Revista Española de Antropología Americana*, 133-148.
- Butzer, K. W. (1992). Spanish Conquest Society in the New World: Ecological Readaptation and cultural transformation, In S. Tuck Wong (ed.), *Persons, place and thing: Interpretative and empirical essays in Cultural Geography*, Baton Roudge, Louisiana State University, 211-241.
- Carrasco, P. (1961). El barrio y la regulación del matrimonio en un pueblo del valle de México en el siglo XVI, *Revista mexicana de estudios antropológicos*, (17).
- Chávez, G. D. (1986 [1579]). Relación de la Alcaldía Mayor de Metztitlan y su jurisdicción. *In:* ACUÑA, R. (ed.) *Relaciones Geográficas del siglo XVI: México*, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chorley, R. J. & Haggett, P. (eds.) (1967). *Models in Geography,* London/New York: Methuen.
- Chueca-Goitia, F. (1986). *Breve historia del urbanismo,* Madrid: Alianza Editorial.
- Cortés, H. 1519-1534 (1970). *Cartas de Relación,* México: Porrúa.
- Cosgrove, D. (1993). *The Palladian landscape. Geographical Change and Its Cultural Representations In Sixteenth-Century Italy,* London: Leicester university Press.
- Cosgrove, D. (2002). Observando la naturaleza: el paisaje y el sentido europeo de la vista. *Boletín de la A.G.E.*, 63-89.
- Curiel, A. D. ([1579] 1986). Relación de Totolapan y su partido, en Acuña, R. (ed.) *Relaciones geográficas del siglo XVI: México. Tomo tercero.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- De la Torre Villar, E. (1995). *Las congregaciones de los pueblos de indios. Fase terminal: aprobaciones y rectificaciones,* México: Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM.
- Denevan, M. W. (1992). The Pristine Myth: The Landscape of the Americas in 1492, *Annals of Association of American Geographers*, 82 (3), 369-285. www.jstor.org/stable/2563351
- Donadieu, P. & Périgord, M. (2005). *Clés pour le paysage,* Paris: Éditions OPHRYS.
- Durand-Dastès, F. (1992). Les modèles en géographie. *In:* Bailly, A., Ferras, R. & Pumain, D. (eds.) *Encyclopédie de Géographie.* Paris: Economica.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Fernández Christlieb, F. (2014). El nacimiento del concepto paisaje y su contraste en dos ámbitos culturales: el viejo y el nuevo mundo, en S. Barrera y J. Monroy (eds.), *Perspectivas sobre el paisaje*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, pp. 55-79.
- Fernández Christlieb, F. y Urquijo, P. S. (2006). Los espacios del pueblo de indios tras el proceso de Congregación, 1550-1625, *Investigaciones geográficas*, (60), 145-158.
- Florescano, E. (1997). *Etnia, estado y nación: ensayo sobre identidades colectivas en México,* Mexico, Aguilar.
- Friedlander, J. (1994). *Ser indio en Hueyapan. Un estudio de identidad obligada en el México contemporáneo*, México: CONACULTA.
- Galarza, J. (1991). Lienzos o mapas aztecas. Manuscritos pictóricos mexicanos de contenido cartográfico. *Chicomoztoc,* (1991), 5-27.
- García Castro, R. (1999). *Indios, territorio y poder en la provincia Matlatzinca. La negación del espacio político de los pueblos otomianos, siglos XV-XVII,* México: El Colegio de México.
- García Chávez, R. (2007). El Altepetl como formación sociopolítica de la Cuenca de México. Su origen y desarrollo durante el posclásico medio. *Arqueoweb,* (8). https://webs.ucm.es/info/arqueoweb/pdf/8-2/garcia.pdf
- García Martínez, B. (1987). *Los pueblos de la sierra. El poder y el espacio entre los indios del norte de Puebla hasta 1700,* México: El Colegio de México.
- García Martínez, B. (1999). La naturaleza política y corporativa de los pueblos de indios, *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia*, (42), 213-236.
- García Martínez, B. (2008). *Las regiones de México. Breviario geográfico e histórico*, México: El Colegio de México.
- García-Zambrano, A. J. (2006). *Pasaje mítico y paisaje fundacional en las migraciones mesoamericanas,* Cuernavaca, México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Garibay, A. M. (ed.). (1985). "Historia de los mexicanos por sus pinturas", en *Teogonía e historia de los mexicanos. tres opúsculos del siglo XVI*, México: Porrúa.
- Garza Merodio, G. G. (2007). *Mapa político territorial de Mesoamérica hacia 1520*. México: Instituto de Geografía UNAM.
- Gibson, C. (1964). *The Aztecs Under Spanish Rule. A History of the Indians of the Valley of Mexico 1519-1810,* Stanford: Stanford University Press.
- Giménez, G. (2000). Territorio, cultura e identidades. La región sociocultural. En Rosales, R. (ed.) *Globalización y regiones en México.* México: UNAM / Porrúa.
- Gobierno de la Ciudad de México. Programa Altepetl, México, Secretaría de Medio Ambiente, https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/altepetl
- Hunter, R. & Sluyter, A. (2011). How incipient colonies create territory: the textual surveys of New Spain, 1520s-1620s. *Journal of Historical Geography*, 288-299. https://doi.org/10.1016/j.jhg.2011.01.005
- INEGI (2010). *Clasificación de lenguas indígenas 2010,* México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Lacoste, Y. (2003). *De la géopolitique aux paysages. Dictionnaire de la géographie,* Paris: Armand Colin.
- Leibsohn, D. (2009). *Script and Glyph. Pre-Hispanic History, Colonial Bookmaking and the Historia Tolteca-Chichimeca,* Washington D.C: Dumbarton Oaks.
- León Portilla, M. (2006). *La filosofía náhuatl estudiada en sus fuentes, Serie Cultura Náhuatl-Monografías /10, 10a ed., México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, 2006,* México: UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas.
- Licate, J. A. (1981). *Creation of Mexican Landscape: Territorial Organization and Settlement in the Eastern Puebla Basin, 1520-1605,* Chicago: The University of Chicago Department of Geography.
- Lockhart, J. (1992). *The Nahuas after the Conquest. A Social and Cultural History of the Indians of Central Mexico, Sixteenth Through Eighteen Centuries,* Stanford: California, Stanford University Press.
- López Austin, A. (1995). Los Mexicas y su Cosmos. *In:* MATOS MOCTEZUMA, E. (ed.) *Dioses del México antiguo.* México: Museo del Antiguo Colegio de San Ildefonso.
- López Austin, A. (1999). *Tamoanchan y Tlalocan,* México: Fondo de Cultura Económica.
- López-Austin, A. (1989). *Cuerpo humano e ideología. Las concepciones de los antiguos nahuas,* México: UNAM.
- López Caballero, P. (2012). *Indígenas de la nación. Etnografía de la alteridad en México (Milpa Alta, siglos XVII-XXI)*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Maderuelo, J. (2006). *El paisaje. Génesis de un concepto,* Madrid: Abada editores.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Melville, E. G. K. (1997). *A Plague of Sheep. Environmental consequences of the conquest of Mexico,* Cambridge: Cambridge University Press.
- Molina, A.-D. (1555-1571 [2001]). Vocabulario en lengua castellana y mexicana y mexicana y castellana. México: Porrúa.
- Navarrete Linares, F. (2011). *Los orígenes de los pueblos indígenas del valle de México. los altépetl y sus historias*, México: Instituto de Investigaciones Históricas UNAM.
- Noguez, X. (2001). Altepetl, eN CARRASCO, D. (ed.) *The Oxford Encyclopedia of Mesoamerican Cultures.* Oxford: Oxford University Press.
- Okoshi Harada, T., Machault, J. & Sarmiento Tepoxtecatl, A. (eds.) (2018). *Recorriendo el lindero, trazando la frontera. Estudios interdisciplinarios sobre el espacio y las fronteras en las sociedades indígenas*, México: Coordinación General de Estudios de Posgrado UNAM.
- Olwig, K. R. (2002). *Landscape, Nature, and the Body Politic,* Madison Wisconsin: University of Wisconsin Press.
- Palacio Prieto, J. L. (2013). Geositios, geomorfositios y geoparques; importancia, situación actual y perspectivas en México, *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 24-37. https://doi.org/10.1016/S0188-4611(13)72784-5
- Ramírez Miguel, X. (2017). Importancia del trabajo comunitario participativo para el establecimiento del Geoparque Mundial de la UNESCO, Mixteca Alta, Oaxaca, México *Investigaciones Geográficas,* 2017, 1-11. https://doi.org/10.14350/rig.59435
- Ramírez-Ruiz, M. & Fernández-Christlieb, F. (2006). La policía de los indios y la urbanización del altepetl, en Fernández-Christlieb, F. & García-Zambrano, A. J. (eds.) *Territorialidad y paisaje en el altepetl del siglo XVI.* México: Fondo de Cultura Económica / Instituto de Geografía UNAM.
- Reyes García, C. (2000). *El Altepetl, origen y desarrollo: construcción de la identidad regional náhuatl,* Zamora: El Colegio de Michoacán.
- Rojas Rabiela, T. (1988). *Las siembras del ayer. La agricultura indígena del siglo XVI*, México: CIESAS/SEP.
- Romero, J. R. (1999). La ciudad de México. Los paradigmas de dos fundaciones. *Estudios de Historia Novohispana*, 13-32. http://dx.doi.org/10.22201/iih24486922e.1999.020.3493
- Sahagún, B.-D. (1570-1582 [1999]). *Historia general de las cosas de la Nueva España,* México: Porrúa.
- Sartor, M. (1992). *Arquitectura y urbanismo en Nueva España, siglo XVI,* México: Azabache.
- Schroeder, S. (1991). *Chimalpahin and the Kingdoms of Chalco,* Tucson: University of Arizona Press.
- Secretaría de Educación Pública. (1975). *Códice Boturini*, México, SEP.
- Siemens, A. H. (2002). El Rub al-Kahli prehispánico de los Tuxtlas: una interpretación del paisaje, en B. García Martínez y M. R. Prieto (comps.), *Estudios sobre historia y ambiente en América, II*, México; El Colegio de México, pp.161-202.
- Solis, G. 1985 [1580]. Relación de Atlatlahucan, en Acuña, R. (ed.) *Relaciones Geográficas del Siglo XVI, México, Tomo Primero.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Spores, R. & Balkansky, A. K. (2013). *The Mixtecs of Oaxaca : ancient times to the present,* Norman: University of Oklahoma Press.
- Terraciano, K. (2001). *The Mixtecs of Colonial Oaxaca: Nudzahui History, Sixteenth Through Eighteenth Century,* Stanford California: Stanford University Press.
- Tezozomoc, H. A. (1980). *Crónica mexicana*, México: Editorial Porrúa.
- Townsend, C. (2009). Glimpsing Native American Historiography: The Cellular Principle in Sixteenth-Century Nahuatl Annals. *Ethnohistory,* 56, 625-650. http://10.1215/00141801-2009-024
- Urquijo, P. S. (2014). El paisaje como concepto geográfico, histórico y ambiental, en Barrera-Lobaton, S. y Monroy, J. (eds.), *Perspectivas sobre el paisaje*, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 81-116.
- Withmore, T. M. & B. L. Turner II. (2001). *Cultivated landscapes of Middle America on the Eve of Conquest*, Oxford: Oxford University Press.
- Yoneda, K. (2017). Indigenous Hous Plans and Land in Mexico City (Sixtheenth Century). *In:* Armstrong-Fumero, F. & Hoil Gutiérrez, J. (eds.) *Legacies of Space and Intangible Heritage. Archaelogy, Ethnohistory, and The Politics of Cultural Continuity in the Americas.* Boulder: University Press of Colorado.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Sobre los autores

Federico Fernández Christlieb
Licenciado en Geografía y maestro en Historia de México por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Doctor en Geografía por la Universidad de París-Sorbona. Fue becario del Instituto Superior de Arquitectura-La Cambre de Bruselas y del programa Erasmus de la Unión Europea en el University College de Londres. Es autor de libros y decenas de capítulos y artículos sobre Geografía cultural e histórica de México. Profesor invitado en las universidades de Sussex, Inglaterra y Ottawa, Canadá. Actualmente es Investigador titular del Instituto de Geografía de la UNAM.

Pedro Urquijo Torres
Doctor en Geografía y licenciado en Historia por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestro en Historia por la Universidad Michoacana. Sus investigaciones se centran en la geografía cultural, la geografía histórica y la historia ambiental. Es investigador titular del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.10765
Vargas, J. (2020). Análisis sobre cumplimiento de los Planes de emergencia por sequía
Cuadernos Geográficos 59(2), 241-262

Análisis sobre el cumplimiento de los Planes de emergencia por sequía para abastecimientos urbanos en Andalucía

Jesús Vargas Molina [1]

Recibido: 19/09/2019 | 13/02/2020

Resumen

El desarrollo y la aplicación de estrategias de gestión del riesgo de sequía adaptadas a los entornos urbanos es uno de los principales retos que plantea el cambio climático. En este sentido, los planes de sequía suponen una herramienta fundamental para la anticipación, la preparación y adaptación al riesgo en cada contexto específico. El artículo 27 de la Ley 10/2001 de Plan Hidrológico Nacional articula la obligación de elaborar e Planes de Emergencia por Sequía (PEM) en los abastecimientos urbanos. El objetivo de esta investigación es realizar un análisis sobre el cumplimiento de la obligación de elaborar estos PEM en los abastecimientos urbanos de Andalucía, territorio que recurrentemente se ve afectado por este riesgo. Para ello se ha realizado un análisis estructurado de información de la planificación hidrológica y los sistemas de abastecimiento urbano de esta Comunidad Autónoma. Los resultados arrojan un incumplimiento casi sistemático de esta obligación y por tanto una falta de preparación para hacer frente a este tipo de eventos en los ámbitos urbanos de Andalucía.

Palabras clave: Abastecimientos urbanos; Andalucía; Planes de emergencia; Riesgo; Sequía

Abstract

Compliance assessment of urban supply systems drought plans in Andalusia

Drought risk adaptation is one of the main challenges facing urban environments reinforced by the forecasts of climate change on the increase in frequency and intensity of these phenomena in southern Europe. Thus, developing and applying management adaptation strategies is a priority issue in these environments. Drought plans are the main tool to face drought risk based on prevention, preparation and risk adaptation in each specific context. In Spain, article 27 of Law 10/2001 of the National Hydrological Plan (PHN) compels urban water supply administrations to prepare Urban Water Drought Emergency Plans (PEM) in urban supplies systems. The work aims to analyze the degree of compliance with the obligation to develop Drought Risk Plans (PEM) in urban supply systems in Andalusia, a territory repeatedly affected by this hazard. For this, a structured analysis of information on hydrological planning and urban supply systems of the Autonomous Community has been carried out. The results show an almost systematic breach of this obligation and therefore a lack of preparation to deal with this type of events in the urban supply systems of Andalusia.

Keywords: water supply systems; Andalusia; Drought risk planning; Drought risk

1. Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, jvarmol@upo.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

1. Introducción

La sequía se define como una anomalía pluviométrica negativa lo suficientemente intensa y prolongada como para generar impactos adversos en la sociedad o el medio ambiente (Pita, 2007). Este fenómeno es común y recurrente en la península Ibérica, dada su situación geográfica, entre la zona de circulación general del oeste de latitudes medias y el área de influencia del anticiclón subtropical de las Azores (Olcina, 2001). Además, los modelos de cambio climático pronostican un previsible aumento en la frecuencia e intensidad de este tipo de fenómenos en las regiones del sur de Europa (IPCC, 2014; CEDEX, 2017). Todo ello se conjuga con la persistencia de un modelo de gestión de recursos hídricos expansionista, que somete a los sistemas hídricos a fuertes niveles de presión haciendo más vulnerables a los sistemas hídricos ante los efectos de una sequía (Del Moral, 2010; Vargas y Paneque, 2019).

El efecto de las sequías en los abastecimientos urbanos es reconocido como uno de los principales desafíos que plantea el cambio climático en las ciudades (COP21/CMP11). El riesgo de desabastecimiento de agua para el consumo doméstico afecta a la base de la sociedad de bienestar y puede suponer afecciones sociales, económicas y ambientales muy severas (Rico, 2004; Aparicio, 2007). En España, a pesar de que el consumo medio de agua en los hogares ha disminuido hasta los 132 l/hab/día (AEAS, 2018), se observa un incremento de las demandas de agua en las aglomeraciones urbanas relacionado en gran medida, con el incremento y la concentración de población y las actividades económicas en espacios urbanos (Rico Amorós, 2004; Morote y Hernández, 2017; Romero *et al*., 2018; Morote, 2019). Se constata un envejecimiento del estado de las infraestructuras de abastecimiento, que presentan de media un volumen del 22% de agua no registrada –incluye las pérdidas aparentes y reales del agua– y unas tasas de renovación anual del 0,6%, según el último Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España 2018 (AEAS, 2018). Todo ello, en ausencia de herramientas de adaptación al riesgo de sequía adaptadas a las diferentes realidades de cada contexto urbano (Hernández-Mora et al., 2018).

El más que previsible crecimiento de las áreas urbanas dependerá cada vez más de la capacidad de los sistemas de abastecimiento para suministrar de forma fiable y sostenible los recursos necesarios y de que estos sean los suficientemente robustos para hacer frente a las sequías (Buurman, 2017). Afrontar este reto pasa por asumir la normalidad de este tipo de eventos, aprender a convivir con ellos y desarrollar herramientas de gestión proactivas que faciliten la adaptación, alejen el sentido reactivo y de emergencia y permitan minimizar los impactos (Paneque, 2015, Del Moral et al., 2017; Vargas y Paneque, 2019).

Los trabajos sobre la evaluación de prácticas, políticas y herramientas de adaptación al riesgo de sequía en los abastecimientos urbanos españoles han tenido un importante impulso en los últimos años desde diferentes perspectivas. Así, por ejemplo, Morote (2019) y Morote et al., (2018) han trabajado sobre la línea de las potencialidades del uso de recursos no convencionales; Olcina y Vera (2016) y Hernández y Morote (2019), han evaluado diferentes experiencias de adaptación en municipios turísticos del litoral mediterráneo español; Aparicio (2007) ha introducido el interesante debate sobre importancia y utilidad de integrar el riesgo de sequía en los planes de protección civil municipales. Este trabajo pretende incluir una nueva perspectiva en la línea de estas investigaciones que se centra en el análisis y seguimiento del desarrollo de los Planes de Emergencia por Sequía para abastecimiento urbanos (PEM)

Los planes de gestión del riesgo de sequía son la estrategia central cuando el objetivo es articular la gestión de este riesgo de forma proactiva (WMO y GWP , 2014; UN, 2015). Se basan en el

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

establecimiento de un sistema de indicadores que permite anticipar y hacer un seguimiento de la evolución de un período de sequía y establecer una serie de medidas progresivas mientras el fenómeno avanza (Wilhite *et al.*, 2000). Estos planes se orientan a la preparación, prevención y mitigación de los impactos, centrando el énfasis en la adaptación a la sequía y no tanto en la respuesta de emergencia (Knutson et al. 1998; Wilhite et al., 2000). Planificar supone anticiparse al problema antes de que este se haga inmanejable o exija la aplicación de medidas de contingencia ante el desastre. Como afirma el *National Drought Mitigation Center*, de la Universidad de Nebraska (EEUU), la experiencia demuestra que aquellos que planean responder al riesgo de sequía tienen mejores resultados que aquellos que reaccionan cuando ocurre un desastre.

En España, la aprobación de la Directiva 62/2000 (Directiva Marco de Agua, DMA) y su trasposición al ordenamiento jurídico español[2], así como la aprobación de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (LPHN) suponen un punto de partida fundamental hacia el cambio de paradigma desde la gestión tradicional reactiva de las sequías hacia una gestión proactiva (Paneque, 2015). Por un lado, la DMA establece que la planificación ordinaria de los recursos hídricos debe contribuir a paliar los efectos de las sequías. Por otro, la LPHN introduce, a través de su artículo *27. Gestión de sequías,* los planes de gestión de sequías como herramienta fundamental para hacer frente a este tipo de eventos, tanto a escala de demarcación hidrográfica mediante los planes especiales de alerta y eventual sequia (PES) (artículo 27.2 LPHN) como a escala de abastecimientos urbanos, mediante los planes de emergencia para abastecimientos urbanos en aquellos municipios o sistemas que atiendan singular o mancomunadamente a más de 20 000 habitantes (PEM) que deben ser coherentes con los PES de la demarcación correspondiente (artículo 27.3 LPHN).

La hipótesis de este trabajo es que, pese a los avances normativos y los logrados a escala de demarcación hidrográfica, el desarrollo de planes de gestión de sequías en el ámbito de los abastecimientos urbanos es todavía muy deficiente, lo que facilita en la práctica la persistencia del modelo reactivo y de emergencia para hacer frente a este tipo de eventos. Así, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis estructurado sobre el grado de cumplimiento y desarrollo de los PEM que permita identificar los retos pendientes en esta materia.

Para ello se ha seleccionado como caso de estudio la Comunidad Autónoma de Andalucía. En Andalucía la sequía es un fenómeno normal y recurrente (Pita, 1987; 2007). En el caso de los abastecimientos urbanos andaluces, el riesgo de sequía se ve acuciado por la acumulación de población y actividades económicas en espacios urbanos (el 82,7% de la población reside en centros o agrupaciones urbanas (IECA, 2018)) y la existencia de numerosos núcleos turísticos que multiplican su población en períodos estivales, incrementando las demandas. Además, se da una distribución de competencias entre el Estado (cuencas intercomunitarias) y Junta de Andalucía (cuencas intracomunitarias) que genera un régimen de gestión de sequías diferente en lo que se refiere a los PEM.

2. Planificación y gestión de sequías en Andalucía

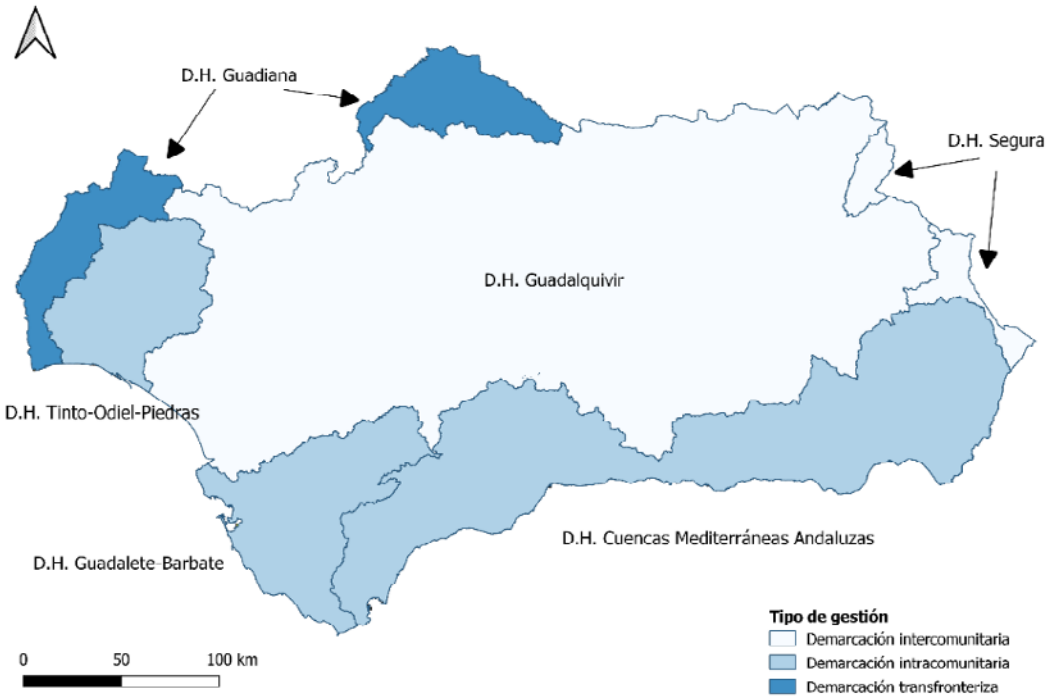
Las competencias en materia de gestión y planificación de agua (legislación, ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos) corresponden al Estado cuando la cuenca hidrográfica excede del territorio de una Comunidad Autónoma (cuenca intercomunitaria) y

2. Ley 62/2003, mediante la que se transpone la Directiva Marco del Agua (DMA)

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

a las Comunidades Autónomas cuando las aguas transcurren íntegramente por sus respectivos territorios (cuenca intracomunitaria)[3]. En Andalucía, en virtud del artículo 50 de la reforma del Estatuto de Autonomía (2007), que transfiere la competencia exclusiva en materia de aguas a la Comunidad Autónoma, siempre que estas transcurran íntegramente por territorio andaluz y su aprovechamiento no afecte a otros territorios, se aprueba la Ley 9/2010 del 30 de julio de Aguas de Andalucía. Esta Ley regula, entre otros asuntos, la planificación y gestión integral del ciclo hidrológico (Artículo 1.a), y el régimen de abastecimiento, saneamiento y depuración en el ciclo integral del agua de uso urbano, así como las entidades supramunicipales para las cuencas intercomunitarias de Andalucía (Artículo 1.d). Tras esta transferencia, se fija el nuevo ámbito territorial de las DH de las cuencas intracomunitarias situadas en Andalucía configurando el mapa administrativo de planificación del agua en Andalucía[4] (Figura 1). Esta distribución de competencias genera un régimen de gestión de sequías diferente en lo que se refiere a los PEM. Por un lado, se encuentran aquellos sistemas de abastecimiento (municipios o consorcios/mancomunidades) que se abastecen de alguna de las tres DH competencia del Estado (Guadalquivir, Segura y parte española del Guadiana). En este caso, se rigen por el artículo 27 de la Ley de PHN y, por tanto, están obligados a elaborar un PEM si abastecen singular o mancomunadamente a más de 20 000 habitantes. Por otro lado, se encuentran aquellos sistemas de abastecimiento que se abastecen de alguna de las tres DH intracomunitarias andaluzas (Cuencas Mediterráneas Andaluzas, Guadalete-Barbate y Tinto-Odiel-Piedras). En este caso, se aplica lo dispuesto en el artículo 63.2 de la Ley de Aguas de Andalucía y se reduce el umbral poblacional que determina la obligación de elaborar los PEM a 10 000 habitantes.

Figura 1. Demarcaciones hidrográficas de Andalucía



Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía. Elaboración propia

3. Criterio sentado por el artículo 149.1.22 de la Constitución Española; por la Ley 29/1985, de Aguas y por la interpretación de dicho criterio que estableció la STC 227/1988, de 29 de noviembre. Actualmente regulado por los artículos 16-18 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA)

4. Decreto 357/2009, de 20 de octubre, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas de las cuencas intracomunitarias situadas en Andalucía.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Los primeros PES de las DH intercomunitarias se aprobaron en el año 2007[5]. Por su parte, los PES de las DH andaluzas fueron aprobados en el año 2008. Desde entonces se han aprobado los planes hidrológicos de demarcación de dos ciclos de planificación hidrológica (2009-2015 y 2015-2021) a los que los PEM debían haberse adaptado. En el año 2017 al amparo de una modificación del Reglamento de Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007, RPH), y con el objetivo de impulsar la revisión y actualización de los PES, se publicó la Instrucción Técnica para la elaboración de los planes especiales de sequía y definición del sistema global de indicadores de sequía prolongada y escasez (IT).

La IT avanza en la determinación del procedimiento de aprobación de los PEM al indicar que los organismos de cuenca tienen que realizar un informe preceptivo donde se valore la coherencia entre el PES y el PEM, así como el cumplimiento del contenido básico en dicho plan de emergencia. Sin embargo, la IT no clarifica el procedimiento a seguir ni la división de competencias en las situaciones de municipios de más de 20 000 habitantes que total o parcialmente se abastecen en alta de una entidad mancomunada (incluye la captación del agua desde las fuentes y su transporte a los depósitos de cabecera del sistema de abastecimiento de que se trate y la potabilización del agua en las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP)), mientras que el municipio retiene la competencia de la gestión en baja (que implica la distribución del agua desde los depósitos de cabecera hasta el usuario final (doméstico, comercial, industrial, institucional, etc.)). Esta indefinición ha generado que cada demarcación hidrográfica haya asumido criterios diferentes en esta materia. Mientras que, en algunos casos, como en la demarcación del Júcar, se ha interpretado que la obligación es tanto de mancomunidades que abastecen a los municipios en alta como de los municipios que gestionan de manera individualizada su abastecimiento en baja, en otras demarcaciones, como la del Guadalquivir, se ha interpretado que únicamente las mancomunidades tienen esta obligación, excluyéndose a los municipios, aunque estos gestionen el servicio de abastecimiento en baja (Gallego, 2018). Para solventar esta cuestión, el borrador de modificación del RPH (art. 86) en su versión revisada (17 septiembre 2018) para el Consejo Nacional del Agua (CNA) de 11 de octubre de 2018, indicó que "2. En caso de que las competencias de la gestión en alta y en baja del abastecimiento urbano correspondan a distintas entidades, éstas serán responsables de la redacción de planes de emergencia en el ámbito de su respectiva competencia. Dichos planes deberán ser elaborados de forma coordinada". La distribución de competencias y obligaciones en relación con la elaboración de planes de gestión de sequías en Andalucía se resume en la Figura 2.

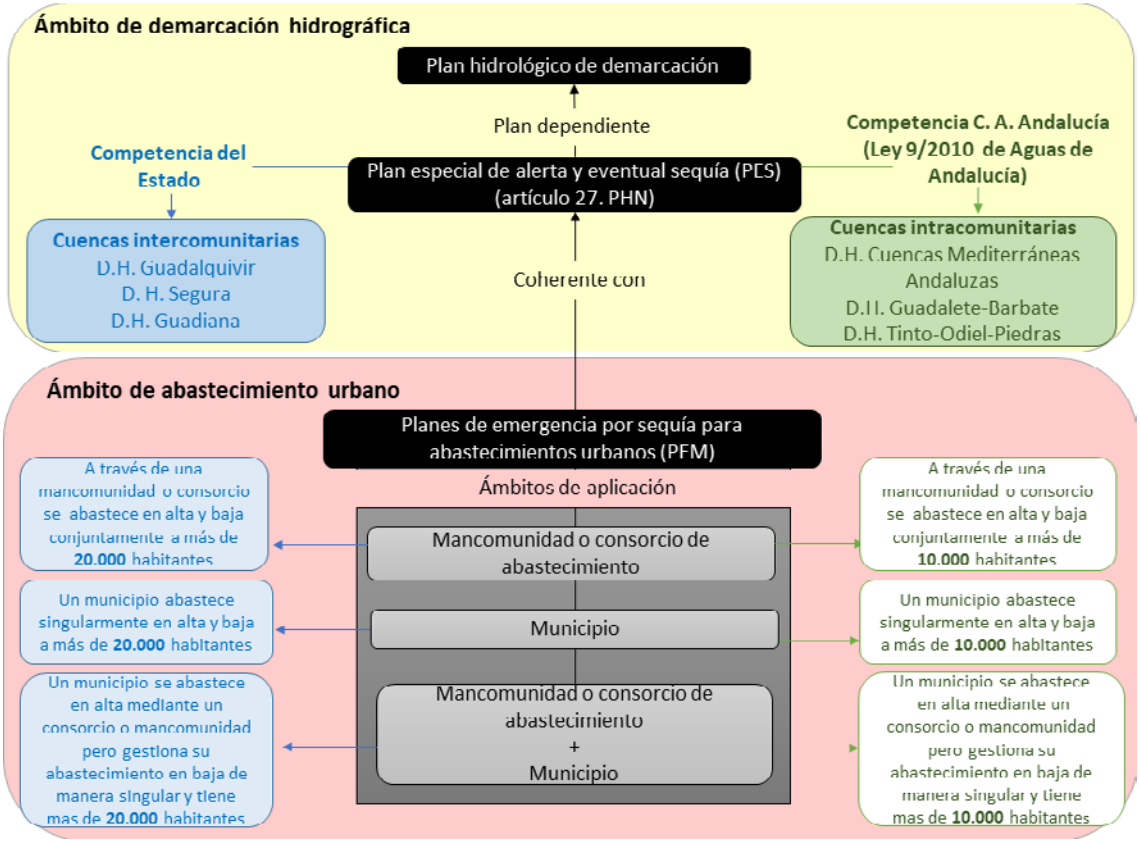
La publicación de la IT y la revisión de los PES de las DH intracomunitarias en 2018 han supuesto un importante impulso en el ámbito de las DH para identificar aquellos sistemas (municipios o consorcios) que tienen obligación de elaborar un PEM, así como una relación de contenidos mínimos que deben incorporar y, en algunos casos, el estado administrativo actual de dichos PEM. Así, para el conjunto de las DH intercomunitarias se han identificado un total de 213 sistemas con obligación de elaborar PEM, de los cuales solo el 8,5% se encuentran en vigor (Vargas *et al.*, 2018).

Por su parte, los PES de las DH intracomunitarias andaluzas en vigor fueron aprobados en el año 2008 y todavía no han sido actualizados. No existe información relativa a los PEM, ni sobre su desarrollo ni sobre los sistemas de abastecimiento con obligación de elaborar un PEM. Por tanto, no existe un diagnóstico para la mayoría de los municipios andaluces.

5. Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo, por la que se aprobaban los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en los ámbitos de los planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 2. Competencias administrativas para la planificación de sequías en Andalucía



Fuente: elaboración propia

3. Metodología

Se ha realizado un análisis estructurado de búsqueda de información, basado en la consulta de documentos oficiales y consultas (web y telefónicas) que se ha apoyado en el diseño de una base de datos geográfica (PostGIS) que ha facilitado la organización, el procesamiento y el análisis de la información. Esta metodología de análisis ha seguido los siguientes pasos:

En primer lugar, se ha realizado un análisis sobre la procedencia de los recursos hídricos de cada uno de los sistemas de abastecimiento. El análisis de esta información es fundamental para el objetivo de este trabajo por dos razones: la primera; esta información es básica para conocer las obligaciones de los distintos municipios o sistemas de abastecimiento de Andalucía. Si se abastecen de recursos de una demarcación intercomunitaria el umbral poblacional que determina la obligación de elaborar un PEM se sitúa en los 20 000 habitantes, mientras que si se abastecen de una demarcación intracomunitaria este umbral se rebaja a 10 000 habitantes; y la segunda, porque cada municipio o sistema de abastecimiento que esté obligado a elaborar un PEM debe hacerlo de manera coherente con las normas de operación del PES de la demarcación hidrográfica de la que se abastece. Sobre esta cuestión, la información suministrada por los planes hidrológicos sobre los abastecimientos urbanos ha generado una serie de dificultades que se detallan a continuación:

- Los límites geográficos de la demarcación y los límites administrativos no son siempre coincidentes, pudiéndose dar el caso de que un municipio se incluya geográficamente en territorio

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de una demarcación, pero se abastezca de recursos de otra. Por lo tanto, no será suficiente realizar un análisis geográfico, sino que es necesario revisar la documentación relativa a los abastecimientos urbanos de los planes hidrológicos de cada una de las DH andaluzas. En este caso se han analizado los planes hidrológicos correspondientes al segundo ciclo de planificación (2015-2021) de todas las DH de Andalucía. Todos ellos, excepto el de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, incluyen un apéndice de la memoria que incluye un listado detallado de los municipios abastecidos.

- Hay situaciones en las que un municipio es abastecido desde más de una demarcación. En este caso, y para simplificar y asignar una sola demarcación a cada municipio, se ha analizado si el municipio pertenece a algún sistema o consorcio de abastecimiento mediante una consulta web o telefónica. Cuando así ha sido, se ha vinculado el municipio a la demarcación en la que se incluye dicho sistema de abastecimiento o consorcio. Si por el contrario el municipio no pertenece a ningún sistema o consorcio se ha analizado la dotación de agua suministrada desde cada una de las DH y el municipio se ha incluido en la demarcación hidrográfica de la que recibe un porcentaje mayor de recursos.
- Por último, se han encontrado algunos municipios cuyo abastecimiento no se ha identificado en ningún plan hidrológico. En estos casos se ha analizado si el municipio pertenece a algún sistema o consorcio de abastecimiento y de ser así, se ha incluido dentro de la demarcación a la que pertenece dicho sistema de abastecimiento o consorcio. Si por el contrario el municipio no pertenece a ningún sistema o consorcio de abastecimiento se ha incluido en la demarcación hidrográfica en la que se localiza geográficamente.

En segundo lugar, se han identificado aquellos sistemas de abastecimiento que singular o mancomunadamente prestan servicio a más de 20 000 habitantes, para las DH intercomunitarias y a más de 10 000 habitantes para las DH intracomunitarias. Los planes hidrológicos utilizan la Unidad de demanda urbana (UDU) como escala territorial de asignación de recursos y estimación de demandas de agua urbana. Estas UDU están formadas por uno o varios municipios agregados que comparten el mismo origen del suministro (subcuenca, masa de agua subterránea, estación de tratamiento de agua potable o desaladora) y cuyos vertidos se realizan básicamente en la misma zona o subzona, y por tanto a efectos de planificación hidrológica, pueden considerarse unitariamente (punto 3.1.2.2.1 de la Instrucción de Planificación Hidrológica[6]). Sin embargo, estas UDU no coinciden con los sistemas de abastecimiento urbano a los que se refiere el artículo 27.3 de la LPHN por lo que los datos de los municipios que pertenecen a cada UDU (municipios que lo forman, población, demandas, etc.) no pueden utilizarse en este trabajo sin un tratamiento previo. Para identificar los municipios abastecidos desde cada DH deberá consultarse la relación de municipios de cada una de las UDU y posteriormente analizar a qué sistema de abastecimiento a efectos de gestión del abastecimiento en alta y en baja pertenece ya que esta información no aparece en los planes hidrológicos de demarcación.

Para las DH intercomunitarias se han consultado los PES aprobados en 2018. En estos planes se identifican aquellos sistemas de abastecimiento que atienden singular o mancomunadamente a más de 20 000 habitantes y se indica qué municipios forman parte de cada uno de ellos. Los datos poblacionales utilizados en los PES son del año 2015. Para este trabajo se han actualizado los datos poblaciones con datos del padrón municipal de 2018 (INE, 2018). En el caso de las DH intracomunitarias, la administración no identifica los sistemas con obligación de elaborar un PEM, y por tanto, ha sido necesario realizar un análisis mediante consultas a las páginas web y

6. Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

formularios de contacto de los diferentes sistemas de abastecimiento que se ha completado con llamadas telefónicas (a todos las mancomunidades o municipios) en aquellos casos en los que no se ha encontrado contenido en las webs oficiales. Además, para aquellos municipios para los que no se ha encontrado información directa o no se ha obtenido respuesta se ha consultado el Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo (SINAC), del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. El SINAC es un sistema de información sanitario que recoge datos sobre las características de los abastecimientos y la calidad del agua de consumo humano que se suministra a la población española (www.sinac.msssi.es). Además de datos sanitarios, ofrece información sobre el gestor municipal que opera y gestiona el abastecimiento en baja en cada municipio, por lo que ha resultado fundamental para identificar el tipo de gestión en esta fase del abastecimiento en los municipios. Este sistema identifica todas las zonas de abastecimiento del municipio (entidades locales autónomas, pedanías, población diseminada), pero para este trabajo se ha considerado únicamente la zona de abastecimiento del núcleo principal del municipio.

En tercer lugar, se han identificado aquellos municipios que forman parte de un sistema de abastecimiento consorciado o mancomunado para el abastecimiento en alta, pero gestionan su abastecimiento en baja de manera individual y además tiene más de 20 000 (para las DH intercomunitarias) o 10 000 habitantes (para las DH intracomunitarias) y, por tanto, tienen obligación de elaborar un PEM para su fase de baja, de acuerdo a los establecido por la modificación del RPH.

Por último, se ha analizado el estado administrativo de cada uno de los PEM, lo que nos permite tener un diagnóstico completo sobre el estado de estos planes en la Comunidad Autónoma de Andalucía. En el caso de las DH intercomunitarias se ha consultado la información sobre el estado administrativo de los PEM en los PES de 2018. Para el caso de las DH intracomunitarias se ha realizado en primer lugar una consulta a la Junta de Andalucía, encargada de informar sobre el estado de estos PEM, para la que no ha habido respuesta. Esta información se ha completado mediante consultas a las páginas web y formularios de contacto de los diferentes sistemas de abastecimiento y se ha completado con llamadas telefónicas en aquellos casos en los que no se ha encontrado contenido en las webs oficiales. El estado de los PEM se ha clasificado en función de si han sido informados al organismo de cuenca y si este ha emitido informe favorable o no.

4. Resultados

4.1. DH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

El PH de las C. M. Andaluzas (2015-2021) es el único de todos los consultados que no detalla el listado de municipios a los que abastece. A pesar de ello, se han identificado 254 municipios que se abastecen de recursos de esta demarcación. Solo el municipio de Pulpí (Almería) recibe también aportes de otra demarcación, la del Segura. Sin embargo, el propio plan hidrológico de la DH Segura reconoce que la mayoría de los recursos que abastecen a este municipio provienen de las C. M. Andaluzas y por tanto se ha incluido en la relación de municipios abastecidos por esta última. En la DH C. M Andaluzas hay 10 sistemas de abastecimiento consorciados o mancomunados que dan servicio a más de 10 000 habitantes. Además, hay 13 municipios que realizan la gestión del abastecimiento en alta y baja de manera individualizada y cuentan con más de 10 000 habitantes, y por tanto están obligados a elaborar un PEM (Tabla 1).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Tabla 1. Sistemas de abastecimiento con obligación de elaborar PEM en la DH Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Sistema abast.	Población	Municipios
Agua y Servicio de la Costa Tropical de Granada. Sector Almuñécar	28 643	Almuñécar, Jete, Lentegí y Otívar.
Aguas y Servicios de la Costa Tropical de Granada. Sector Contraviesa	10 588	Albuñol, Albuñuelas, Polopos, Rubite y Sorvilán
Aguas y Servicios de la Costa Tropical de Granada. Sector Motril	61 054	Lújar y Motril
Aguas y Servicios de la Costa Tropical de Granada. Sector Salobreña	15 155	Molvízar y Salobreña
Consorcio Provincial Aguas de Málaga	89 673	Alfarnate, Alfarnatejo, Algatocín, Almanchar, Almogía, Alozaina, Ardales, Arriate, Campillos, Cañete la Real, Canillas de Aceituno, Canillas de Albaida, Casabermeja, Colmenar, Comares, Cútar, El Borge, El burgo, Frigiliana, Fuente de Piedra, Gaucín, Humilladero, Macharaviaya, Parauta, Periana, Riogordo, Sayalonga, Sedella, Serrato, Torrox, Totalán, Valle de Abdalajís, Villanueva de la Concepción, Villanueva del Rosario y Yunquera
Gestión Agua Levante Almeriense	135 491	Albanchez, Alboz, Antras, Arboleas, Becares, Bedar, Cantoría, Carboneras, Cuevas de Almanzora, Fines, Garrucha, Huercal-Olvera, Laroya, Los Gallardos, Lucar, Macael, Mojácar, Olula del Río, Pulpí, Sierro, Somontín, Suflí, Taberno, Terque, Tijola, Turre, Urracala, Vera y Zurgena.
Mancomunidad Costa Sol Axarquía	139 865	Algarrobo, Benamargosa, Benamocarra, Iznate, Moclinejo, Rincón de la Victoria y Vélez-Málaga
Mancomunidad Costa del Sol Occidental	534 622	Benahavís, Benalmádena, Casares, Estepona, Fuengirola, Istán, Manilva, Marbella, Mijas, Ojén y Torremolinos
Mancomunidad Poniente Almeriense	246 926	Adra, Belanegra, Dalías, El Ejido, Enix, Félix, La Mojonera, Roquetas de Mar y Vícar
Mancomunidad Campo Gibraltar	281 125	Algeciras, Castellar de la Frontera, Jimena de la Frontera, La Línea de la Concepción, Los Barrios y San Roque
Ab. Antequera	41 154	Antequera
Ab. Alhaurín el Grande	24 123	Alhaurín el Grande
Ab. Alhaurín de la Torre	39 911	Alhaurín de la Torre
Ab. Alora	12 951	Alora
Ab. Coín	21 716	Coín
Ab. Almería	196 851	Almería
Ab. Berja	12 381	Berja
Ab. Cártama	25 758	Cártama
Ab. Huercal de Almería	17 418	Huércal de Almería
Ab. Málaga	571 026	Málaga
Ab. Nerja	21 061	Nerja
Ab. Níjar	30 122	Níjar
Ab. Ronda	33 978	Ronda

Fuente: Agua y Servicio de la Costa Tropical de Granada (2019), Consorcio Provincial Aguas de Málaga (2019), Gestión Agua Levante Almeriense (2019), Mancomunidad Costa Sol Axarquía (2019), Mancomunidad Costa del Sol Occidental (2019), Mancomunidad Poniente Almeriense (2019), Mancomunidad Campo Gibraltar, (2019), SINAC (2019), INE (2018). Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Los sistemas de abastecimiento consorciados Aguas y Servicios de la Costa Tropical de Granada. Sector Almuñécar, Sector Contraviesa, Sector Motril y Sector Salobreña, el Consorcio Provincial Aguas de Málaga, el Consorcio de Gestión Agua Levante Almeriense y la Mancomunidad Costa Sol Axarquía prestan el servicio de abastecimiento en alta y baja a todos sus municipios. Por su parte, la Mancomunidad Costa del Sol Occidental, la Mancomunidad del Poniente Almeriense y la Mancomunidad Campo Gibraltar solo prestan el abastecimiento de alta y baja a alguno de sus municipios (5 la Mancomunidad Costa del Sol Occidental, 6 Mancomunidad del Poniente Almeriense y 5 la Mancomunidad Campo Gibraltar). En la Tabla 2 se presentan los municipios que reciben su abastecimiento en alta a través de estas mancomunidades, pero gestionan su abastecimiento en baja y además tienen más de 10 000 habitantes y por tanto, tienen obligación de elaborar un PEM para su abastecimiento en baja.

Tabla 3. Municipios con obligación de elaborar PEM para su abastecimiento en baja en la DH Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Ab. alta	Ab. Baja	Población
Mancomunidad Costa del Sol Occidental	Benalmádena	67 746
	Torremolinos	68 262
	Estepona	67 012
	Manilva	14 977
	Fuengirola	75 396
	Marbella	141 463
Mancomunidad Poniente Almeriense	Roquetas de Mar	94 925
	Adra	24 854
	Vícar	25 405
Mancomunidad Campo de Gibraltar	Algeciras	121 414

Fuente: Mancomunidad Costa del Sol (2019), Mancomunidad Costa del Sol Occidental (2019), Mancomunidad del Poniente Almeriense (2019), Mancomunidad Campo de Gibraltar (2019), SNICA (2019), INE (2018). Elaboración propia.

En la DH Cuencas Mediterráneas Andaluzas hay 10 sistemas mancomunados de los cuales 8 prestan el servicio de abastecimiento en alta y baja a todos sus municipios (84 municipios y 480 460 hab.). Además, 13 municipios gestionan su abastecimiento en alta y baja (878 128 hab.). Por otro lado, hay 10 municipios (701 482 hab.) que gestionan su abastecimiento en baja de manera singular y tienen más de 10 000 habitantes y, por tanto, deben elaborar un PEM para su abastecimiento en baja. La obligación de elaborar PEM en esta demarcación afecta a un total de 107 municipios (el 42% de los 254), cubriendo a una población de 2 060 000 habitantes (74,36% de 2 770 370).

4.2. DH del Guadalete-Barbate

El Plan hidrológico del Guadalete-Barbate (2015-2021) identifica 40 municipios abastecidos con los recursos de esta demarcación, todos ellos de Andalucía. Trebujena es el único municipio que recibe recursos también de otra demarcación, la del Guadalquivir. Al aplicar los criterios establecidos en la metodología se ha considerado el abastecimiento a Trebujena desde la DH Guadalete-Barbate ya que la mayor aportación de recursos la recibe desde esta demarcación. En la Figura 5, se presenta la relación de los 40 municipios cuyo abastecimiento se realiza desde esta DH. Hay dos grandes consorcios de abastecimiento: Aguas de la Sierra de Cádiz, que abastece en

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

alta y baja a 16 municipios y el Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana que abastece en alta a 17 municipios. Los restantes 7 municipios de la demarcación realizan una gestión individualizada de su abastecimiento, aunque solo 4 de ellos superan el umbral de los 10 000 habitantes (Tabla 4).

Tabla 4. Sistemas de abastecimiento con obligación de elaborar PEM en la DH Guadalete-Barbate

Sistema de abast.	Población	Municipios
Aguas Sierra de Cádiz	56 535	Alcalá del Valle, Algar, Algodonales, Benaocaz, Bornos, El Bosque, El Gastor, Espera, Grazalema, Olvera, Prado del Rey, Puerto Serrano, Setenil de las Bodegas, Torre Alháquime, Villaluenga del Rosario y Zahara
Consorcio aguas zona gaditana	856 277	Arcos de la Frontera, Benalup-Casas Viejas, Cádiz, Chiclana de la Frontera, Chipiona, Conil de la Frontera, El Puerto de Santa María, Jerez de la Frontera, Medina Sidonia, Paterna de Rivera, Puerto Real, Rota, San Fernando, San José del Valle, Sanlúcar de Barrameda, Trebujena y Vejer de la Frontera
Ab. Barbate	22 551	Barbate
Ab. Tarifa	18 169	Tarifa
Ab. Ubrique	16 615	Ubrique
Ab. Villamartín	12 127	Villamartín

Fuente: Anejo 3. Usos y demandas de agua. Plan hidrológico de demarcación hidrográfica del Guadalete-Barbate (2015-2021), Mancomunidad de municipios Sierra de Cádiz (2019), Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana (2019), INE (2018). Elaboración propia.

De los 17 municipios abastecidos en alta por el Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana, 13 tienen más de 10 000 habitantes y por tanto la obligación de elaborar un PEM para la fase en baja de su abastecimiento (Tabla 5).

Tabla 5. Municipios con obligación de elaborar PEM para su abastecimiento en baja en la DH Guadalete-Barbate

Ab. baja	Población
Arcos de la Frontera	30 741
Cádiz	116 979
Chiclana de la Frontera	83 831
Chipiona	19 068
Conil de la Frontera	22 427
El Puerto de Santa María	88 264
Jerez de la Frontera	212 879
Medina-Sidonia	11 685
Puerto Real	41 650
Rota	28 848
San Fernando	95 174
Sanlúcar de Barrameda	68 037
Vejer de la Frontera	12 739

Fuente: Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana (2019), INE (2018). Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Son por tanto un total de 5 PEM que integran tanto el abastecimiento en alta como en baja (22 municipios y 125 997 habitantes; 1 PEM solo para la fase de abastecimiento en alta (17 municipios y 856 277 habitantes); y 13 PEM de municipios para la fase de abastecimiento en baja (13 municipios y 832 322 habitantes). 3 de los 40 municipios no están obligados a elaborar PEM para ninguna de sus fases de abastecimiento (9 217 habitantes) y 4 municipios dentro del consorcio de aguas de la Zona Gaditana no deben elaborar PEM para su abastecimiento en baja (23 955 habitantes). La obligación de elaborar PEM en esta demarcación afecta a un total de 37 municipios (el 92,5% de los 40) cubriendo a una población de 982 274 habitantes que suponen el 99,07 %.

4.3. DH del Tinto-Odiel-Piedras

El Plan hidrológico de la DH Tinto-Odiel-Piedras (2015-2021) identifica 39 municipios a los que se abastece desde esta demarcación. Todos ellos excepto El Madroño (Sevilla) pertenecen a la provincia de Huelva. De estos 39 municipios, Alájar, Aracena, Bonares, El Madroño, Higuera de la Sierra, Linares de la Sierra, Lucena del Puerto, Niebla, La Palma del Condado, Villalba del Alcor y Villarrasa también reciben recursos de la demarcación del Guadalquivir. En este caso y atendiendo a los criterios establecidos en el apartado de metodología se ha considerado que todos municipios pertenecen a la DH Guadalquivir. Además, en el caso de Bonares, Lucena del Puerto, Niebla, La Palma del Condado, Villalba del Alcor y Villarrasa se incluyen en el PES de la DH Guadalquivir, que los incluye dentro del sistema ETAP Condado, que es uno de los que tiene obligación de elaborar un PEM por atender a más de 20.000 habitantes. Quedan por tanto un total de 28 municipios abastecidos por la DH Tinto-Odiel-Piedras de los cuales 27 pertenecen a la Mancomunidad de Servicios de la Provincia de Huelva (MAS), gestionada por la empresa pública Gestión Integral de Aguas de Huelva, S.A. (GIAHASA). GIAHSA presta el servicio de abastecimiento mediante diferentes zonas de abastecimiento (además también gestiona zonas de abastecimiento de la DH Guadalquivir y del Guadiana). El municipio que queda fuera de la MAS es Huelva que gestiona de manera individual el ciclo integral del agua. En la Tabla 6 se presentan las zonas de abastecimiento.

Tabla 6. Sistemas de abastecimiento con obligación de elaborar PEM en la DH Tinto-Odiel-Piedras

Sistema de abast.	Población	Municipios
Aguas de Huelva	144 228	Huelva
GIAHSA (ETAP Aljaraque Costa)	52 415	Aljaraque, Gibraleón, Punta Umbría y San Bartolomé de la Torre
GIAHSA (ETAP Andévalo)	14 388	Alonso, Calañas, El Almendro, El Cerro del Andévalo, Villanueva de las Cruces y Villanueva de los Castillejos
GIAHSA (ETAP Lepe)	46 480	Cartaya y Lepe
GIAHSA (ETAP Riotinto-cuenca minera)	28 331	Berrocal, Campofrío, El Campillo, La Granada de Río-Tinto, Minas de Riotinto, Nerva, Valverde del Camino y Zalamea la Real
GIAHSA (ETAP Tinto-Campiña)	54 027	Beas, Moguer, Palos de la Frontera, San Juan del Puerto y Trigueros

Fuente: Anejo 3. Usos y demandas de agua. Plan hidrológico de demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras (2015-2021), Aguas de Huelva (2019), GIASHA (2019), INE (2018). Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Todos los municipios mancomunados en la MAS gestionan el ciclo integral del agua completo mediante GIAHASA, excepto 4 que gestionan la fase de abastecimiento en baja de manera individual (Tabla 7).

Tabla 7. Municipios con obligación de elaborar PEM para su abastecimiento en baja en la DH Tinto-Odiel-Piedras.

Ab. alta	Ab. baja	Población
GIAHSA (ETAP Lepe)	Cartaya	27 047
	Lepe	19 433
GIAHSA (ETAP Tinto-Campiña)	Moguer	21 699
	Palos de la Frontera	11 112

Fuente: GIASHA (2019), Instituto Nacional de Estadística (2018). Elaboración propia.

Por tanto, en la demarcación hay 5 grandes sistemas de abastecimiento (todos ellos gestionados por GIAHSA) de los cuales 3 gestionan el abastecimiento en alta y baja de todos sus municipios (18 municipios y 224.974 hab.). El sistema de abastecimiento ETAP Lepe debe elaborar un PEM para el abastecimiento en alta y sus dos municipios (Cartaya y Lepe) un PEM para su abastecimiento en baja. Además, la ETAP Tinto-Campiña debe elaborar un PEM para el abastecimiento de todos sus municipios en alta y baja, excepto para Moguer y Palos de la Frontera que deben elaborar su propio PEM para su abastecimiento en baja. En esta demarcación solo el municipio de Huelva gestiona su abastecimiento en alta y baja de manera individualizado y además tiene más de 10.000 habitantes. En la Figura 8 se presenta un mapa resumen de los municipios y sistemas de esta demarcación obligados a elaborar un PEM. En total, 26 de los 28 municipios de la demarcación deben estar cubiertos por un PEM (92,8%). Estos municipios representan 339.869 habitantes de los 342.316 que tienen los 28 municipios abastecidos desde esta demarcación. Es decir, más del 99% de la población de la demarcación debe estar cubierta por un PEM.

4.4. DH del Guadalquivir

Según el plan hidrológico de la DH Guadalquivir, desde esta demarcación se abastecen 430 municipios andaluces. De ellos 76 son de la provincia de Córdoba, 103 de Sevilla, 96 de Jaén, 6 de Málaga, 117 de Granada, 1 de Cádiz y 32 de Huelva. Como ya se ha comentado anteriormente Trebujena (Cádiz) recibe la mayoría de sus recursos del Guadalete-Barbate, y Cumbres Mayores y Castaños del Robledo del Guadiana, por lo que no se consideran dentro del Guadalquivir. Además, se han identificado tres municipios de la provincia de Granada (Játar, Morelábor y Domingo Pérez de Granada) cuyo abastecimiento no se identifica en ninguno de los planes hidrológicos consultados pero que se localizan dentro del ámbito geográfico de esta demarcación y por tanto se asume que se abastecen de la misma. En esta demarcación hay 14 grandes sistemas de abastecimiento de más de 20 000 habitantes que dan servicio a 221 municipios con un total de 2 099 755 habitantes. Además, hay 10 municipios de más de 20 000 habitantes que gestionan de manera individualizada su abastecimiento en alta y baja. Estos municipios suman un total de 647 762 habitantes (Tabla 8).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 8. Sistemas de abastecimiento con obligación de elaborar PEM en la DH Guadalquivir

Sistema de abast.	Población	Municipios
Ab. a la Loma	90 526	Baeza, Bejígar, Canena, Ibros, Iznatoraf, Lupión, Rus, Sabiote, Santo Tomé, Torreblascopedro, Torreperogil, Úbeda y Villacarrillo.
Ab. Córdoba Oriental	43 481	Adamuz, Bujalance, Cañete de las Torres, El Carpio, Montoro, Pedro Abad, Villa del Río y Villafranca de Córdoba.
Ab. Córdoba Norte	81 029	Alaracejos, Anora, Blalcazar, Belmez, Cárdena, Dos Torres, El Guijo, El Viso, Espiel, Fuente Lnacha, Fuente Obejuna, Hinojosa del Duque, La Granjuela, Los Blazquez, Obejo, Pedroche, Peñarooya-Publonuevo, Pozoblanco, Santa Eufemia, Torrecampo, Valsequillo, Villaharta, Villanueva de Córdoba, Villanueva del Duque, Villanueva del Rey, Villaralto y Villaviciosa de Córdoba
Ab. Córdoba Sur	249 836	Aguilar de la Frontera, Almodóvar del Río, Baena, Benamejí, Castro del Río, Doña Mencía, Encinas Reales, Espejo, Fernán-Núñez, Fuente Palmera, Guadalcázar, Iznájar, La Carlota, La Rambla, La Victoria, Lucena, Luque, Montalbán de Córdoba, Montemayor, Montilla, Monturque, Moriles, Nueva Carteya, Palenciana, Posadas, Puente Genil, San Sebastián de los Ballesteros, Santaella, Valenzuela y Zuheros.
Aguas del Huesna	244 300	Alcolea del Río, Brenes, Cantillana, Carmona, El Coronil, El Cuervo de Sevilla, El Madroño, El Pedroso, El Real de la Jara, El Viso del Alcor, Las Cabezas de San Juan, Lebrija, Los Molares, Los Palacios y Villafranca, Tocina, Utrera y Villanueva del Río y Minas
Área Metropolitana Granada. Genil	385 677	Alhendín, Armilla, Cájar, Cenes de la Vega, Curriana de la Vega, Cúllar Vega, Gójar, Granada, Huétor Vega, La Zubia, Las Gabias, Ogijares, Pinos Genil, Pulianas y Villa de Otura
Consorcio de Aguas Plan Écija	179 137	Arahal, Cañada Real, Écija, El Rubio, Fuente de Andalucía, Herrera, La Campana, La Luisiana, La Puebla de Cazalla, Lantejuela, Marchena, Marinaleda, Morón de la Frontera, Osuna y Paradas.
Mancomunidad Aljarafe	307 094	Albaida del Aljarafe, Almunilla, Aznalcázar, Aznalcóllar, Benacazón, Bolillas de la Mitación, Bormujos, Carrión de los Céspedes, Castilleja de la Cuesta, Castilleja de Guzmán, Castilleja del Campo, Espartinas, Gelves, Gerena, Gines, Huévar del Aljarafe, La Algaba, Mairena del Aljarafe, Olivares, Palomares del Río, Pilar, Salteras, Sanlúcar la Mayor, Santiponce, Tomares, Umbrete, Valencina de la Concepción, Villamanrique de la Condesa y Villanueva del Ariscal.
Consorcio aguas Sierra Sur Sevilla	25 181	Aguadulce, Algámitas, Casariche, El Saucejo, La Roda de Andalucía, Los Corrales, Marín de la Jara y Villanueva de San Juan.
Consorcio Rumblar	88 788	Andújar, Bailén, Baños de la Encina, Carboneros, Casalilla, Espeluy, Guarromán, Jabalquinto, Marmolejo, Mongíbar, Villanueva de la Reina y Villarorres
Consorcio Vega Sierra Elvira. Granada Deifontes	154 659	Albolote, Alfácar, Atarfe, Calicasas, Chauchina, Chimeneas, Cijuela, Cogollos de la Vega, Colomera, Fuente Vaqueros, Guevejar, Illora, Jun, Lachar, Macarena, Nivar, Peligros, Pinos Puente, Santa Fe, Valderrubio, Vegas Genil y Viznar.
EMASESA	1 064 340	Alcalá de Guadaira, Alcalá del Río, Camas, Coria del Río, Dos Hermanas, El Garrobo, El Ronquillo, La Puebla del Río, La Rinconada, Mairena del Alcor, San Juan de Aznalfarache y Sevilla.
ETAP Condado (GIAHSA)	85 707	Almonte, Bollullos Par del Condado, Bonares, Chucena, Ecacena del Campo, La Palma del Condado, Lucena del Puerto, Manzanilla, Niebla, Paterna del Campo, Rociana del Condado, Villalba del Alcor, Villarrasa.
Ab. Alcalá la Real	21 708	Alcalá la Real
Ab. Baza	20 519	Baza
Ab. Cabra	20 417	Cabra
Ab. Córdoba	325 708	Córdoba
Ab. Jaén	113 457	Jaén
Ab. Loja	20 371	Loja
Ab. Linares	57 811	Linares
Ab. Martos	24 027	Martos
Ab. Palma del Río	21 159	Palma del Río
Ab. Priego de Córdoba	22 585	Priego de Córdoba

Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2018), Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. (2019), Aguas del Huesna (2019), Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Agua de Sevilla (2019), Consorcio de Aguas Plan Écija, Aljarafesa (2019), Consorcio aguas Sierra Sur Sevilla. Diputación de Jaén (2019), INE (2018). Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Prácticamente todos los municipios consorciados o mancomunados en alguno de los grandes sistemas de abastecimiento gestionan su abastecimiento en alta y baja a través de la mancomunidad o consorcio. Solo 3 municipios consorciados gestionan su abastecimiento en baja de manera individualizada y además cuentan con una población superior a los 20 000 habitantes (Tabla 9).

Tabla 9. Municipios con obligación de elaborar PEM para su abastecimiento en baja en la DH Guadalquivir

Ab. alta	Ab. baja	Población
Ab. La Loma	Úbeda	34 602
Ab. Córdoba Sur	Puente Genil	30 241
	Lucena	42 530

Fuente: Elaboración propia

En esta DH se han encontrado algunas diferencias entre los municipios que forman parte de los sistemas consorciados o mancomunados identificados en el PES Guadalquivir (2018) y la información de los sistemas de abastecimiento (consorcios y mancomunidades). En el PES de 2018 se han identificado 16 sistemas de abastecimiento consorciados o mancomunados y 4 sistemas de abastecimiento municipales que deben elaborar el PEM, que suponen 242 municipios y 4 079 139 habitantes en Andalucía, usando los datos poblaciones de 2015. En ese caso se ha optado por considerar a los municipios dentro de los consorcios de acuerdo a la información que estos presentan. Además, se han incluido algunos abastecimientos municipales que, según la población del 2018, estarían obligados a elaborar un PEM, pero que no han sido así identificados en el PES Guadalquivir (2018) porque este utiliza datos de población de 2015, año en el que dichas poblaciones no superaban el umbral de los 20 000 habitantes. De los 430 municipios abastecidos, 231 (53,7%) deben estar cubiertos por un PEM, lo que supone que, de los 4 212 620 habitantes que tienen los 430 municipios abastecidos desde esta demarcación, 3 647 517 habitantes (86,6%) deben estar protegidos por un PEM.

4.5. DH del Guadiana

De los 22 municipios andaluces abastecidos desde la DH Guadiana según el Plan hidrológico de demarcación (2015-2021), hay 4 municipios (Fuenteheridos, Galaroza, Cumbres Mayores y Castaños del Robledo) que también reciben recursos desde la DH Guadalquivir. Atendiendo a los criterios establecidos en el apartado de metodología, para este trabajo se ha incluido Fuenteheridos y Galaroza en la DH Guadalquivir y se ha mantenido Cumbres Mayores y Castaños del Robledo en la DH Guadiana. Además, se ha incluido dentro de esta demarcación el municipio de Conquista (Córdoba) ya que su abastecimiento no se identifica en ninguno de los planes hidrológicos consultados y se encuentra dentro de los límites geográficos de la DH Guadiana. Los municipios andaluces abastecidos desde el Guadiana forman parte también de GIAHSA a excepción de Cortegana (Huelva) y Conquista (Córdoba) que gestionan el ciclo integral del agua de manera individualizada. En este punto se observa una incongruencia entre la información de los planes hidrológicos del Guadiana y Tinto-Odiel-Piedras, con la información facilitada por GIAHSA en su página web. Según la información de los planes hidrológicos del Guadiana y Tinto-Odiel-Piedras, ningún municipio recibe aportaciones de ambas cuencas. Sin embargo, en la información facilitada por GIAHSA aparecen municipios de las dos DH en un mismo sistema de abastecimiento. No queda claro, por tanto, de qué demarcación se captan los recursos de las

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

zonas de abastecimiento que incluyen municipios de ambas demarcaciones. Es decir, hay municipios que forman parte del mismo sistema de abastecimiento, pero cada municipio, según los planes hidrológicos consultados, recibe los recursos de una demarcación diferente. Ninguno de los 21 municipios andaluces se identifica en el PES Guadiana (2018), ya sea de manera singular o formando parte de algún consorcio o mancomunidad, con obligación de elaborar un PEM.

4.6. DH del Segura

La DH del Segura abastece a 5 municipios andaluces: Chirivel, María, Vélez-Blanco y Vélez-Rubio de Almería y Santiago Pontones de Jaén. Además, también abastece al municipio de Pulpí (Almería) a través de parte de los recursos que llegan mediante el ETS. Sin embargo, como ya se ha comentado, la mayoría de los recursos para este municipio provienen de la DH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, como reconoce el plan de demarcación y por tanto se ha incluido dentro de los municipios abastecidos por esta última demarcación. Ninguno de los 5 municipios andaluces abastecidos desde esta demarcación se identifica en el PES del Segura (2018), ya sea de manera singular o formando parte de algún consorcio o mancomunidad, con obligación de elaborar un PEM.

4.7. Resultados globales para la Comunidad Autónoma de Andalucía

La Tabla 10 resume el número y el porcentaje de municipios y la población que según la normativa vigente debería estar cubierta por un PEM para cada una de las DH y para el conjunto de Andalucía.

Tabla 10. Número de municipios de Andalucía y población que deben estar cubiertos por un PEM en cada demarcación hidrográfica

Demarcación hidrográfica	Municipios			Población		
	Total	PEM	%	Total	PEM	%
C.M. Andaluzas	254	107	42,1	2 770 370	2 060 070	74,3
Guadalete-Barbate	40	37	92,5	991 464	982 274	99,0
Guadiana	21	0	0,0	19 825	0	0,0
Guadalquivir	430	231	53,7	4 212 620	3 647 517	86,5
Segura	5	0	0,0	14 414	0	0,0
Tinto-Odiel-Piedras	28	26	92,8	342 316	339 869	99,2
Total	778	401	51,5	8 523 009	7 029 730	82,4

Fuente: elaboración propia

Para el conjunto Andalucía los resultados muestran que el criterio poblacional utilizado para establecer la obligación de elaborar PEM cubre al 51,5% de los municipios, que representan el 82,4% de la población. Si se analizan los resultados para cada una de las demarcaciones se aprecian diferencias importantes, para el número de municipios como para la población. Hay dos DH que aplicando el criterio poblacional establecido incluyen a prácticamente todos sus municipios y población en algún PEM: el Guadalete-Barbate (92,4% y 99%), y el Tinto-Odiel-Piedras (92,8% y 99,2%). Por su parte, aplicando el mismo criterio poblacional, las DH de las C.M. Andaluzas (42,1% y 74,3%) y el Guadalquivir (53,7% y (86,9%) cubren aproximadamente solo a la mitad de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

sus municipios y a en ambos casos a menos del 90% de la población. Por último, ninguno de los municipios andaluces abastecidos desde las DH del Segura y del Guadiana cumplen el criterio poblacional para tener obligación de elaborar un PEM. Del análisis realizado para conocer el estado administrativo de los PEM en Andalucía se han obtenido los resultados que se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Estado administrativo de los PEM en las cuencas andaluzas

Demarcación hidrográfica	PEM Consorcio o mancomunidad		PEM abastecimiento municipal		PEM municipal abastecimiento en baja	
	Con Obligación	Informados	Con Obligación	Informados	Con Obligación	Informados
C.M. Andaluzas	10	0	13	0	8	0
Guadalete-Barbate	2	0	4	0	14	0
Guadiana	0	0	0	0	0	0
Guadalquivir	14	9	10	1	3	0
Segura	0	0	0	0	0	0
Tinto-Odiel-Piedras	5	0	1	0	4	0
Total	31	9	28	1	29	0

Fuente: elaboración propia

Solo 9 de los 31 PEM (29%) de las mancomunidades o consorcios de abastecimiento de agua de Andalucía que deben tener un PEM lo han enviado al organismo de cuenca. Todos ellos dentro de la DH Guadalquivir, sin que el organismo de cuenca haya informado todavía favorablemente. Mientras, solo 1 de los 28 (3,5 %) municipios que gestionan de manera individual el abastecimiento en alta y baja y que están en obligación de elaborar el PEM lo ha elaborado y enviado al organismo de cuenca. Este municipio es Córdoba, también dentro de la DH Guadalquivir. Por su parte, ningún municipio que deba elaborar un PEM para su fase de abastecimiento en baja lo ha elaborado todavía. En conjunto, de los 78 PEM que de alguna manera (consorcio, municipio o sistema de abastecimiento en baja) deberían haber sido elaborados, solo 10 de ellos han sido informados al organismo de cuenca, lo que supone el 12,8%.

5. Discusión

En primer lugar, cabe señalar la dificultad para localizar el origen de los abastecimientos urbanos en los documentos de planificación hidrológica. A pesar de que el abastecimiento urbano es el uso prioritario de la planificación hidrológica (art. 60. Texto Refundido Ley de Aguas[7], TRLA), se han encontrado municipios cuyo abastecimiento no se identifica en ningún plan hidrológico. Además, se han identificado municipios que se abastecen de más de una DH y que, sin embargo, los planes hidrológicos no se hacen alusión a la procedencia de los recursos desde otra demarcación. Esto ocurre en todos los planes hidrológicos consultados. Además, en el caso concreto del plan hidrológico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas no se identifican de manera concisa todos los municipios a los que se abastece con recursos de la demarcación.

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

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La escala utilizada por la planificación hidrológica para la asignación de recursos y estimación de demandas; la Unidad de demanda urbana, no coincide con la escala territorial propuesta por el artículo 27.3 de la LPHN: los sistemas de abastecimiento urbano, y por tanto dificulta el diálogo entre la planificación hidrológica a nivel de demarcación y la gestión del ciclo integral del agua en los abastecimientos urbanos.

En relación con el criterio poblacional establecido, la distribución de competencias en materia de gestión de aguas entre las DH intercomunitarias, gestionados por el Estado, y las intracomunitarias, gestionadas por la Comunidad Autónoma, genera una diferencia de derechos y obligaciones entre los diferentes municipios de Andalucía por el hecho de pertenecer a una demarcación hidrográfica u otra. Parece incoherente que dos municipios de la misma Comunidad Autónoma y con un factor de riesgo (peligro * vulnerabilidad) similar, tengan obligaciones diferentes en cuanto a la elaboración de los PEM únicamente atendiendo a criterios de delimitación administrativa. Aplicando este criterio poblacional, 401 de los 778 municipios andaluces se encuadran dentro del ámbito legal de aplicación de la obligación de elaborar un PEM. Esto es, el 48% de los municipios quedan fuera de dicha obligación. Si bien es cierto que estos 401 municipios tienen más del 80% de la población.

El análisis para cada una de las DH muestra diferencias importantes. Según el criterio poblacional, la DH del Guadalete-Barbate (92,4% y 99%), y el Tinto-Odiel-Piedras (92,8% y 99,2%) tienen cubierto prácticamente a todos sus municipios y población. En estas DH se identifica el mayor número de municipios consorciados o mancomunados. Este hecho favorece que muchos pequeños municipios, que son más vulnerables a los efectos de las sequías (Hernández-Mora *et al*., 2018), vean sus sistemas de abastecimiento cubiertos por un PEM. Por el contrario, los resultados para la DH Cuencas Mediterráneas Andaluzas, señalan que solo el 42,1% de los municipios debe tener un PEM, lo que supone que solo un 74,3% de la población debería estar cubierta por un PEM. Unos resultados similares arrojan los datos obtenidos para la DH del Guadalquivir, con un 53,7% de municipios y un 86,5% de la población. Estas dos DH contienen un menor número de municipios consorciados o mancomunados y un mayor número de municipios pequeños sin obligación de elaborar un PEM. Estas dos demarcaciones son también las que están sometidas a mayores niveles de presión sobre los recursos hídricos y las que más periodos de sequía han sufrido. La escasa proporción de municipios y población de Andalucía en las DH del Segura y del Guadiana supone que no puedan sacarse conclusiones sobre el estado de los PEM en estas DH. Los resultados demuestran que el criterio poblacional establecido para determinar la obligación de elaborar PEM, puede presentar algunas deficiencias especialmente en aquellas DH compuestas por municipios pequeños que no estén incluidos dentro de un consorcio o sistema de abastecimiento mancomunado. En estos casos, un elevado número de municipios pequeños, no consorciados o mancomunados puede representar un alto porcentaje de población, como ocurre en el caso de la DH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.

A la luz de los resultados presentados se constata un incumplimiento casi sistemático de la obligación de elaborar PEM en Andalucía. De los 78 PEM que de alguna manera (consorcio, municipio o sistema de abastecimiento en baja) deberían haber sido elaborados, solo 10 de ellos han sido informados al organismo de cuenca, lo que supone el 12,8%, todos ellos en la DH del Guadalquivir. Estos PEM que han sido todavía no han tenido respuesta sobre su coherencia con en PES ni están a disposición del público. Estos resultados se sitúan en la línea de los resultados obtenidos por los trabajos elaborados en por los organismos de cuenca de las demarcaciones intercomunitarias en el ámbito de la actualización de los PES llevados a cabo en el año 2018. Aunque cada uno

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de estos trabajos se ha realizado de manera independiente y se han obtenido resultados diferentes en función de los diferentes criterios metodológicos que han seguido, se concluye que de los 213 sistemas identificados con obligación de elaborar un PEM en el conjunto de estas demarcaciones, solo el 8,5% de ellos se encuentran en vigor. (Vargas et al., 2018).

Pese a que en los últimos años se han desarrollado una serie de trabajos para la evaluación de prácticas, políticas y herramientas de adaptación al riesgo de sequía en abastecimientos urbanos en España (Aparicio, 2007; Morote, 2019; Morote *et al*., 2018; Olcina y Vera, 2016), hasta ahora no se había abordado un análisis estructurado sobre la evaluación del cumplimiento de elaborar PEM, más allá de los llevados a cabo por los organismos de cuenca mencionados anteriormente. En el contexto internacional, existen ejemplos de buenas prácticas sobre planes de riesgo por sequía para abastecimientos urbanos (California Drought Contingency Plan, 2010; Colorado River drought contingency plan. 2019), pero ninguna ley nacional presenta un nivel de detalle sobre la obligación de elaborar este tipo de planes, tal y como se plantea en el ordenamiento jurídico español a través del artículo 27 de la Ley de PHN. Por lo tanto, tampoco a nivel internacional se encuentran investigaciones similares. Sin embargo y pese a que no existen trabajos en esta línea y con el nivel de detalle que se presenta en este trabajo, si existe una creciente preocupación por la necesidad de desarrollar planes específicos de gestión de sequía en ámbitos urbanos como muestra el impulso reciente de una serie de trabajos de trabajos surgidos para apoyar la elaboración de estos PEM a través de diferentes y complementarias guías metodológicas (AEAS-MMA, 2007; Hernández-Mora et al., 2018; AEAS, 2019).

6. Conclusiones

La sequía es un fenómeno natural recurrente en el clima peninsular y por tanto es necesario aprender a convivir con él. Para hacer frente a este riesgo, se identifican dos retos fundamentales. Por un lado, asumir e integrar normalidad de las sequías y el más que previsible aumento en su frecuencia e intensidad vaticinado por los modelos de cambio climático en la estrategia de planificación ordinaria de los recursos hídricos, y por otro, desarrollar estrategias de gestión específicas basadas en la prevención y la adaptación para hacer frente a este tipo de eventos. Sobre este último punto, los planes de gestión del riesgo de sequía son la principal herramienta para hacer frente al riesgo de sequía. En España, en virtud del artículo 27.3 de la LPHN, la obligación de elaborar planes especiales de alera y eventual sequía (PES) y planes de emergencia para abastecimientos urbanos (PEM) ha supuesto un avance importante, al menos en el plano normativo y a escala de demarcación hidrográfica. Sin embargo, el desarrollo de los PEM en el ámbito de los abastecimientos urbanos es todavía muy débil. Tras el análisis realizado para conocer el grado de desarrollo de estos PEM en la Comunidad Autónoma de Andalucía resultados analizados para el caso de Andalucía, se confirma que, casi veinte años después de la aprobación de la LPHN (para los PEM de las DH intercomunitarias) y diez años después de la aprobación de la Ley de Aguas de Andalucía (para las DH intracomunitarias), el incumplimiento de la obligación es prácticamente sistemático. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la escasa atención que desde los organismos de cuenca y lo sistemas de abastecimiento urbano encargados de elaborar estos PEM se ha prestado a estos instrumentos.

A pesar de los importantes trabajos realizados sobre la evaluación de prácticas, políticas y herramientas para hacer frente a las sequías en los ámbitos urbanos, no existen trabajos ni metodologías diseñadas para la evaluación y el seguimiento del estado de los PEM. En este sentido, esta

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

investigación plantea una doble utilidad: por un lado, se propone una metodología de análisis estructurado para determinar el grado de cumplimiento sobre el desarrollo de los PEM, que ha permitido obtener unos resultados detallados tanto a nivel de Comunidad Autónoma como para cada una de las demarcaciones hidrográficas analizadas. De estos resultados se concluye un incumplimiento prácticamente sistemático de la obligación de elaborar PEM y se constata la poca atención que las administraciones públicas han mostrado a la hora de desarrollar estas herramientas, lo que a la postre limita la capacidad de anticipar, prevenir y adaptase al riesgo de sequía en el ámbito de los abastecimientos urbanos y favorece la persistencia del modelo de gestión reactivo y de emergencia. Por otro lado, la Junta de Andalucía ha aprobado recientemente un acuerdo[8] para la revisión de los PES de las cuencas intercomunitarias. Este acuerdo, incluye en la sección tercera que los PES incluirán, entre otras cosas, los Planes de Emergencia en abastecimientos de más de 10.000 habitantes. Por tanto, los resultados de este trabajo suponen una referencia que puede ser utilizada por la administración andaluza para la identificación de los sistemas de abastecimiento que deben elaborar un PEM en cada una de las DH de su competencia.

7. Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en el proyecto 'Análisis del riesgo de desastre en escenarios de cambio climático en Andalucía (ARRCA)' (UPO-1262782) financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y de la Consejería de Economía y Conocimiento, Empresa y Universidades de la Junta de Andalucía, a través de la convocatoria de proyectos I+d+i en el marco del programa operativo FEDER Andalucía 2014-2020 (Convocatoria de 2018).

8. Bibliografía

- Aguas del Huesna (2019). Recuperado de http://www.aguasdelhuesna.com/opencms/opencms/Aguas
- Aljarafesa (2019). Recuperado de https://www.aljarafesa.es/
- Agua y Servicio de la Costa Tropical de Granada (2019). Recuperado de https://www.aguasyservicios.es/
- Aguas de Huelva (2019). Recuperado de https://www.aguashuelva.com/
- Asociación Española de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento (AEAS) (2018). *XV Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España 2018*. Recuperado de http://www.aeas.es/
- Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento y Ministerio de Medio Ambiente (AEAS-MMA) (2007). *Guía para la elaboración de planes de emergencia por sequía en planes de abastecimiento urbano*. Madrid, España. AEAS.
- Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS) (2019). *Guía para la elaboración de Planes de Emergencia ante situaciones de seguía*. Madrid, España. AEAS.
- Aparicio, J.A. (2007). El riesgo de sequía y su inclusión en los planes de protección civil. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (44), 95-116.
- Buurman, J., Mens, M. J. P. y Dahm, R. (2017). Strategies for urban drought risk management: a comparison of 10 large cities. *International journal of water resources development*, Taylor & Francis Journals, vol. 33(1), 31-50. doi: https://doi.org/10.1080/07900627.2016.1138398
- CEDEX (Centro de Experimentación y obras Públicas) (2017). *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Informe final*. Madrid, España. Ministerio de Fomento y Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.

8. Acuerdo de 11 de junio de 2019, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación de los Planes Especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía para las Demarcaciones Hidrográficas de las Cuencas Intracomunitarias Andaluzas al objeto de minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales generados en situaciones de eventual sequía.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2018). *Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir*. Ministerio para la Transición Ecológica. Gobierno de España.
- Consorcio de abastecimiento y saneamiento de aguas Plan Écija (2019). Recuperado de http://consoraguasecija.es/
- Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana (2019). Recuperado de https://www.cazg.es/
- Consorcio Provincial Aguas de Málaga (2019). Recuperado de http://consorcioagua.malaga.es/
- Del Moral, L., Hernández-Mora, N., De Stefano, L., Paneque, P. Vargas, J., Brufao, P., Olcina, J., y Martínez, J. (2017). *Acerca del Real Decreto Ley 10/2017, de 9 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio*. Notas para el debate. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- Diputación de Jaén (2019). Recuperado de https://www.dipujaen.es/conoce-diputacion/areas-organismos-empresas/areaG/ciclo-integral-agua/mapa-consorcios/
- Diputación de Sevilla (2019). Recuperado de https://www.dipusevilla.es/
- Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Agua de Sevilla, S. A. (2019). Recuperado de http://www.emasesa.com/
- Empresa Provincial de Aguas de Córdoba S.A (2019). Recuperado de http://www.aguasdecordoba.es/
- Gallego, Mª. S. (2019). La revisión de los planes especiales de sequía y modificación de la normativa reglamentaria que los regula. En La Roca, F. y Martínez, J. (Coord.). *Retos de la planificación y gestión del agua en España. Informe 2018 del Observatorio de Políticas Públicas del Agua*. Zaragoza, España. Fundación Nueva Cultura del Agua
- Gestión Agua Levante Almeriense (2019). Recuperado de https://www.galasa.es/
- Gestión Integral de Aguas de Huelva S.A (GIASHA) (2019). Restaurado de https://www.giahsa.com
- Hernández, M. y Morote, A. (2019). The use of rainwater in Alicante (southeast Spain). A new urban approach to urban water management. *UPLanD – Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design*, 4(1), 53-66.
- Hernández-Mora, N., Vargas, J., La Calle, A., Ballester, A., De Stefano, L., Paneque, P. y Herrera, T. (2018). *Guía metodológica para la elaboración participada de planes de gestión de riesgo por sequía en pequeñas y medianas poblaciones*. Zaragoza, España. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) (2018). Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/distribucionpob/index.htm
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2018). Padrón municipal. Recuperado de http://ine.es/
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Knutson, C., Hayes, M. J. y Philips, T. (1998). How to Reduce Drought Risk, *Western Drought Coordination Council report.*
- Mancomunidad Campo Gibraltar (2019). Recuperado de https://arcgisa.es/Arcgisa/index.jsp
- Mancomunidad Costa Sol Axarquía. Recuperado de http://www.axaragua.com/
- Mancomunidad Costa del Sol Occidental (2019). Recuperado dehttps://www.acosol.es/
- Mancomunidad de Municipios de la Sierra de Cádiz (2019). Recuperado de http://mmsierradecadiz.org/
- Mancomunidad Poniente Almeriense (2019). Recuperado de https://www.dipalme.org/Servicios/cmsdipro/index.nsf/bop_view.xsp?p=dipalme
- Morote, A. (2019). Galicia, ¿territorio adaptado a la sequía? Cuadernos Geográficos, 58 (2), 6-33. doi: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i2.7627
- Morote, A., Olcina, J. y Hernández, M. (2018). The use of non-conventional water resources as a means of adaptation to drought and climate change in semi-arid regions: South-eastern Spain, *Water*, 11 (93). doi: 10.3390/w11010093
- Morote, A. Hernández, M. y Rico, A. (2016). Causes of Domestic Water Consumption Trends in the City of Alicante: Exploring the Links between the Housing Bubble, the Types of Housing and the Socio-Economic Factors. *Water*, 8, (374), 1-18. doi: 10.3390/w8090374.
- National Drought Mitigation Center (2019). Why plan for drought? Recuperado de https://drought.unl.edu/droughtplanning/AboutPlanning/WhyPlan.aspx

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Olcina, J. (2001). Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.). *Causas y consecuencias de las sequías en España* (pp. 49-109). Alicante, España. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo.
- Olcina, J. y Vera, J. F. (2016). Adaptación del sector turístico al cambio climático en España. La importancia de las acciones a escala local y en empresas turísticas. *Anales de Geografía*, 36 (2), 321-352. doi: http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.53588
- Paneque, P. (2015). Drought Management Strategies in Spain. *Water,* 7(12), 6689–6701. doi: https://doi.org/10.3390/w7126655
- Pita, Mª F. (1987). El riesgo potencial de sequía en Andalucía. Revista de Estudios Andaluces, (9), 11-40. doi: https://doi.org/10.12795/rea.1987.i09.01
- Pita, Mª F. (2007). Recomendaciones para el establecimiento de un sistema de indicadores para la previsión, el seguimiento y la gestión de la sequía. En Cabrera, E. y Babiano, L. (Coor.). *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto*, 107-127. Madrid, España. Ministerio de Medio Ambiente
- Rico Amorós, A. (2004). Sequías y abastecimiento de agua potable en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (*37), 137-181.
- Romero, J., Brandis, D., Delgado Viñas, C., García Rodríguez, J. L., Gómez Moreno, M. L., Olcina, J., Rullán, O., Vera-Rebollo, J. F., y Vicente Rufí, J. (2018). Aproximación a la Geografía del despilfarro en España: balance de las últimas dos décadas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (77) 1-51. doi: https://doi.org/10.21138/bage.2533
- Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo (SINAC) (2019). Recuperado de http://sinac.msc.es/SinacV2/
- United Nations (UN-WDPC) (United Nations-Water Decade Programme on Capacity Development) (2015). *Capacity development to support national drought management policies*. Bonn: United Nations University.
- Vargas, J. y Paneque, P. (2018). Methodology for the analysis of causes of drought vulnerability on river basin scale. *Natural Hazards*. doi: 10.1007/s11069-017-2982-4
- Vargas, J. y Paneque, P. (2019). Challenges for the Integration of Water Resource and Drought-Risk Management in Spain. *Sustainability,* 11(2), 308-324. doi: https://doi.org/10.3390/su11020308
- Vargas, J., Hernández-Mora, N., Ballester, A., De Stefano, L., Grao, T., La Calle, A. y Paneque, P. (2018). "*Guía metodológica para elaboración participada de planes de gestión de riesgo por sequía en pequeñas y medianas poblaciones: SeGuía*". Libro de Actas del X Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua, Coimbra, Portugal. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- Wilhite, D., Hayes, M., Knutson, C. y. Smith, K. H. (2000). Planning for drought: Moving from crisis to risk management. *Journal of the American Water Resources Association*, 36(4), 697-710.
- WMO y GWP (World Meteorological Organization & Global Water Partnership) (2014). National Drought Management Policy Guidelines. A Template for Action. Wilhite, D.A. (ed.) Integrated Drought Management Programme (IDMP) Tools and Guidelines Series 1. WMO, Geneva, Switzerland and GWP, Stockholm, Sweden.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.10604

Envejecimiento demográfico y (des) población en las ciudades medias interiores de Andalucía (2008-2018)

Carolina Del Valle Ramos[1] | Pilar Almoguera Sallent[2]

Recibido: 11/09/2019 | Aceptado: 18/11/2019

Resumen

Este artículo analiza los comportamientos demográficos que han tenido las ciudades medias del interior de Andalucía, entre los años 2008 y 2018, con respecto a los procesos de envejecimiento y despoblación. Se ha seguido una metodología cuantitativa, que ha permitido agrupar los ámbitos de estudio por rangos. Los resultados obtenidos permiten corroborar las hipótesis de partida: en primer lugar, afirmar que las ciudades medias de interior andaluzas, sobre todo a raíz de la crisis económica, han acentuado negativamente su situación con respecto a los procesos de envejecimiento demográfico y despoblación que ya venían observándose desde años anteriores en los núcleos rurales; y en segundo lugar, que aquellas que han conseguido atraer inversiones, tanto públicas como privadas durante el periodo de recesión, han visto mermada la pérdida de efectivos y han mantenido sus crecimientos demográficos.

Palabras clave: envejecimiento demográfico; despoblación; ciudades medias; Andalucía.

Abstract

Demographic aging and (de)population in medium-sized cities in the interior of Andalusia (2008-20018)

This article analyses the demographic behaviour of medium-sized cities in the interior of Andalusia, between 2008 and 2018, with regard to the processes of ageing and depopulation. A quantitative methodology has been followed, which has made it possible to group the fields of study by ranks. The results obtained make it possible to corroborate the initial hypotheses: first of all, to affirm that the average Andalusian inland cities, especially as a result of the economic crisis, have negatively accentuated their situation with regard to the processes of demographic ageing and depopulation that had already been observed for previous years in the rural villages; and secondly, that they which have managed to attract investment, both public and private during the period of recession, have seen a reduction in the loss of population and have maintained their demographic growths.

Keywords: demographic ageing; depopulation; medium-sized cities; Andalusia.

1. Departamento de Geografía Humana. Universidad de Sevilla. Email: cdvalle@us.es
2. Departamento de Geografía Humana. Universidad de Sevilla. Email: psallent@us.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

1. Introducción: las ciudades medias de interior y su importancia demográfica como articuladores territoriales

El concepto de *Ciudad Media* ha sido muy debatido y ha generado importantes reflexiones desde el punto de vista científico con respecto a las tipologías de asentamientos que deben insertarse en dicha categoría (Baigorri, 1999; Marques da Costa, 2002; Bellet y Llop, 2004; Andrés, 2008). Son muchos los autores que se han preocupado por ajustar de una forma precisa criterios que justificasen la naturaleza de dichos ámbitos, ya fuese desde un punto de vista más demográfico, fundamentado casi exclusivamente en el volumen de la población, a otros que añadían una perspectiva más funcional, relacionado con variables como empleo, vivienda, equipamientos, turismo, patrimonio e incluso identidad (Cano, 2008; Feria, 2012; Rodríguez y Sánchez, 2010a y 2010b.). En 2008 Gabriel Cano realizó una síntesis de los estudios sobre clasificaciones urbanas realizadas por otros autores hasta ese momento, prestando especial atención a las ciudades medias de Andalucía. Andrés López publicó, en el mismo año (2008), una revisión de los criterios más utilizados en diversas investigaciones geográficas sobre la delimitación y características de las ciudades medias en España. Entre sus conclusiones manifestó que realizar una delimitación con criterios establecidos de forma general, sin tener en cuenta la diversidad territorial del espacio que se estudia, posiblemente resulte imperfecta (Rodríguez y Sánchez, 2010a). En la actualidad, las investigaciones que se realizan sobre ciudades medias no se centran tantos en aspectos cuantitativos, suelen ser más holísticas y se analizan varias temáticas a la vez siguiendo métodos de gran calidad (Del Espino, 2015; Campos, 2017).

En Andalucía, el concepto de *Ciudad Media* viene marcado desde la ordenación territorial de la región, exactamente en referencia al sistema de ciudades y asentamientos. El Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), aprobado por la Junta de Andalucía en el 2006, incluye, en su Título III sobre las Estrategias de Desarrollo Territorial, consideraciones sobre la Red de Ciudades Medias andaluzas. Lo más importante es que reconoce en dichos núcleos, la importancia del papel que ejercen en el territorio como vertebradores o articuladores del mismo, ejerciendo como nexos de unión entre los núcleos netamente rurales y los Centros Regionales (Cebrián, 2018).

Desde el punto de vista demográfico, las ciudades medias andaluzas también han conformado un escenario intermedio entre las dinámicas claramente urbanas y las rurales. De hecho, la talla demográfica (número total de habitantes) ha sido, como ya se ha apuntado anteriormente, uno de los criterios tradicionalmente utilizados para la delimitación de dichos ámbitos, junto con otros que hoy día explican la forma en la que se articula territorialmente Andalucía (Del Espino, 2017; Sánchez, 2018). La mayor parte de las ciudades medias andaluzas se han constituido como cabeceras comarcales, ejerciendo dinamismo sobre el conjunto de ámbitos que supeditaban (Pasciaroni, 2012). Y el dinamismo no era sólo socioeconómico y territorial, también demográfico. Las ciudades medias han sido receptoras de efectivos demográficos provenientes de municipios rurales cercanos, lo que ha generado en ellas dinámicas positivas, tanto desde el punto de vista del crecimiento natural como migratorio. Han sido ámbitos que han vertebrado demográficamente la región. Rangos intermedios entre la pérdida demográfica de los asentamientos rurales más pequeños, y el aumento de efectivos que han registrado municipios de más de 100.000 habitantes, sobre todo si estos se localizaban en áreas metropolitanas o el litoral (del Valle, 2012).

La cuestión es que desde el año 2008, momento en el que se inicia la última gran crisis económica en nuestro país, se empieza a observar que algunas de estas ciudades medias, especialmente las lo-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

calizadas en el interior de Andalucía, empiezan a ser partícipes de los procesos de envejecimiento demográfico y despoblación, a un nivel que hasta dicha fecha prácticamente era exclusivo de ámbitos rurales serranos. Es decir, se empieza a observar como algunas pautas de comportamiento demográfico característicos de municipios situados en ámbitos serranos andaluces (Almoguera y del Valle, 2010), se empiezan a dar en ciudades intermedias que tradicionalmente habían tenido comportamientos bien distintos a ellos.

Es por esta cuestión, por lo que se plantea como hipótesis principal a constatar, que las ciudades medias de interior en Andalucía, a raíz de la crisis económica que incidió de forma indudable en aspectos socioeconómicos, laborales e incluso territoriales, han acentuado negativamente su situación dentro de los procesos de envejecimiento y despoblación que ya venían observándose desde años anteriores en ámbitos rurales inferiores a los 10.000 habitantes (del Valle, 2011). Como hipótesis secundaria se defiende que aquellas ciudades medias de interior que han conseguido atraer inversiones, tanto públicas como privadas, durante el periodo de recesión, han visto mermada la pérdida de efectivos y han mantenido sus crecimientos demográficos.

El objetivo de este artículo es, por tanto, analizar el comportamiento demográfico que han tenido las ciudades medias del interior de Andalucía entre los años 2008 y 2018, y comprobar en qué situación se encuentran con respecto a los procesos de envejecimiento y despoblación. Los objetivos específicos son tres: Primero, realizar una aproximación a las variaciones de crecimiento entre los años 2008 y 2018, de manera que se puedan analizar las tendencias seguidas por las ciudades intermedias durante la última década. Seguidamente, conocer en profundidad la relación existente que pueda haber entre los procesos de envejecimiento demográfico y los de despoblación. Y, en tercer lugar, lograr una aproximación correcta a cuáles son los factores que más han influido en la conformación de los actuales escenarios demográficos que presentan dichos ámbitos, así como clasificar a los mismos en rangos identificativos que pudieran servir posteriormente a la hora de aplicar políticas de desarrollo local.

El interés de este análisis se fundamenta en el hecho de plantear si una posible regresión demográfica en estas ciudades medias de interior, pudiera conllevar a procesos de desvertebración territorial en los próximos años. Hasta el momento, no han sido mucho los estudios que han abarcado estas cuestiones. Merinero y Lara (2011:4) destacan la importancia de dichos ámbitos intermedios en la "contribución que han realizado para evitar el despoblamiento rural y las funciones que cumplen en dichos entornos", destacando que la actividad turística se postula como uno de los factores que más importancia puede tener en la consecución del desarrollo endógeno de dichos asentamientos. García, Rodríguez y López (2016) justifican el comportamiento demográfico de éstas ciudades medias interiores de Andalucía en los últimos años, a su situación periférica con respecto a las áreas metropolitanas, lo que genera una pérdida de atractivo y oportunidades sobre todo para la población joven, generando envejecimiento por emigración y pérdida de servicios públicos que van cerrándose, lo que fomenta el proceso de despoblamiento (Pinilla y Sáez, 2017).

2. Metodología

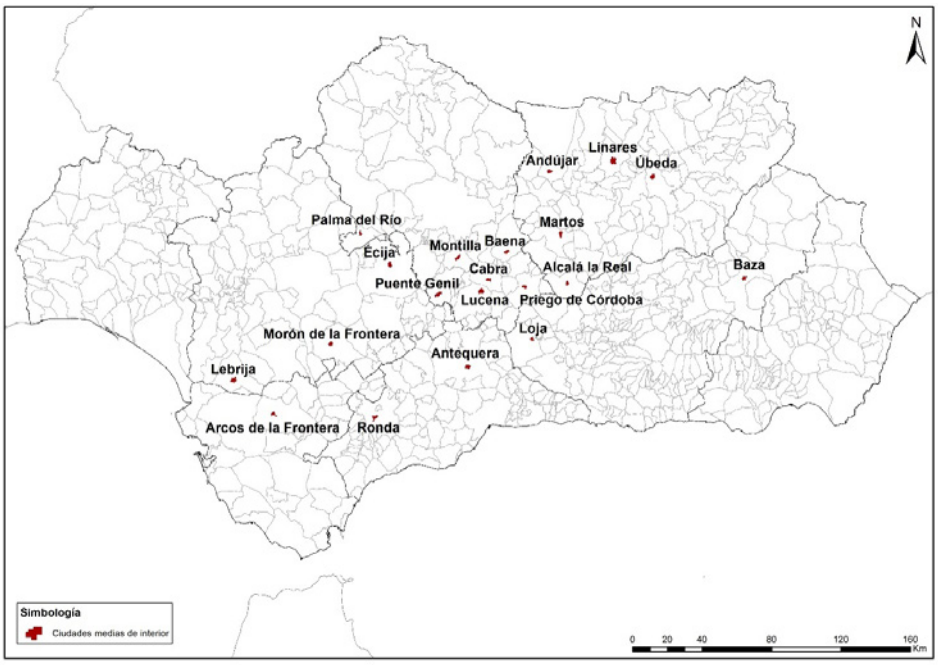
2.1. El marco territorial: ciudades medias de interior andaluzas.

Basándonos en criterios demográficos, tanto las *Bases y Estrategias para la ordenación del territorio en Andalucía* (Junta de Andalucía, 1999) como posteriormente el *Plan de Ordenación*

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

del Territorio de Andalucía (POTA) (Junta de Andalucía, 2006) consideran centros intermedios aquellos que tienen una población total entre 20.000 y 100.000 habitantes. Pero lo cierto es que es necesario, dentro de esa horquilla, matizar comportamientos y escenarios distintos. Tanto Ocaña y Navarro (2005) como Díaz (2007), agruparon las ciudades intermedias en distintas categorías dependiendo de la localización y, por tanto, de la ubicación de las mismas con respecto a la naturaleza del ámbito en las que se encuadraban por ello. De esta manera distinguían entre aquellas que se situaban en el interior de un área metropolitana, con una clara influencia de un núcleo central altamente urbanizado; un segundo tipo eran las localizadas en el litoral, donde la influencia de ello a consecuencia sobre todo de la actividad turística era clara; y en tercer lugar, las denominadas ciudades medias de interior (llamadas *ciudades medias en el espacio rural* por Ocaña y Navarro, 2005), relacionadas con el mundo rural, y que han jugado un papel fundamental en la vertebración del interior de la región. Es este tercer tipo, las ciudades medias interiores, las que van a conformar el ámbito territorial de análisis de este trabajo. Exactamente, se han delimitado un total veinte ciudades medias interiores encuadradas en un eje diagonal intermedio de Andalucía (Durán, Jiménez y Rubio, 2002) que atraviesa las comarcas del Bajo Guadalquivir, la Campiña de Sevilla, la Campiña de Córdoba, el Subbético cordobés y la Campiña de Jaén (ver mapa 1). Todas ellas con una población, según el padrón de 2018, entre 20.000 y 100.000 habitantes. Se trata de las denominadas "agrociudades" (Caro Baroja, 1957, López Ontiveros, 1994) o "pueblos urbanos" (Niemeier, 1935), entre cuyas características sobresale su importancia como centros patrimoniales, lo que les ha convertido en lugares atractivos. De esta forma, el listado de ciudades medias de interior, agrupadas por provincias, queda compuesto por: Écija, Lebrija y Morón de la Frontera, en la provincia de Sevilla; Arcos de la Frontera, en Cádiz; Antequera y Ronda, de la provincia de Málaga; Baena, Cabra, Lucena, Montilla, Palma del Río, Priego de Córdoba y Puente Genil en la provincia de Córdoba; Andújar, Alcalá la Real, Linares, Martos y Úbeda en Jaén; y finalmente, Baza y Loja, de la provincia de Granada. Un total de veinte entidades diferentes que comparten la función de ser centro territorial intermediario entre el nivel urbano-metropolitano y el ámbito rural.

Mapa 1. Localización de las ciudades medias de interior de Andalucía (2018)



Fuente: Datos procedentes del DERA. Elaborado por Rodríguez Hidalgo, P.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2.2. Análisis cuantitativo: fuentes, datos e indicadores.

La metodología ha estado centrada en el análisis cuantitativo de datos demográficos. Para ello, se ha recurrido a las siguientes fuentes estadísticas (tabla 1): en primer lugar, a los padrones municipales, especialmente de los años 2008 y 2018, y publicados por el Instituto de Estadística de Andalucía en el Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA). De ellos se han obtenido datos de población total, población por edad, edad media de la población e incremento porcentual relativo de la población. A partir de los mismos se han elaborado los siguientes indicadores para medir el grado de envejecimiento demográfico: a) *tasa de envejecimiento*, que mide el porcentaje de población de 65 y más años con respecto al total de la población; b) *índice de envejecimiento*, calculado como el cociente entre personas de 65 años y más años con respecto a las personas menores de 15 años, multiplicado por 100; c) *índice de sobreenvejecimiento*, para medir la proporción del grupo de mayores de 85 años, con respecto al grupo de 65 y más años años; y, finalmente, d) *la tasa de dependencia de mayores de 65 años*, que permite relacionar la población mayor de 64 con años con la población en edad activa, es decir, la población comprendida entre los 15 y 64 años de edad.

En segundo lugar, se ha recurrido a las estadísticas de Movimiento Natural de la población, que a escala municipal también proporciona el SIMA con periodicidad anual. Los datos utilizados han sido nacimientos y defunciones, que consecuentemente permiten analizar el crecimiento natural de un ámbito. A partir de ellos se han elaborado las siguientes variables: a) *la tasa bruta de natalidad*, calculada como el cociente entre el número de nacimientos y la población total, expresada en tantos por mil; y b) *tasa bruta de mortalidad*, cuyo valor se obtiene del cociente entre el número de fallecimientos y la población total, nuevamente expresada en tantos por mil.

Finalmente, la tercera fuente estadística utilizada ha sido la Estadística de Variaciones Residenciales (EVR), que proporciona el Instituto de Estadística de Andalucía en SIMA a escala municipal y con periodicidad anual. De ella se han analizado los datos sobre emigraciones, inmigraciones y saldo migratorio, diferenciando si los movimientos eran interiores (entre el territorio nacional) o exteriores (con el extranjero).

Tabla 1. Relación de los datos, fuentes e indicadores utilizados

Fuentes	Datos	Indicadores
Padrones Municipales	-Población total -Población por grupos de edad -Edad media de la población -Incremento relativo porcentual de la población	-Tasa de envejecimiento -Índice de envejecimiento -Índice de sobreenvejecimiento -Índice de dependencia de mayores
Estadísticas de Movimiento Natural	-Nacimientos -Defunciones	-Tasa bruta de natalidad -Tasa bruta de mortalidad -Tasa de crecimiento vegetativo
Estadísticas de Variaciones Residenciales	-Inmigraciones (interiores/exteriores) -Emigraciones (interiores/exteriores)	-Saldo migratorio

Fuente: Elaboración propia.

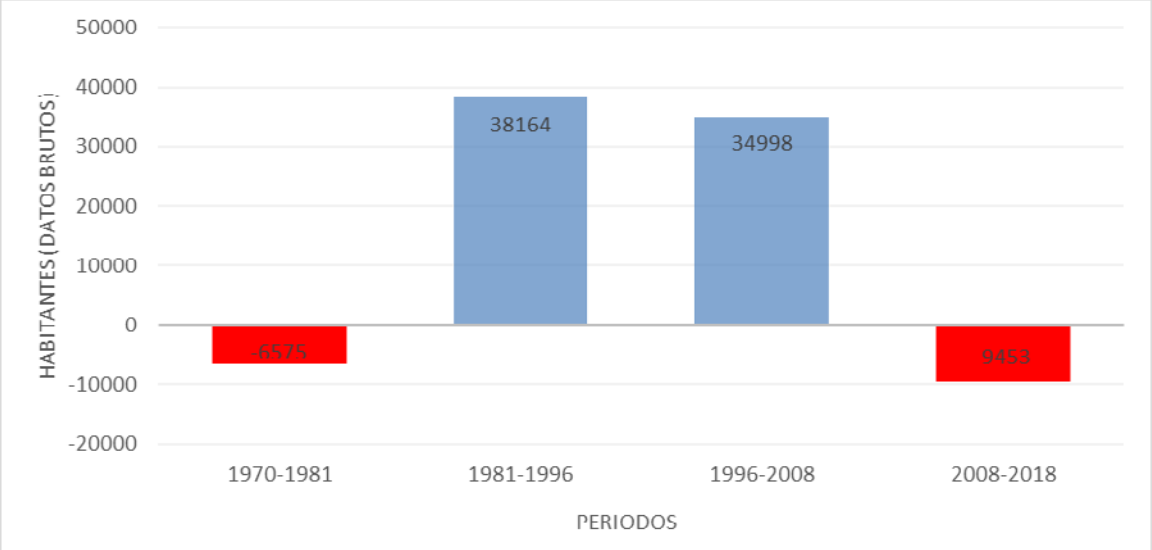
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

3. Resultados: el proceso de envejecimiento demográfico y despoblación en las ciudades medias de interior

3.1. Variaciones de población en las ciudades medias andaluzas de interior (2008-2018)

Las ciudades medias del interior de Andalucía no han significado nunca más de un 10% de la población total de la región. En 1970 residían en ellas 542.349 habitantes, lo que representaba el 9,05% del total de la población andaluza. Dicho porcentaje ha ido descendiendo hasta la actualidad, de manera que en 1981 era un 8,32%; en 1996 tan sólo un 8,11%; en el 2008 descendió a un 7,56% y, finalmente, en el 2018 el porcentaje de efectivos representaba un 7,15% de la población de la Comunidad, siendo en número 599.483 habitantes. Es decir que, en conjunto, desde los años setenta a la actualidad, tan sólo han aumentado en 57.134 habitantes, mientras que han ido perdiendo importancia en cuanto a peso demográfico con respecto al total de la población andaluza. Y no sólo eso, sino que si tenemos en cuenta sólo la última década (2008-2018), han descendido en 9453 residentes. Se trata de la década de mayor pérdida demográfica de estas ciudades, ya que ni incluso en el periodo de éxodo rural (1970-1981) fue tan grande la pérdida de efectivos (-6.575 hab.). Entre estos dos periodos, el conjunto de las ciudades medias analizadas, han ido incrementando su población, superando los 30.000 habitantes cada 10 años (figura 1). Los municipios que más han incrementado sus efectivos son Lebrija (1.796 hab.), Lucena (1.765 hab.) y Puente Genil (1.080 hab.) (mapa 2). La ciudad de Lebrija ha presentado entre el 2008 al 2018 un crecimiento sostenido de su población, pasando de 26.046 habitantes a 27.410. Lucena, desde comienzos del siglo XXI, y a consecuencia de un importante desarrollo industrial, ha sido una ciudad media con gran crecimiento demográfico (casi 600 nuevos habitantes por año), motivado principalmente por la llegada de población inmigrante. La crisis económica no sólo paralizó dicho crecimiento, sino que incluso empezó a decrecer su población. Sin embargo, terminada la crisis ha ido recuperándose, obteniendo en la actualidad datos positivos. En el caso de Puente Genil, la ciudad ha registrado un crecimiento del 3,8% durante el periodo de estudio. El dinamismo que ha conseguido mantener con respecto a los sectores productivos que se desarrollan en el municipio, ha contribuido en gran medida a ello.

Figura 1. Variación de la población residente entre 1970 y 2018 por periodos.

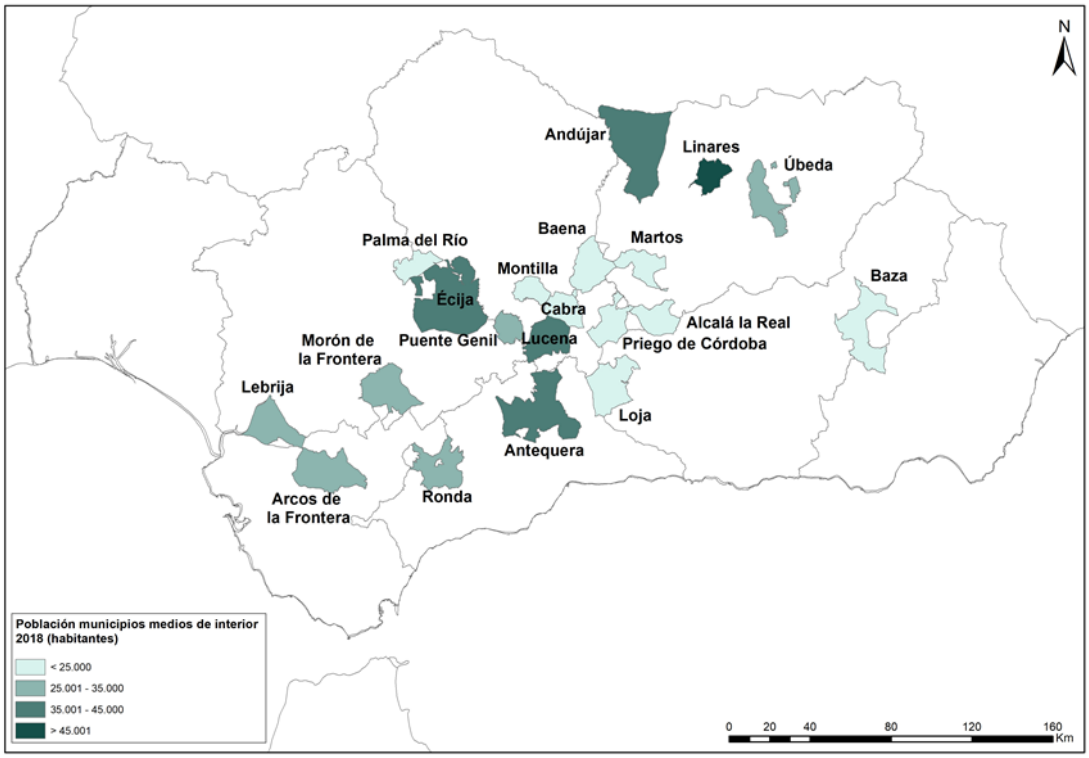


Fuente: Datos censales y padronales (varios años). Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

De las veinte ciudades analizadas, sólo ocho de ellas han visto incrementar sus efectivos. Las doce ciudades restantes presentan situaciones de decrecimiento demográfico. Los municipios que más población han perdido son Antequera (-3.443 hab.), Linares (-3.529 hab.) y Baza (- 2.076 hab.), seguidos de Ronda (-1.854 hab.), Baena (-1.615 hab.) y Andújar (-1.158 hab.). Todos ellos han perdido desde el 2008 por encima de los 1.000 habitantes (mapa 3). De los ámbitos estudiados, los pertenecientes a las provincias de Jaén y Málaga son los que más han decrecido, destacando como ya se ha apuntado Antequera y Ronda, que, aún siendo cabeceras de sus respectivas comarcas, y en el caso de la primera tener buenas comunicaciones por carretera y mantener cierto dinamismo económico, han visto descender el número de residentes en ellas. Linares, con su particular crisis industrial, inició su decrecimiento demográfico varios años antes del periodo de estudio. Ya desde el 2006 empezaba a presentar valores negativos de crecimiento demográfico. Baza, en el altiplano granadino, también comenzó a perder población antes del 2008, vaciándose el norte de la provincia granadina.

Mapa 2. Población de las ciudades medias de interior de Andalucía (2018)



Fuente: Padrón de habitantes (2018). IECA. Elaborado por Rodríguez Hidalgo, P.

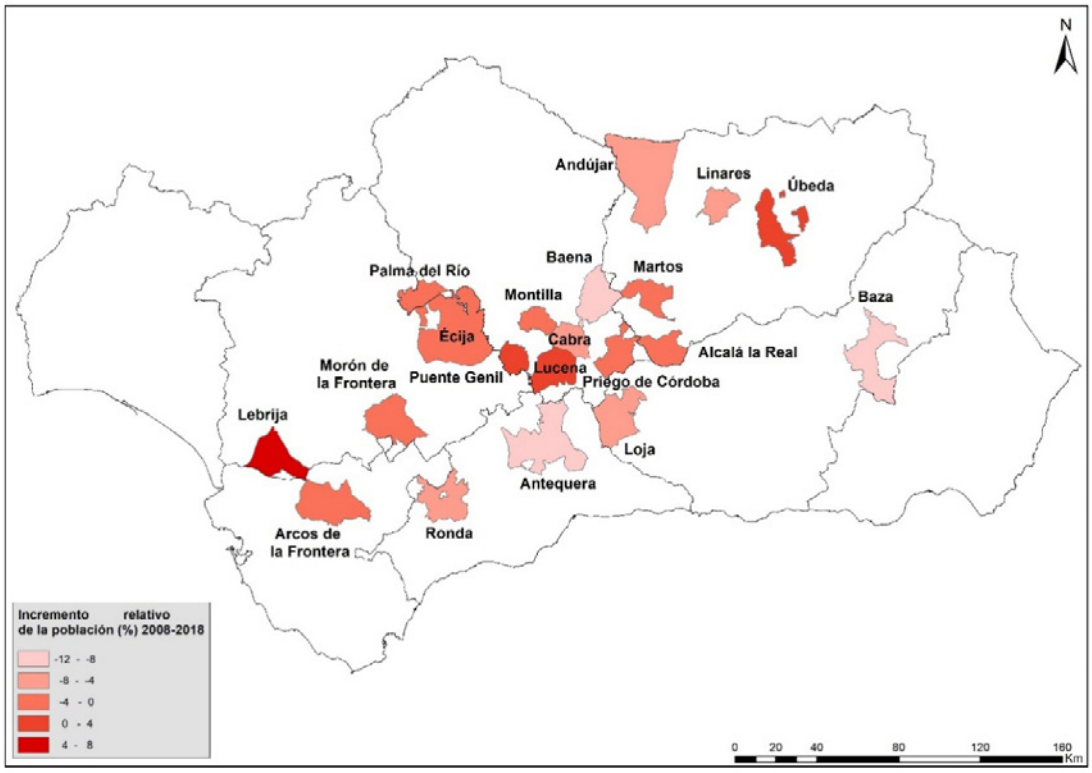
Si observamos la población por grupos de edad, desde 1996 al 2018 se ha producido un cambio estructural notable en dichas ciudades. El grupo de edad de niños entre 0-4 años presentaba ya antes de la crisis una tendencia descendente. Con un ritmo lento de pérdida, se pasó de 35.172 efectivos en 1996 a 32.179 en el 2008. Sin embargo, la crisis desencadenó un aumento del ritmo, llegándose a contabilizar en el 2018 tan sólo 27.314 niños menores de 5 años.

Ahora bien, los grandes cambios durante la última década se han producido entre los grupos de edad de 5 a 35 años y de 50 años a más de 65 años. Tal y como puede observarse en el gráfico 2,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

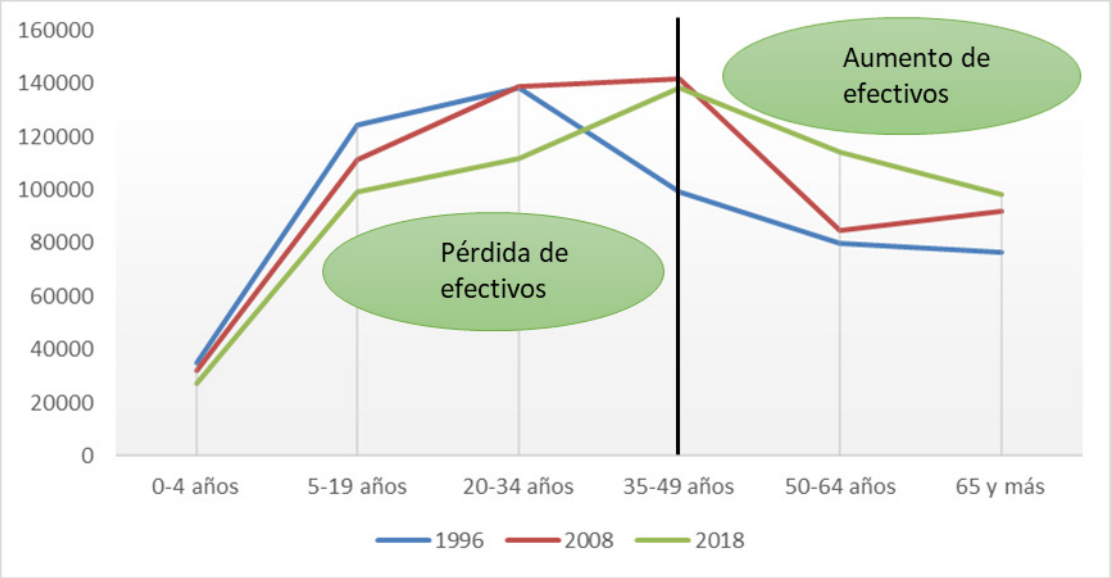
han descendido en número los efectivos de los grupos más jóvenes y se han incrementado en gran medida los efectivos de los grupos de más de 50 años.

Mapa 3. Incremento relativo de la población (%) 2008-2018.



Fuente: Padrones de habitantes (2008-2018). IECA. Elaborado por Rodríguez Hidalgo, P.

Figura 2. Comparación de la población por grupos de edad en 1996, 2008 y 2018.



Fuente: Datos padronales de 1996, 2008 y 2018 del IECA. Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Por tanto, podemos afirmar, que el conjunto de ciudades medias interiores de Andalucía han modificado durante la última década sus estructuras demográficas, disminuyendo por la base el perfil de sus pirámides, y ensanchando la zona media-alta de las mismas, como consecuencia del aumento de población en los grupos de edad de más de 50 años. De hecho, la edad media de la población de dichos ámbitos ha pasado de 40,2 años en el 2008 a 41,8 años en el 2018, valor algo más alto que el de la media regional para ese año que se situó en 41,56 años. Superan los 43 años de edad media Alcalá La Real (44,5 años), Cabra (43,7 años), Priego (43,5 años) y Montilla (43,3 años). En el lado opuesto tenemos los municipios de Lebrija (39,6 años) y Lucena (39,5 años) cuya media no llega a los 40 años (tabla 2). Han sido Arcos de la Frontera, Loja, Linares y Ronda los municipios que han tenido un mayor incremento con respecto a los datos del 2008. Baena, Baza y Martos son los que han visto variar menos sus valores con respecto a la edad media de la población durante la última década.

Tabla 2. Edad media de la población en las ciudades medias de interior de Andalucía (2008 y 2018)

MUNICIPIOS	AÑO 2008	AÑO 2018	Diferencia (2008-2018)
Arcos de la Frontera	38	40,2	2,2
Baena	39,9	40,9	1
Cabra	41,8	43,7	1,9
Lucena	37,9	39,5	1,6
Montilla	41,5	43,3	1,8
Palma del Río	39,4	41,2	1,8
Puente Genil	39,8	41,1	1,3
Priego	41,6	43,5	1,9
Baza	40,6	41,8	1,2
Loja	39,9	42	2,1
Andújar	40,3	42,2	1,9
Martos	40,4	41,6	1,2
Alcalá la Real	43	44,5	1,5
Linares	40,5	42,5	2
Úbeda	40,3	42	1,7
Ronda	40,3	42,3	2
Antequera	39,9	41,2	1,3
Écija	38,8	40,3	1,5
Lebrija	37,7	39,6	1,9
Morón de la Frontera	40,8	42,4	1,6
Ciudades Medias de interior	40,2	41,8	1,6

Fuente: Datos padronales de 2008 y 2018 del IECA. Elaboración propia

3.2. Envejecimiento demográfico en las ciudades medias de interior (2008-2018)

Si hasta hace una década las ciudades medias andaluzas se caracterizaban por ser ámbitos poco envejecidos, en la actualidad las denominadas de interior sí están protagonizando escenarios de un claro proceso de envejecimiento demográfico. Así lo ponen de manifiesto los distintos indicadores analizados. Si en el 2008 la población mayor de 65 años residentes en los ámbitos de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

estudio representaba el 16,03% del total de la población, en el 2018 dicho porcentaje ascendió a un 17,34%. La media andaluza se situaba en 14,76%. Los municipios que presentaban los mayores porcentajes de población mayor de 65 años con respecto a sus poblaciones totales eran Alcalá la Real (22,13%), Priego de Córdoba (20,08%) y Cabra (19,81%). Por el contrario, los porcentajes más bajos se registraron en Lebrija (14,21%), Arcos de la Frontera (14,69%) y Lucena (14,44%). La media del incremento porcentual durante la última década ha sido de un 1,3%. Sólo un municipio ha visto decrecer el porcentaje de sus mayores de 65 años, que ha sido Martos, que en 2008 tenía un porcentaje del 18,03% y en el 2018 registró un 17,33% (tabla 3).

El índice de envejecimiento para el conjunto del ámbito fue de 113,78 en el 2018, frente al 96,15 del 2008. Para el conjunto de Andalucía el valor fue de 105,08. Así pues, durante los últimos 10 años, las ciudades medias de interior han acusado su grado de envejecimiento demográfico. Por municipios, los valores más altos en el 2018 los registraron Alcalá la Real (159,2), Cabra (143,4) Priego de Córdoba (142,3) y Montilla (138,1). Es decir, ciudades localizadas en las comarcas de la Subbética y Sierra Sur de Córdoba y Jaén. Por el contrario, y con índices por debajo de la media, destacan las ciudades de Arcos de la Frontera (90,5), Lucena (82,1), Écija (90,4) y Lebrija (81,9). El análisis sobre las variaciones que ha sufrido dicho índice con respecto a los datos del 2008, muestra cómo han sido Cabra, Montilla, Linares y Priego de Córdoba, las que más han visto aumentar el proceso de envejecimiento durante la última década. Puente Genil, Baza y Baena, son los municipios en los que menos se ha incrementado en índice de envejecimiento, aunque ello no les excluye de encontrarse inmersos en dicho proceso.

De hecho, otra de las cuestiones que empiezan a tener peso en estas ciudades medias del interior, es la existencia de un sobreenvejecimiento, que hasta el momento era un proceso que prácticamente y en gran medida protagonizaban los núcleos de menos de 10.000 habitantes. Es decir, nos encontramos con escenarios de un envejecimiento altamente dependiente, donde el porcentaje de población con más de 85 años alcanza valores que nunca se habían registrado. El promedio para el conjunto de las ciudades medias de interior es de un 18,54% en el 2018, siendo la media andaluza de 15,39% en el mismo año. Una década antes, el índice se situaba en un 11,15%. Priego de Córdoba, Baena y Martos son los municipios con los valores más altos, superando el 22%. Lebrija, Morón y Arcos de la Frontera son los que tienen el índice más bajo, no llegando ni siquiera al valor de la media andaluza. Son los municipios de Loja y Priego de Córdoba los que más han incrementado su porcentaje con respecto al 2008 (10 puntos por encima). Finalmente, ello nos lleva a analizar también la tasa de dependencia de la población de 65 y más años, un indicador interesante a tener en cuenta sobre todo a la hora de planificar el gasto social en dichos municipios.

En el 2018, la media obtenida para el conjunto de las ciudades medias de interior fue de 25,85%, valor levente superior a la media andaluza que registró una tasa del 25,62%. Al igual que el resto de indicadores, se produce un incremento del porcentaje con respecto al 2008, cuyo valor fue entonces del 23,98%. Por municipios, destacan Priego de Córdoba (30,52%), Cabra (29,85%) y Montilla (28,94%) con los porcentajes más altos. Por el contrario, Arcos de la Frontera (21,26%), Lucena (21,24%), Écija (22,41%) y Lebrija (20,77%) son las ciudades donde las tasas de dependencia de mayores presentan los valores más bajos con respecto al conjunto de los ámbitos analizados.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Tabla 3. Indicadores de envejecimiento demográfico (2008 y 2018)

	% DE MAYORES DE 64 AÑOS (a)		ÍNDICE DE ENVEJECIMIENTO (b)		ÍNDICE DE SOBRE-ENVEJECIMIENTO (c)		TASA DE DEPENDENCIA DE MAYORES DE 64 AÑOS (d)	
	2008	2018	2008	2018	2008	2018	2008	2018
Arcos de la Frontera	12,60	14,69	67,8	90,5	10,65	12,85	18,30	21,26
Baena	15,56	16,11	97,5	102,6	13,53	22,79	22,72	23,64
Cabra	17,98	19,81	115,0	143,4	11,30	21,11	27,09	29,85
Lucena	13,11	14,44	70,6	82,1	11,71	18,01	19,19	21,24
Montilla	17,93	19,31	110,3	138,1	12,08	21,50	27,25	28,94
Palma del Río	14,89	16,53	87,5	104,1	10,54	15,22	21,86	24,45
Priego de Córdoba	19,48	20,08	118,4	142,3	11,64	22,13	30,41	30,52
Puente Genil	16,08	16,52	95,6	103,3	10,54	20,01	23,96	24,47
Baza	16,35	17,52	105,4	114,2	12,17	19,06	24,00	26,09
Loja	16,48	17,72	93,3	115,7	9,19	20,13	25,01	26,47
Alcalá la Real	21,26	22,13	136,0	159,2	11,75	20,73	33,69	34,61
Andújar	15,87	17,91	95,4	117,8	11,22	18,43	23,52	26,77
Linares	15,25	17,81	94,1	119,8	10,69	17,10	22,25	26,45
Martos	18,03	17,33	95,0	111,3	12,43	22,12	28,61	25,83
Úbeda	16,46	17,23	101,0	114,1	11,34	18,92	24,49	25,46
Antequera	15,14	16,41	88,8	101,6	10,52	18,87	22,33	24,34
Ronda	16,09	17,77	99,9	121,8	10,26	16,85	23,73	26,27
Écija	13,57	15,22	79,3	90,4	11,66	16,58	19,57	22,41
Lebrija	12,02	14,21	65,4	81,9	8,88	13,12	17,27	20,77
Morón de la Frontera	16,53	18,12	106,8	121,3	10,88	15,28	24,31	27,08
Ciudades Medias de interior	16,0	17,3	96,2	113,8	11,15	18,54	23,98	25,85

Fuente: Datos padronales de 2008 y 2018 del IECA. Elaboración propia.

En definitiva, todos los indicadores utilizados para medir el grado de envejecimiento demográfico demuestran, por un lado, que el conjunto de ciudades medias del interior de Andalucía han acentuado su nivel de envejecimiento entre el 2008 y el 2018, alcanzando como valores medios niveles por encima de la media regional. Y, en segundo lugar, que existe cierta heterogeneidad entre los municipios estudiados en cuanto al grado de envejecimiento de los mismos. Para dar respuesta a esta última cuestión es necesario analizar el comportamiento del movimiento natural y migratorio en los mismos durante la última década.

3.3. Factores demográficos explicativos del grado de envejecimiento y (de)crecimiento poblacional

3.3.1. El descenso de la natalidad VS el aumento de la mortalidad

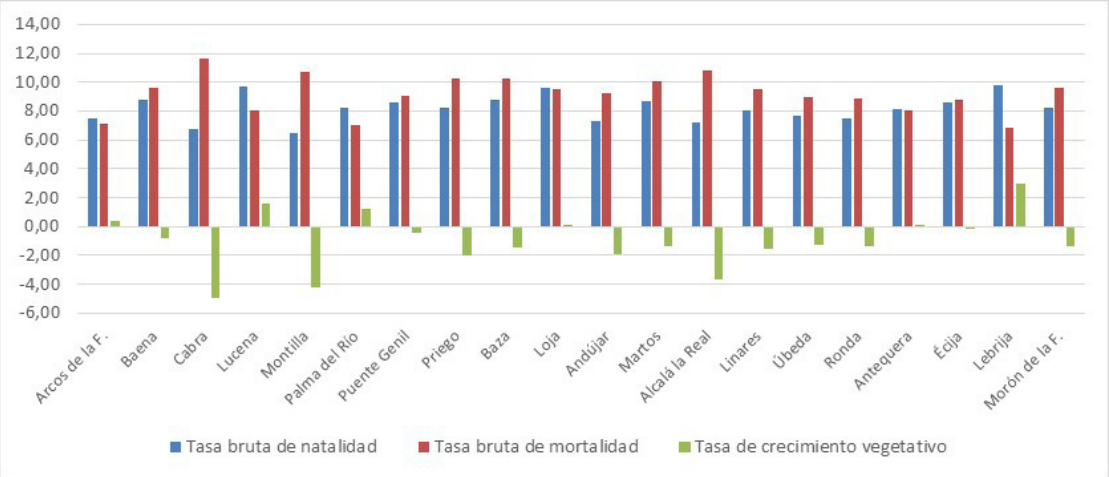
En el año 2008 se registraron en el conjunto de las ciudades medias de interior de Andalucía un total de 6634 nacimientos. En el 2018 tan sólo 4914 nacimientos. La tasa bruta de natalidad des-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

cendió de un 10,67 por mil en el 2008 a un 8,19 por mil en el 2018 (la media andaluza fue de 8,89 por mil). Es decir, el descenso de la natalidad es uno de los factores explicativos del envejecimiento demográfico de estos ámbitos. De hecho, los datos muestran cómo después de los municipios rurales de menos de 20.000 habitantes, son las ciudades medias de interior las que más han visto decrecer su natalidad. Por municipios, destacan Cabra y Montilla, con unas tasas por debajo del 7 por mil. Les sigue Alcalá La Real con un 7,22 por mil. En el lado opuesto encontramos a Loja (9,62 por mil), Lebrija (9,78 por mil) y Lucena (9,67 por mil), los cuales se acercan a una tasa del 10 por mil (figura 3). En todos los casos, las tasas del 2018 han decrecido con respecto a las registradas en 2008. Han sido los municipios de Arcos de la Frontera, Puente Genil, Andújar y Antequera los que más han acentuado el descenso en los niveles de su natalidad, descendiendo sus tasas en más de 3,5 puntos con respecto al 2008. Los municipios en los que menos ha variado la tasa (aunque con un leve descenso) han sido Baza y Loja.

Con respecto a la mortalidad, en el 2008 se registraron en el conjunto de las ciudades medias de interior de Andalucía un total de 5.303 fallecimientos. En el 2018 se contabilizaron 5.432 defunciones. Es decir, en números brutos la mortalidad prácticamente no ha variado mucho. La tasa bruta de mortalidad pasó de un 8,76 por mil en 2008 a un 9,19 por mil en 2018 (la media andaluza fue de 8,61 por mil). Es decir, podemos afirmar que ese leve incremento en la tasa de mortalidad viene dado por un aumento del número de efectivos en las cohortes de mayor edad, consecuencia del envejecimiento demográfico. Cabra (11,63 por mil), Montilla (10,69 por mil) y Alcalá la Real (10,85 por mil) son los municipios que presentan las tasas más altas con respecto al conjunto estudiado. En el lado opuesto se sitúan Lebrija, Arcos de la Frontera y Palma del Río con tasas en torno a un 7 por mil (figura 3). Los municipios que más han incrementado su tasa bruta de mortalidad durante la última década han sido Priego de Córdoba, Baza y Montilla. Así pues, y como consecuencia de las pautas de comportamiento que la natalidad y la mortalidad vienen presentando desde el 2008, nos encontramos con que en la actualidad 13 de las 20 ciudades medias de interior de Andalucía presentan tasas de crecimiento natural negativas. Todas las localizadas en la provincia de Jaén presentan tasas de crecimiento vegetativo negativas; de las pertenecientes a la provincia de Córdoba, sólo Lucena y Palma del Río tienen tasas positivas. Del resto de provincias pierden población de forma natural Baza, Ronda, Écija y Morón de la Frontera.

Figura 3. Tasas brutas de natalidad, mortalidad y crecimiento vegetativo (x1000) en 2018



Fuente: Estadísticas de Movimiento Natural de Población (2018) del IECA. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Así pues, teniendo en cuenta que en el 2008 el promedio de las tasas de crecimiento natural para el conjunto de las ciudades medias de interior era de signo positivo, podemos afirmar que durante los últimos 10 años la tendencia que han seguido estas ciudades ha sido hacia una pérdida de población como consecuencia del decrecimiento de la natalidad, ya que en la mortalidad no se han producido cambios importantes. Únicamente los derivados del proceso de envejecimiento que está incrementado en número las cohortes de edades superiores.

3.3.2. El aumento de las emigraciones VS el descenso de las inmigraciones

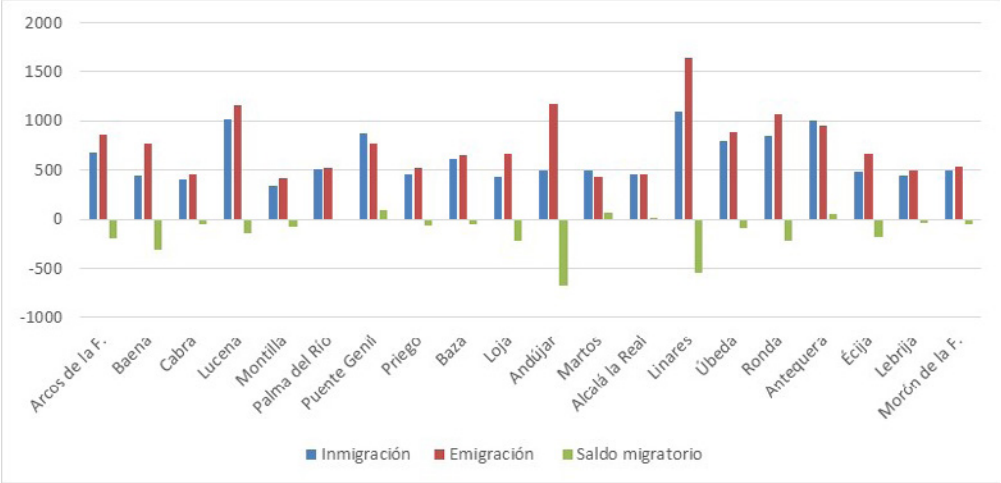
En el 2018, se registraron en el conjunto de ciudades medias de interior de Andalucía un total de 12432 inmigraciones, valor por debajo de lo que lo hicieron en el 2008, cuyo número ascendió a 14799. Por tanto, es destacable como estos municipios han disminuido su grado de atracción con respecto a otras entidades cercanas. Estas ciudades medias, en gran medida cabeceras comarcales, acogían a efectivos que decidían instalarse en ellas por ser centros dinámicos que ofertaban empleo y una serie de servicios que en núcleos más rurales eran deficientes. Y no solo eso, sino que la crisis ha generado una desaceleración no solo económica, sino también migratoria. Si en el 2008 se registraron un total de 13107 emigraciones, en el 2018 la cifra se incrementa hasta 15089. Es decir, no sólo se reduce el grado de atracción demográfica, sino que estos municipios comienzan a perder población que decide marcharse hacia ámbitos más dinámicos, como pueden ser ciudades medias pertenecientes a áreas metropolitanas o localizadas en el litoral. Consecuentemente, si el en 2008 el saldo migratorio fue positivo (1692) en el 2018 nos encontramos con valores negativos (- 2657). Se comprueba, por tanto, como las ciudades medias de interior han pasado a formar parte de una dinámica migratoria que hasta el momento era prácticamente exclusiva de los núcleos rurales inferiores a 10.000 habitantes.

En el 2008, tan sólo tres de las ciudades de estudio tuvieron un saldo migratorio negativo. Fueron Baena, Andújar y Úbeda. En el 2018, dieciséis de las veinte ciudades analizadas tenían un saldo migratorio negativo. Las mayores pérdidas las registraron Andújar, Linares y Baena; seguidas de Arcos de la Frontera, Loja, Ronda y Écija. Además, el saldo migratorio para el periodo 2008-2018 fue negativo en todas las ciudades medias de interior con la excepción de Martos, que ha presentado siempre durante los últimos diez años valores bajos pero positivos (figura 4).

Es interesante analizar las pautas de comportamiento migratorio en función de los grupos de edad, ya que ello va a guardar gran relación con el proceso de envejecimiento demográfico y de la fijación o no de la población en dichos territorios (figura 5). El proceso inmigratorio actual de estas ciudades es protagonizado, tal y como muestran los datos por una población joven que se encuentra en edad de realizar estudios universitarios y de la búsqueda de empleo. Sobre todo, la cifra es muy relevante (60,08%) en los movimientos de llegada desde algún país extranjero. Probablemente se trata de una inmigración de retorno, de jóvenes que durante el periodo de crisis decidieron salir al extranjero a formarse o para encontrar trabajo y que pasada la crisis regresan a sus ciudades de orígenes. No se trata de población de nacionalidad extranjera que llega a estos municipios, porque por nacionalidades el porcentaje de extranjeros que protagoniza estos movimientos de llegada no alcanzan el 10% de total. Muy parecidos son los datos sobre los inmigrantes que llegan del resto de España. Se concentran en las edades de trabajar, siendo los porcentajes del grupo 40 a 64 años algo mayor que en el caso de los que proceden de fuera de España. Es de destacar también que un 9,23% de los movimientos inmigratorios han sido protagonizados por mayores de 65 años, es decir, de población jubilada que llega a estas ciudades medias para residir en ellas, siendo en muchos casos un regreso a los lugares de orígenes (al llamado "pueblo").

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Figura 4. Inmigración, emigración y saldo migratorio (número de variaciones). 2018

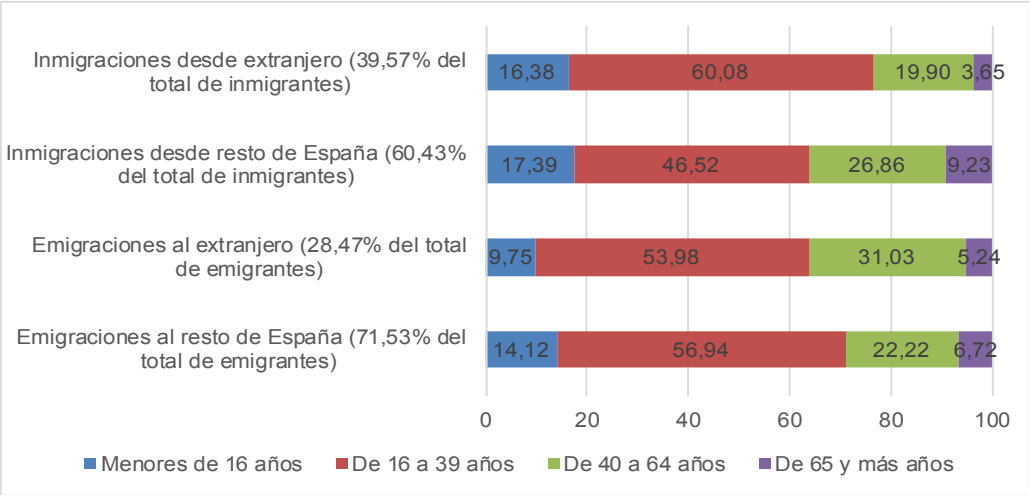


Fuente: Estadística de Variaciones Residenciales (2018) del IECA. Elaboración propia

En cuanto al proceso emigratorio, los mayores porcentajes se registran, tanto si es al resto de España (56,94%) como al extranjero (53,98%), en el grupo de edades de 16 a 39 años. Se trata nuevamente de una emigración formativa y laboral. Hay que destacar que la población que quiere realizar estudios universitarios no encuentra en estas ciudades la oportunidad, y la distancia que suele haber entre estas ciudades y las capitales provinciales favorecen el cambio de residencia de dicha población, ya que imposibilitan la realización de movimientos pendulares diarios. Es cierto que cuando se terminan los estudios, y si no encuentran empleo allí, suelen regresar al lugar de origen.

El análisis de las variaciones del saldo migratorio para el conjunto del periodo 2008-2018 muestra como sólo cinco de las veinte ciudades analizadas tienen valores positivos, es decir, que no han sufrido pérdidas demográficas a consecuencia de los movimientos migratorios. Ellos son Lebrija, Arcos de la Frontera, Lucena, Priego de Córdoba y Martos. El resto de ciudades medias de interior sí han perdido población durante la última década como consecuencia de tener saldos migratorios negativos. Sobre todo, destacan Andújar y Linares (mapa 4).

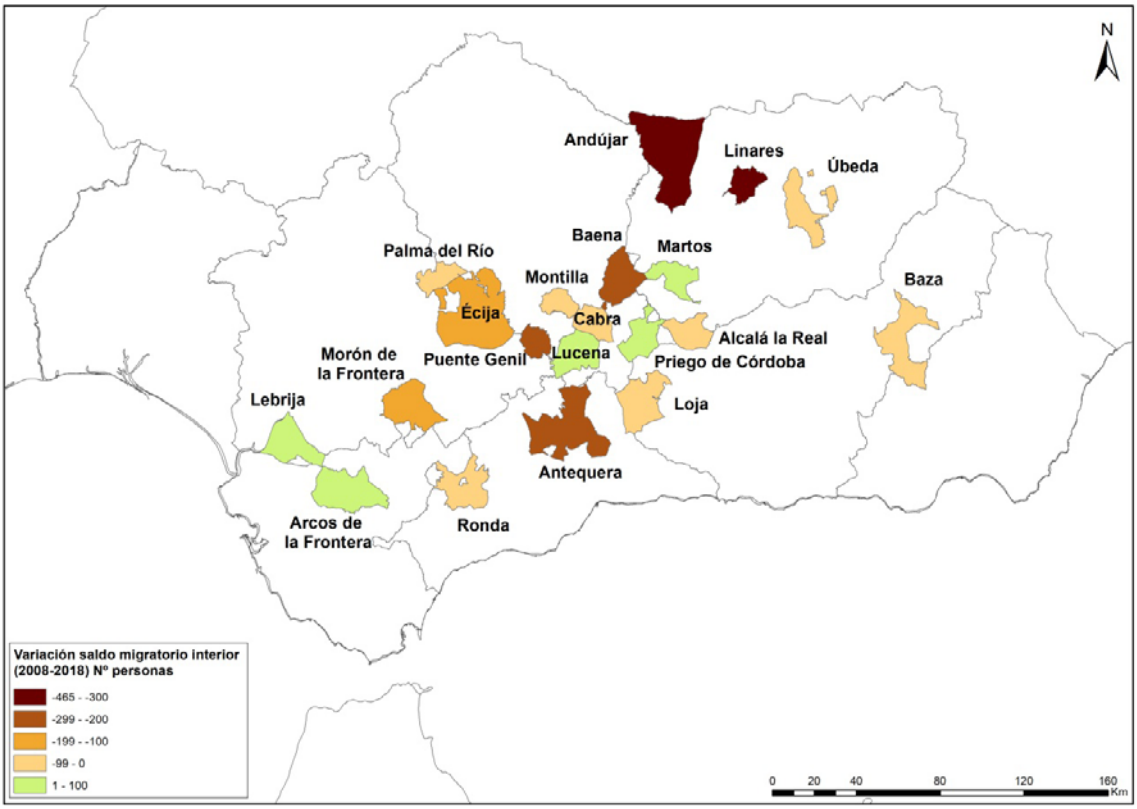
Figura 5. Emigraciones e inmigraciones al resto de España y extranjero por grupos de edad (2018)



Fuente: Estadística de Variaciones Residenciales del IECA. Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Mapa 4. Variación del saldo migratorio interior entre 2008 y 2018 (datos brutos)



Fuente: Estadística de Variaciones Residenciales del IECA. Elaboración propia

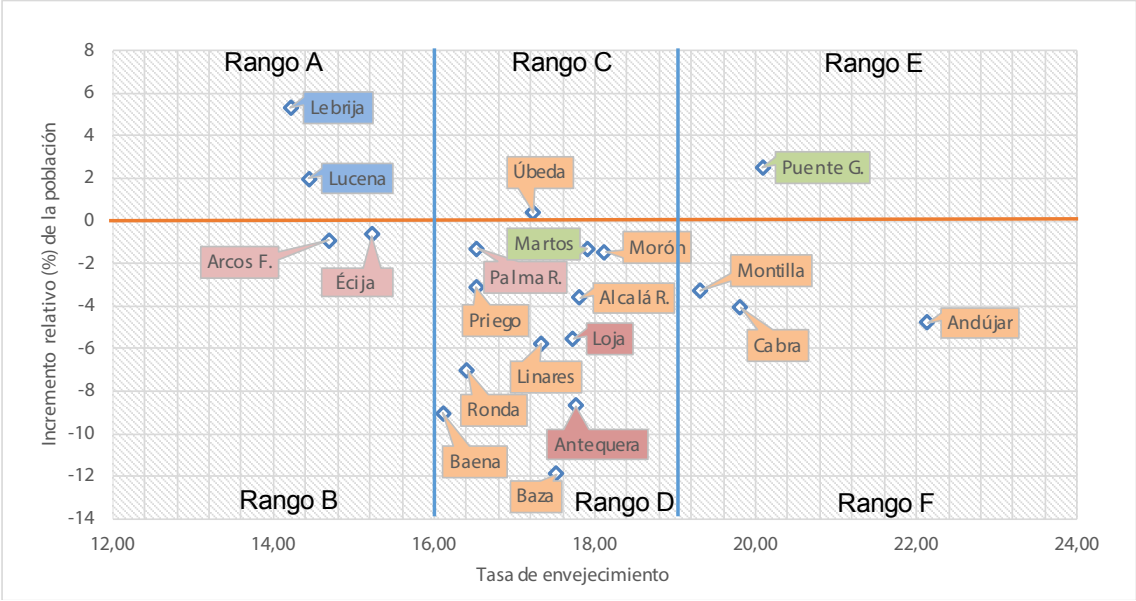
4. Discusión de resultados

Del análisis de las distintas variables utilizadas para medir el grado de envejecimiento y despoblación de las ciudades medias del interior en Andalucía, se desprende que, efectivamente, entre el 2008 y el 2018, dichos ámbitos han acentuado sus procesos de pérdida de población y han modificado sus estructuras demográficas, donde las cohortes de mayor edad aumentan en número y disminuyen las de edades inferiores. Es decir, que puede afirmarse que dichas antiguas agrociudades, en el periodo de una década, han envejecido y han disminuido su fuerza demográfica de atracción centrípeta. Sin embargo, bien es cierto que se han observado pautas de comportamiento diferenciales entre los municipios que conforman el conjunto de estas ciudades. Es por ello por lo que han sido clasificados en seis rangos distintos, a partir de la correlación de los datos correspondientes al incremento relativo porcentual de la población entre el 2008 y 2018 (mapa 3), y de las tasas de envejecimiento al año 2018 (tabla 3). Con respecto al primer indicador, únicamente se han diferenciado entre las ciudades medias de interior cuyos incrementos relativos de población han sido en el periodo de una década positivos o negativos, es decir, si durante esos diez años la tendencia ha sido de ir aumentado su población o, por el contrario, de ir perdiéndola, iniciándose un periodo de despoblamiento; con respecto al segundo indicador, se ha tenido en cuenta el porcentaje de población mayor de 64 años con respecto al total de los efectivos, asignándole la categoría de nivel bajo cuando el porcentaje era inferior al 16%, la categoría de nivel medio cuando los porcentajes se concentraban entre el 16% y el 19% y, finalmente, estaríamos ante niveles altos de envejecimiento cuando ellos superasen el 19% (figura 6). En la representación gráfica se

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

pueden observar como aparecen marcadas cada una de las ciudades con distintos colores, dependiendo del comportamiento del crecimiento vegetativo y del saldo migratorio. Así pues, aparecen en azul las ciudades en las que ambos componentes tienen signo positivo; el color rosa ha sido asignado a las ciudades con crecimientos naturales positivos, pero saldos migratorios negativos; el color verde incluye a las antiguas agrociudades con crecimientos vegetativos negativos y saldo migratorio positivo; y, finalmente, en color naranja aparecen los municipios que presentan ambos valores negativos, es decir, tanto en el crecimiento natural como migratorio. El resultado de ello ha sido representado en el mapa 5, en el que se han diferenciado los siguientes rangos:

Figura 6. Ciudades medias de interior según la tasa de envejecimiento (2018) y el incremento relativo (%) de la población (2008-2018)



Fuente: Datos padronales de 2008 y 2018 del IECA. Elaboración propia.

- *Rango A:* Agrupa a las ciudades medias de interior que tienen, con respecto al conjunto de las estudiadas, las estructuras demográficas más jóvenes, y que han ido ganando población durante los últimos 10 años. En esta categoría se encuentran Lebrija (en la comarca del Bajo Guadalquivir) y Lucena (en la subbética cordobesa), que ya apuntamos eran las dos ciudades donde la edad media de sus poblaciones eran inferiores a los 40 años. Además, en ambos casos sus crecimientos vegetativos habían sido positivos, lo que va a explicar en gran medida que no pierdan población, a lo que se le une que sus saldos migratorios también hayan sido positivos. En el caso de Lebrija hay que destacar que el desarrollo agrícola alcanzado por el municipio consiguió mantener la economía en el periodo de crisis, y evitar la emigración de sus habitantes hacia la capital (Sevilla). En el caso de Lucena hay que destacar el desarrollo de su industria, que sirvió como foco de atracción de población inmigrante y evitó la pérdida de efectivos durante los años de recesión económica.

- *Rango B:* Agrupa a las ciudades medias de interior que tienen, con respecto al conjunto de las estudiadas, las estructuras demográficas más jóvenes, pero qué a diferencia del rango anterior, presentan signos negativos en sus incrementos relativos de población durante los últimos 10 años. En esta categoría se encuentran Arcos de la Frontera (en la Sierra de Cádiz) y Écija (en la comarca que lleva su nombre al ser cabecera). En el caso de Arcos de la Frontera, la pérdida de población no se ha debido a su crecimiento vegetativo, el cual es positivo, sino a la emigración

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

laboral producida en el periodo de crisis económica en la que muchos jóvenes abandonaron el municipio para buscar empleo en otras ciudades. Es cierto que las pérdidas han sido contrarrestadas por la llegada al municipio de población extranjera, fundamentalmente del norte de África para trabajar en el comercio ambulante. Sin embargo, la tendencia que presenta con respecto a os datos de natalidad hace prever que en los próximos años aumente de forma importante su grado de envejecimiento demográfico.

- *Rango C:* En esta categoría sólo se sitúa la ciudad de Úbeda (perteneciente a la comarca "La Loma de Úbeda"), caracterizada por tener unos valores medios con respecto a su nivel de envejecimiento, y un incremento porcentual de población de signo positivo, pero cercanos a 0% en el periodo 2008-2018, aunque sus crecimientos (tanto natural como migratorio) en el último año sí son de signo negativo. Por tanto, se configura como una de las ciudades medias de interior que va a incrementar tanto su grado de envejecimiento como de despoblamiento, ya que presenta una pirámide claramente regresiva. Ello se explica, en gran medida, como consecuencia de una fuerte pérdida de empleos a consecuencia de la crisis económica.

- *Rango D:* Agrupa a las ciudades medias de interior que tienen, con respecto al conjunto de las estudiadas, un nivel de envejecimiento medio, pero qué a diferencia con el rango anterior, presentan signos negativos en sus incrementos relativos de población durante los últimos 10 años. En esta categoría se encuentran la mayor parte de las ciudades estudiadas. A excepción de Morón de la Frontera, el resto pertenecen a las provincias de Córdoba, Málaga y Jaén. La ciudad de Morón comienza su decrecimiento demográfico a partir del 2011, perdiendo más de 500 habitantes en los últimos 7 años. La falta de oportunidades laborales, la dificultad por acceder a una vivienda, la escasa oferta estudiantil y las precarias vías de comunicación, son algunas de las razones que explican dicho descenso, lo que ha generado un importante decrecimiento de población joven en el municipio. La ciudad media de Baena, en la campiña cordobesa, perdió en el último año (2018) un total de 185 habitantes, continuando una tendencia comenzada durante la crisis pero que se acentúa sobre todo desde el 2013. Y es que el 58% de la población que emigró ese año lo hizo al extranjero, lo que confirma que se trata de población joven de origen español que desea ampliar sus estudios o encontrar trabajo. Además, el número de inmigrantes que llega al municipio es cada vez menor, ya que Baena presenta problemas de paro y de falta de oportunidades. Palma del Río, en la Vega del Guadalquivir, con un crecimiento natural positivo consigue mantener su población en el 2018, aunque para el periodo 2008-2018 no presentase un incremento relativo de la población al alza. Nuevas inversiones económicas realizadas recientemente en dicho ámbito (en energías renovables, en agroalimentación,..), permiten contener la pérdida de población. En Priego de Córdoba, ciudad de la Subbética, su población desciende principalmente como consecuencia de un crecimiento vegetativo negativo, que como ya destacamos anteriormente era una de las ciudades de las estudiadas con el valor negativo más alto. Además, su estructura demográfica estaba claramente envejecida, tal y como se mostró en el análisis de las edades medias (43,5 años).

Las dos ciudades medias de interior pertenecientes a la provincia de Granada (Baza, en el altiplano y Loja, en el poniente) se sitúan en este rango. Sin embargo, aunque sus tasas de envejecimiento son parecidas, Baza presenta un decrecimiento demográfico mayor que Loja, como consecuencia de que en Loja el crecimiento vegetativo es positivo y en Baza negativo. Lo mismo pasa en la provincia de Málaga, las ciudades de Ronda y Antequera forman parte de este rango. En el primer caso, presenta crecimientos negativos tanto desde el punto de vista natural como migratorio. Ello responde a la falta de oportunidades laborales, de inversiones y de forma especial la carencia de infraestructuras. Hay que tener claro que la independencia de las entidades locales

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

autónomas de Serrato y Montecorto no son la explicación a la pérdida demográfica del municipio. Por el contrario, Antequera parece haber invertido, en este último año, la tenencia seguida por el resto de los municipios de su comarca (Gómez y Parejo, 2009), y el no tener una estructura demográfica muy envejecida puede favorecer que en los próximos años cambie de rango. Finalmente, estarían Martos, Alcalá la Real y Linares, los tres en la provincia de Jaén. Martos ha conseguido en el último año estabilizar su población, paralizando una tendencia descendente que se inició en el 2013, ya que con anterioridad a dicho año su crecimiento fue siempre positivo. De hecho, en el 2018 su saldo migratorio ha sido positivo gracias, entre otras razones, a la atracción de su industria automovilística. En este caso, la falta de nacimientos en el municipio explica que haya perdido población.

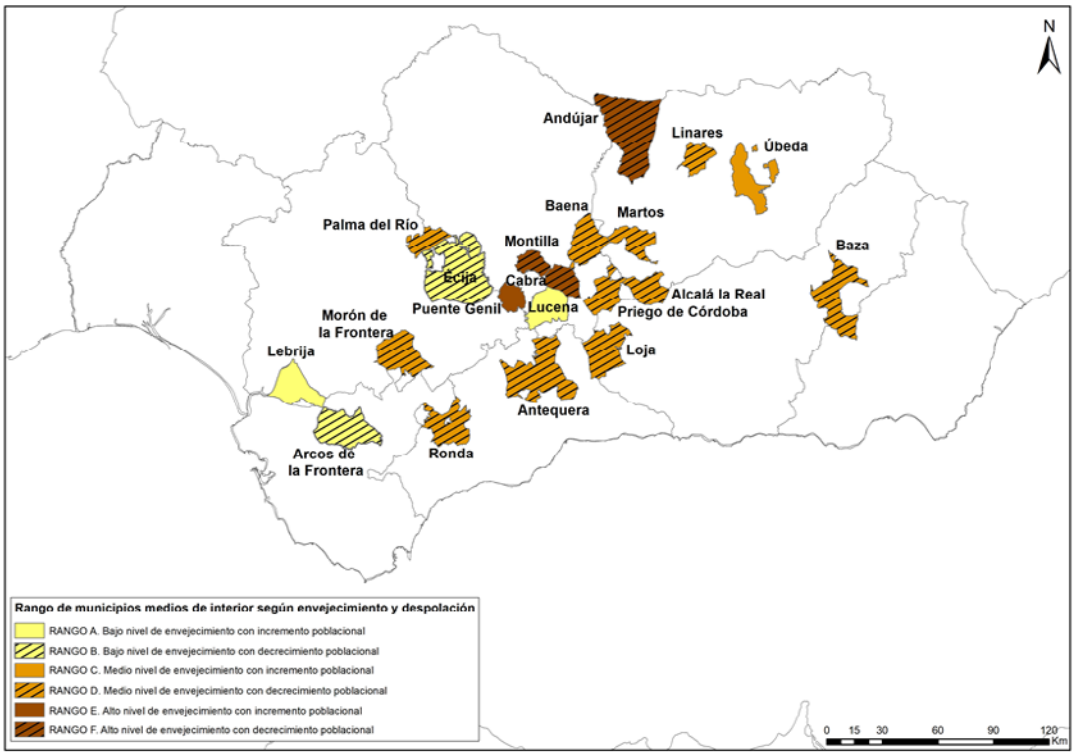
En la misma circunstancia se encuentra Alcalá la Real, aunque en este caso hay que añadir que el grado de envejecimiento demográfico de su población es mayor que en Martos. Con una media de edad de su población de 43 años y una baja tasa de natalidad, las previsiones es que en los próximos años acentúe su estructura demográfica regresiva. En Linares, el mayor problema es el desempleo, generado en gran medida por la desaparición de Santana Motor (en el año 2011), que afectó a la actividad industrial. Ello ha generado una importante emigración de población activa, que unido a una tasa de natalidad baja explica el proceso de despoblación en el que se encuentra inmerso desde el 2008.

- *Rango E:* En esta categoría únicamente se encuentra Puente Genil, que posee un alto grado de envejecimiento demográfico pero que ha mantenido desde el 2008 un incremento relativo de su población positivo. Presenta un crecimiento natural negativo como consecuencia de la baja tasa de natalidad que tiene, sin embargo, ello es compensado por el saldo migratorio, creciendo durante la última década el municipio en 1080 residentes, es decir un 4%. En algunos casos, se trata de inmigrantes que llegan al centro de la Cruz Roja y acaban residiendo en el municipio, pero hay que destacar también la llegada de jubilados extranjeros (alemanes e ingleses), lo que incrementa a su vez el grado de envejecimiento de la ciudad.

- *Rango F:* Agrupa a las ciudades medias de interior que tienen, con respecto al conjunto de las estudiadas, las estructuras demográficas más envejecidas, y que además, más decrecimiento poblacional han sufrido en los últimos 10 años. Se trata de Montilla, Cabra y Andújar. El primero de los municipios explica sus pérdidas como consecuencia de la baja natalidad (en el 2018 su tasa bruta de natalidad fue de 6,46 por mil). Ello, unido a una estructura demográfica envejecida donde las cohortes de más edad alcanzan un porcentaje de casi el 20% de su población, contribuyen a su proceso de regresión demográfica. Cabra comienza su caída poblacional en el 2009. Desde ese momento no ha conseguido recuperar efectivos. Al igual que Montilla es el elevado decrecimiento vegetativo el que explica dicho escenario. Y es que, a excepción de Lucena, en todos los municipios de la Subbética el crecimiento natural ha sido negativo. Finalmente, el municipio de Andújar, en Jaén, es de todas las ciudades medias de interior de Andalucía, el que tiene la tasa más alta de envejecimiento y el que más población ha perdido en los últimos diez años. En este caso, el principal factor explicativo es la fuerte emigración que causó la crisis en la que se perdió un número importante de población activa como consecuencia de la falta de empleo y oportunidades. A ello además hay que añadir un crecimiento vegetativo también negativo, al descender el número de nacimientos.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Mapa 5. Clasificación de las ciudades medias de interior según rangos establecidos.



Fuente: Clasificación propia por rangos. Elaborado por Rodríguez Hidalgo, P.

A modo de cierre, los resultados de la investigación aportan información relevante sobre el proceso de envejecimiento demográfico y despoblación que en la actualidad se están dando en las ciudades medias de interior de Andalucía. El análisis ha demostrado como en todas ellas, especialmente desde el 2008, se ha producido un cambio en sus estructuras demográficas produciéndose un estrechamiento en las bases de sus pirámides y un ensanchamiento de las cohortes que corresponden a los grupos de mayor edad. Ello responde en todos los casos a un descenso de sus tasas brutas de natalidad, así como un aumento del número de residentes que han abandonado dichos municipios, generando ello saldos migratorios negativos. En términos generales, se observa un envejecimiento demográfico de las ciudades medias de interior y una pérdida de la población de origen, que en algunos casos hace que se hable un proceso de despoblamiento o de poblaciones en regresión.

Sin embargo, queda comprobado en este análisis que no todas las ciudades medias de interior se encuentran en el mismo nivel de envejecimiento y perdida demográfica, como hemos diferenciado en los rangos anteriores. Aquellas ciudades en las que la crisis económica ha tenido más incidencia, se han visto más afectadas; en unos casos como consecuencia de la emigración de gran parte de su población activa; y, en otros casos, por una ralentización del flujo de población inmigrante. Además, en aquellas ciudades con altas tasas de envejecimiento se ha observado también un aumento de la mortalidad, que contribuye, aunque de forma natural, a la pérdida de efectivos.

Frente a municipios que se comportan demográficamente como si fuesen ciudades medias pertenecientes a áreas metropolitanas (rango A), se contraponen otros cuyos comportamientos son más típicos de núcleos rurales (rango F). La diversificación en la actividad económica, la oferta de empleo, la implantación de nuevas industrias y empresas, y la búsqueda de un entorno tran-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

quilo para vivir, han sido las causas que han explicado el crecimiento demográfico de algunas de las ciudades medias de interior (Lucena, Lebrija, Úbeda y Puente Genil). Por el contrario, el aumento del desempleo, la pérdida de capacidad productiva reflejada en la disminución de la renta declarada por habitante o la falta de inversiones (tabla 4), explican que dichas ciudades hayan perdido desde un punto de vista demográfico fuerza centrípeta (de atracción), lo que en algunos casos puede conllevar, y ello es lo que sería preocupante, una pérdida del papel estructurador que tienen con respecto al modelo territorial andaluz. De hecho, en algunos municipios se ya se han registrado pérdidas de equipamientos y dotaciones básicas. Tal y como aparece en la tabla 5, las mayores pérdidas entre el 2008 y 2018 se han producido en el número de centros de educación infantil. En Baena, Palma del Río, Andújar, Linares, Úbeda, Ronda y Antequera han disminuido el número de centros de enseñanzas del periodo educativo de entre 3 y 5 años, a consecuencia del descenso del número de niños en esas edades. Por el contrario, Alcalá la Real y Lebrija incrementan sus dotaciones en 1 centro de infantil. En Cabra, Baza y Ronda desciende también el número de centros de educación primaria (de 6 a 12 años). Ello no es más que la consecuencia del proceso de envejecimiento demográfico.

Tabla 4. Indicadores económicos (2008-2018)

	Población parada			Renta neta declarada por habitante (euros)		Inversiones en el Registro Industrial (euros)	
	2008	2013	2018	2008	2018	2008	2018
Arcos de la F.	3.710	6.525	4.728	4.781	4.051	3.589.110	674.824
Baena	904	1.923	1.355	4.839	4.499	0	906.659
Cabra	1.227	2.171	1.565	6.525	5.732	0	12.526
Lucena	2.724	5.554	4.248	6.237	4.847	10.357.736	783.761
Montilla	1.532	2.771	1.950	6.524	5.933	0	1.355.785
Palma del Río	964	1.810	1.542	5.113	4.664	0	75.000
Puente Genil	1.894	3.924	3.052	5.817	4.982	13.785.756	314.400
Priego	1.405	2.181	1.651	5.674	4.833	470.122	141.600
Baza	1.086	2.228	1.684	5.664	5.794	395.800	898.095
Loja	1.177	2.135	1.556	5.642	4.919	780.787	445.717
Andújar	2.702	5.231	4.039	6.094	5.356	737.122	2.686.954
Martos	1.345	2.493	1.655	7.239	7.365	3.609.622	2.022.297
Alcalá la Real	882	1.546	1.098	6.008	5.956	0	865.101
Linares	5.558	9.065	6.709	7.398	6.430	0	0
Úbeda	2.565	4.142	3.296	8.389	7.335	8.763.070	116.000
Ronda	3.012	5.027	3.373	7.251	6.838	895.502	96.000
Antequera	2.327	4.768	3.505	7.143	6.478	973.305	9.500.174
Écija	2.881	5.788	4.195	6.407	4.940	1.055.006	594.885
Lebrija	2.072	4.029	2.859	5.243	4.546	534.600	1.267.639
Morón de la F.	2.578	4.010	2.799	5.673	5.066	8.438.557	1.444.831

Fuente: Datos del Sistema de Información Multiterritorial del IECA. Elaboración propia.

Si se analiza la cobertura existente con respecto al equipamiento sanitario, comprobamos que en ningún municipio de estudio han descendido las dotaciones, al contrario, en Arcos de la Frontera, Linares y Ronda se registran una dotación más en cada uno de ellos. Sin embargo, hay que destacar que se trata de un equipamiento sanitario muy básico, pues son consultorios locales (en

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Arcos y Linares) creados como centros de apoyo al Centro de Salud, y un consultorio auxiliar en Ronda, al que se desplazan los profesionales sanitarios para la realización de sus tareas, es decir, que tiene un uso puntual unos días y horas a la semana. En ningún caso se han creado centros de espacialidades ni centros de atención primaria, lo que reafirma el argumento de que, si las tendencias observadas se continúan, puedan generarse procesos de desvertebración territorial en la región.

Tabla 5. Indicadores de equipamientos educativos y sanitarios (2008-2018)

	Centros de Educación Infantil		Centros de Educación Primaria		Centros de atención primaria	
	2.008	2.018	2.008	2.018	2.008	2.018
Arcos de la F.	13	13	11	11	3	4
Baena	6	5	4	4	2	2
Cabra	8	6	5	4	1	1
Lucena	13	13	10	10	4	4
Montilla	7	7	5	5	1	1
Palma del Río	8	7	4	4	1	1
Puente Genil	9	9	8	8	2	2
Priego	7	7	6	6	7	7
Baza	6	6	5	4	4	4
Loja	9	9	8	8	8	8
Andújar	12	11	9	9	7	7
Martos	6	6	6	6	5	5
Alcalá la Real	6	7	6	6	12	12
Linares	15	14	13	13	4	5
Úbeda	7	6	7	7	6	6
Ronda	11	8	11	8	4	5
Antequera	14	13	9	9	7	7
Écija	12	12	9	9	4	4
Lebrija	9	10	8	8	1	1
Morón de la F.	10	10	8	8	2	2

Fuente: Datos del Sistema de Información Multiterritorial del IECA. Elaboración propia.

5. Conclusiones

Las ciudades medias de interior andaluzas, que siempre han tenido gran vinculación con el entorno rural que les rodeaba, se han caracterizado por ejercer sobre el mismo una función centralizadora, desarrollando dinámicas sociales, económicas, culturales… con dicho entorno. En algunos casos, incluso se ha tratado de relaciones de dependencia. Y ello ha ocurrido también desde el punto de vista demográfico. Estas ciudades medias de interior han ofertado una serie de servicios y dotaciones, del que su entorno rural más cercano carecía, favoreciendo ello durante muchas décadas un importante crecimiento demográfico de las mismas, donde tanto desde un punto de vista natural como migratorio eran positivos. Se posicionaban como ciudades atractivas desde un punto de vista económico, patrimonial e incluso medioambiental, atrayendo población

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

a las mismas, no sólo desde otros municipios rurales sino también población desde las grandes ciudades, que buscaban en estas antiguas agrociudades, lugares más tranquilos para vivir y cerca de un entorno natural.

Sin embargo, y como hemos visto, estas ciudades medias de interior han paralizado, principalmente desde el 2008, sus tendencias de crecimiento demográfico. Se han producido cambios en sus estructuras demográficas, las cuales han ido envejeciéndose, y perdiendo población a consecuencia de descensos en sus natalidades, unido a una emigración que se ha acentuado. La crisis económica ha actuado como catalizadora en un proceso que ya había comenzado en muchos de los casos anteriormente, pero que con la recesión económica se acentúa. Es por ello, por lo que la dinámica demográfica actual de estas ciudades se sitúa más cerca de las pautas de comportamiento que se observan en los núcleos rurales de menos de 10.000 habitantes, que de las pautas que rigen en estos momentos en otras ciudades medias pertenecientes a áreas metropolitanas o localizadas en zonas de litoral. De hecho, en algunos casos, la pérdida de población empieza a ser un problema preocupante para las administraciones locales, que ven peligrar parte de su financiación. Y no solo eso, sino que el envejecimiento demográfico les está obligando a adaptar u ofertar nuevos servicios para una población cada día más envejecida.

Andalucía no es en la actualidad de las comunidades autónomas más envejecidas del territorio nacional, ni tampoco sobresale por tener un acusado problema de despoblamiento, como ocurre en Castilla León, Galicia o Aragón. Una de las razones que ha paliado esos procesos tiene que ver con el modelo territorial andaluz, en el que las ciudades medias, entre las que han destacado las situadas en el interior, han funcionado como soporte paliativo a la despoblación de núcleos rurales circundantes. Al ser cabeceras comarcales con cierta entidad demográfica, han evitado la desvertebración territorial que observamos en otras regiones, sobre todo del norte de España. No podemos actualmente hablar de una Andalucía interior despoblada o como algunos la llaman de forma errónea "vaciada", aunque haya zonas concretas en los que la pérdida de población suponga un importante problema. Sin embargo, es cierto que, si estas ciudades medias de interior continúan con sus tendencias demográficas actuales, es decir, envejecimiento de sus estructuras y no fijando población, en los próximos años no sólo se hablará de una Andalucía rural interior despoblada, sino que tendremos que hablar también de una región desvertebrada, no solo desde un punto de vista demográfico sino también territorial.

Es importante, por ello, aplicar medidas que contribuyan a reactivar estas ciudades medias de interior. Hay que impulsar el desarrollo económico de las mismas, atrayendo inversiones, tanto públicas como privadas; hay que apostar por iniciativas de género, ya que las mujeres en estas agrociudades juegan un papel fundamental, cuyo desarrollo puede influir en la mejora no solo la economía, sino también de los niveles de natalidad; hay que crear empleo para la población joven, ya que ello va a evitar saldos migratorios negativos, y va a fijar población. En conclusión, si se consiguen "reactivar" positivamente las dinámicas demográficas de las ciudades medias de interior de Andalucía, la despoblación rural, que ya se observa en algunas comarcas del centro de la región, posiblemente disminuya.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

6. Bibliografía

- Almoguera, P. & del Valle, C. (2010). Envejecimiento y Comarcas Deprimidas en Andalucía Occidental. *Ager*. 9, 129-155. Recuperado de http://www.ceddar.org/content/files/articulof_289_01_Informes-2007-1.pdf
- Andrés, G. (2008). Geografía y ciudades medias en España: ¿a la búsqueda de una definición innecesaria?. *Scripta Nova*, vol. XII, núm. 270 (49). Recuperado de http://www.ub.es/ geocrit/sn/sn-270/sn-270-49.htm
- Baigorri, A. (1999). La red urbana ibérica. En De la Macorra, L. & Brandão, M (Eds) *La economía ibérica: una fértil apuesta de futuro*. Editora Regional de Extremadura. Mérida (261-289). Recuperado de https://www.insumisos.com/bibliotecanew/Redes%20urbanas%20Iberica.pdf
- Bellet, C. & Llop, J.M. (2004). Miradas a otros espacios urbanos: las ciudades intermedias. *Scripta Nova*, 8 (165). Recuperado de http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-165.htm
- Cebrián, F. (2018). Ciudades medias y áreas metropolitanas: De la dispersión a la regeneración. Ediciones Universidad de Castilla-La Mancha.
- Campos, F. S. (2017). Ciudades medias españolas siglo XXI. Revisión y análisis bibliométrico de enfoques y temáticas predominantes. *Cuadernos Geográficos* 56(1), 217-241. Recuperado de http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/3960.
- Cano, G. (2008). Clasificaciones urbanas en Andalucía. Las ciudades medias. *Revista de Estudios Andaluces*, nº 27, 115-153.doi:10.12795/rea.2008.i27.05
- Del Espino, B. (2015). Sostenibilidad en centros históricos andaluces. Las ciudades medias del centro de Andalucía. Universidad de Sevilla. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Tesis doctoral. Recuperado de https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/31236.
- Del Espino, B. (2017). Las ciudades medias del centro de Andalucía. Aproximación a un fenómeno territorial yurbano. *Revista de Estudios Regionales*, núm. 108, 165-191.Universidades Públicas de Andalucía, Málaga, España. Tomado de http://www.redalyc.org/pdf/755/75551422006.pdf
- Del Valle, C. (2011). Diagnóstico diferencial del envejecimiento demográfico en los ámbitos serranos versus litorales en Andalucía. *Papeles de Geografía*. Núm. 53-54. 215-234. Recuperado de https://revistas.um.es/geografia/article/view/143551/128821
- Del Valle, C. (2012). Factores demográficos explicativos del envejecimiento incipiente de la franja litoral andaluza. *Espacio y Tiempo. Revista de Ciencias de la Educación, Artes y Humanidades*, vol. 26. 39-74. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3966608
- Díaz, J.L. (2007). Las ciudades medias interiores en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía. *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº63, 44-52. doi:10.33349/2007.63.2392
- Durán, D., Jiménez, E. & Rubio, M. (2002). Las ciudades dinámicas del Eje Diagonal Intermedio de Andalucía: propuestas para un pacto Territorial por el empleo.*Cuadernos del IDR*, vol. 36 Instituto de Desarrollo Regional. Fundación Universitaria.
- Feria J.M. (2012). La ordenación del territorio en las áreas metropolitanas españolas. EnJurado J. M. (Coord), *Ordenación del Territorio y Urbanismo: conflictos y oportunidades* (pp.127-158). Sevilla, Universidad Internacional de Andalucía. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/318531424_La_ordenacion_del_territorio_en_las_areas_metropolitanas_espanolas
- Garrido, M., Rodríguez, J.C. & Lara, E.J. (2016). El papel de las ciudades medias de interior en el desarrollo regional. El caso de Andalucía. *Boletín de la Asociación de Geógrafos españoles,* 71, 375-395.doi: 10.21138/bage.2287
- Gómez, M.L. & Parejo, A. (2009): Una economía en transformación: Antequera entre los siglos XX y XXI. El Ejido: Fundación Cajamar. Recuperado de https://docplayer.es/60905956-Una-economia-en-transformacion-antequera-entre-los-siglos-xx-y-xxi-maria-luisa-gomez-moreno-antonio-parejo-barranco.html
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1999): Bases y Estrategias del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía. Sevilla, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2006): Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía. Sevilla, Junta de Andalucía.
- López, A. (1994). La agrociudad andaluza: Caracterización, estructura y problemática. *Estudios Regionales*, nº 39, 59-91. Recuperado de http://www.revistaestudiosregionales.com/documentos/articulos/pdf443.pdf
- Marques da Costa, E. (2002). Ciudades médias: contributos para a sua definição. Finisterra. *Revista Portuguesa de Geografia*, 37 (74), 101-128.doi: 10.18055/Finis1592

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Merinero, R. & Lara, F. (2011). Las Ciudades Medias del interior de Andalucía. Caracterización y retos para el desarrollo turístico en un nuevo entorno. Políticas Activas en Turismo. Respuestas a la singularidad del mercado laboral, 9 - 11 Noviembre 2011. *XVI Congreso AECIT*. Recuperado de https://aecit.org/uploads/public/congresos/16/Comunicaciones/Sesion%201/3.%20Ciudades%20Medias%20del%20Interior%20de%20Andalucia.pdf
- Niemeier, G. (1945). Tipos de hábitat rural en Galicia. *Estudios Geográficos*, 19, Madrid. Primera publicación en Alemania 1935.
- Ocaña, C. & Navarro, S. R. (2005). Núcleos de población devolumen medio en Andalucía.En Domínguez, R. (Coord). *La ciudad: tamaño y crecimiento*. Universidad de Málaga (pp. 133-143). Recuperado de http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcg73q9.
- Pasciaroni, C. (2012). Ciudades medias: Aproximación Metodológica, Funcionalidades y Estructura Productiva. *Ciencias Económicas*, vol. 30 (1), 399-415. Recuperado de https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/7007
- Pinilla, V. & Sáez, L. A. (2017). La despoblación rural en España: génesis de un problema y políticas innovadoras. *InformesCEDDAR*. Recuperado de http://www.ceddar.org/content/files/articulof_398_01_InformeSSPA1-2017-2.pdf
- Rodríguez, F. & Sánchez, L.M. (2010a). Cambios en el Sistema Urbano intermedio de Andalucía: Significado geográfico y nueva Funcionalidad urbana. *X Coloquio y Jornadas de Campo de Geografía Urbana*, 28 Junio - 3 Julio 2010, Congreso de Geografía Urbana. AGE, 496-507. Recuperado de https://www.academia.edu/6903556/CAMBIOS_EN_EL_SISTEMA_URBANO_INTERMEDIO_DE_ANDALUC%C3%8DA_SIGINIFICADO_GEOGR%C3%81FICO_Y_NUEVA_FUNCIONALIDAD_URBANA.
- Rodríguez, F. & Sánchez, L.M. (2010b). Sobre la nueva dimensión territorial de las ciudades medias en Andalucía. En Cornejo, C. & al., (Coords.). *Ciudad, territorio y paisaje: Reflexiones para un debate multidisciplinar*, Madrid, Universidad Autónoma, 272-287. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3262738.
- Sánchez, L.M (2018). Ciudades intermedias y redes territoriales en Andalucía. potencialidades para el desarrollo regional. En Cebrián, F (Coord.). *Ciudades medias y áreas metropolitanas: De la dispersión a la regeneración*. Ediciones Universidad de Castilla-La Mancha, 161-174.

Sobre las autoras

Carolina del Valle Ramos

Profesora Contratada Doctora en el Departamento de Geografía Humana de la Universidad de Sevilla, donde se doctoró en 2011. Imparte docencia en la Universidad de Sevilla en el Grado de Geografía y Gestión del Territorio, Grado de Historia del Arte, Grado de Antropología y en el Máster de Gestión del Territorio. Líneas de atención preferentes en su labor investigadora: Evolución y dinámicas geodemográficas; envejecimiento demográfico; geografía de género; innovación social; dinámicas territoriales. Publicaciones recientes: (2020): «Implementación de la perspectiva de género en la Geografía de la Población». Experiencias de innovación docente. 619-646. (2019): «Primeras Geógrafas en la Universidad de Sevilla». Los inicios de la Geografía en la Universidad de Sevilla, 77-102. (2019): «Los nuevos moradores del mundo rural: neorrurales en tiempos de despoblación en Andalucía». Perspectives on Rural Development, nº 3, Universitá del Salento, 177-206.

Mª del Pilar Almoguera Sallent

Profesora TU de Geografía Humana en la Universidad de Sevilla. Licenciada con premio extraordinario, se doctoró en dicha universidad con sobresaliente Cum Laude. Autora de un buen número de monografías, artículos científicos, y aportaciones a congresos nacionales e internacionales, es IP del grupo de investigación Geodemografía y sociedad análisis urbanos y territoriales (HUM-774), participando en proyectos nacionales (i+D) e Internacionales (AECI, redes europeas, etc.). Pertenece a diversos comités científicos nacionales e internacionales, entre los que destaca la EAPS. Evaluadora de revistas científicas incluidas en el JCR, ha formado parte de comisiones de expertos para la evaluación y concesión de premios y galardones. En la actualidad, realiza su labor docente e investigadora en la US.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.10107

Cartografía corológica de detalle y calentamiento global: *Genista longipes* Pau en la Serra d'Aitana (Alicante, España)[1]

Juan Antonio Marco-Molina[2] | Pablo Giménez-Font[2,3] | David Azorín-Amorós[2] | Ascensión Padilla-Blanco[2] | Ángel Sánchez-Pardo[2]

Recibido: 31/07/2019 |Aceptado: 11/11/2019

Resumen

Genista longipes Pau forma parte de los matorrales orófilos pulvinulares béticos, una de las comunidades vegetales más vulnerables al calentamiento global. Su distribución más oriental en la península Ibérica se localiza en la culminación de la Serra d'Aitana (Alicante), considerada un área refugio de extrema fragilidad ante cualquier alteración climática. En 2004 se realizó una cartografía corológica de detalle de la distribución de la especie en el sector oriental de la sierra, preferentemente a partir de 1475 msnm, registrándose una pequeña subpoblación aislada a 1300 msnm. Para tratar de entender esta localización disyunta se ha calculado el Índice de Termicidad para cuadrículas de 200 m de lado con el fin de determinar la extensión y subdivisión del piso supramediterráneo, modelizándose un escenario de aumento de las temperaturas que ocasionaría su extinción. Para verificar esta hipótesis, desde 2014 se realiza un seguimiento mediante un exhaustivo trabajo de campo con GPS de precisión. Los resultados arrojan datos controvertidos, puesto que la población aumentó significativamente entre 2004 y 2014 y se encuentra en un declive sostenido desde 2014 a 2018. Se discute el valor de la temperatura como única variable a tratar y la necesidad de analizar el papel del viento y del manejo histórico de la vegetación para entender su dinámica.

Palabras clave: Cartografía corológica; Índice de termicidad; cambio climático; montaña mediterránea

Abstract

Corological cartography of detail and global warming: Genista longipes *Pau in the Serra d'Aitana (Alicante, Spain)*

Genista longipes Pau is part of orophile pulvinular baetic scrubs, one of the one of the plant communities most vulnerable to global warming. Its easternmost distribution in the Iberian Peninsula is located at the culmination of the Serra d'Aitana (Alicante), considered a refuge of extreme fragility in the face of any climatic alteration. In 2004, a detailed corological cartography was made with the distribution of the species in the eastern sector of the sierra, preferably from 1475 mamsl, registering a small isolated subpopulation at 1300 mamsl. To try to understand this disjunct location, the Thermicity Index has been calculated for squares of 200 m on each side in

1. Esta aportación se inscribe en el Proyecto de Investigación I+D SIOSE-INNOVA (CSO2016-79420-R - AEI/FEDER, UE). Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016.
2. MedSPai. Universitat d'Alacant, España.
3. Email: pablo.gimenez@ua.es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

order to determine the extension and subdivision of the supra-Mediterranean level, modeling a scenario of increased temperatures that would cause its extinction. To verify this hypothesis, since 2014 a follow-up is carried out through an exhaustive fieldwork with centimeter accuracy GPS. The results show controversial data, since the population increased significantly between 2004 and 2014 and is in a sustained decline from 2014 to 2018. The value of temperature is discussed as the only variable to be treated and the need to analyze the role of wind and the historical management of vegetation to understand its dynamics.

Keywords: Chorological cartography; thermicity index; climate change; Mediterranean mountain

1. Introducción

El estudio de la distribución y dinámica de plantas confinadas en sectores cacuminales ha recibido en las últimas décadas un creciente interés por parte de la comunidad científica, al tratarse de un elemento indicador del calentamiento climático (Grabherr et al., 1994, Gottfried et al., 2012, Valladares et al., 2015). Los hábitats vinculados a la media y alta montaña, en muchas ocasiones con un carácter extremófilo, son especialmente sensibles a las alteraciones térmicas, de forma que sus comunidades vegetales constituyen uno de los grupos más vulnerables al cambio global. Numerosas montañas, sobre todo algunas del mundo mediterráneo (Pérez-Luque et al., 2015), son singularmente vulnerables por su consideración de áreas refugio y debido a la fragilidad de sus ecosistemas ante pequeños cambios en la temperatura y la menor disponibilidad de agua (Gottfried et al., 2012) con incrementos de los períodos de sequía estival y reducciones de episodios de nevadas y espesores de nieve (Escudero et al., 2004; Giménez-Benavides et al., 2005). Por otra parte, se destacan también las particularidades de la flora endémica de zonas de montaña del sur de la Península Ibérica respecto a las del resto del Mediterráneo, ya que se ha observado que las pautas ecológicas son diferentes al resto de especies vegetales, sobre todo en algunas familias como *Fabaceae*. Predominan aquí los hemicriptófitos y los caméfitos, lo que revela su claro carácter orófilo y, por otra parte, tienen una clara tendencia a ocupar zonas rocosas o con escaso recubrimiento vegetal de tipo arbustivo (Melendo et al., 2003).

La hipótesis general de trabajo plantea un ascenso de los límites altitudinales de especies termófilas y una tendencia a la desaparición, debido a una disminución del área disponible, de especies orófilas. Las evidencias son numerosas, tanto en flora como en fauna -especialmente la insectívora-, donde se están detectando cambios en la riqueza y composición de las comunidades (Wilson et al. 2007; Moritz y Agudo, 2013). No obstante, numerosos autores llaman la atención sobre particularidades de la montaña mediterránea que complican la extrapolación de modelos lineales como los planteados: algunas especies de distribución ártico-alpina tienen aquí sus límites meridionales de distribución (Marco, 2001), otras muchas tienen la condición de endémicas y, la mayoría, han desarrollado estrategias de adaptación a periodos de actividad vegetativa determinados por la sequía estival (Giménez-Benavides et al., 2007). Esto ha repercutido en la presencia de comunidades con una plasticidad y unas capacidades de supervivencia que todavía no se conocen bien y que, en todo caso, complican el esquema descrito, refuerzan el peso de otros procesos relacionados con el cambio global y plantean controversias a pesar de las evidencias observadas.

Lógicamente, existen grandes diferencias en las respuestas de cada especie y a nivel de comunidad. Estas mismas respuestas pueden variar a lo largo de un gradiente altitudinal (Körner, 2007; Walas, 2019), donde pueden ganar o perder peso factores determinantes del éxito reproductivo

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

como la tolerancia fisiológica, la adaptabilidad fenológica, las interacciones entre planta-planta o planta-polinizador y la diversidad genética, entre otras (Kawecki, 2004; Chamorro et al., 2013). Por ejemplo, se afirma que en las montañas de mediana y elevada altitud del sur de la Península Ibérica los endemismos presentan una adaptación a la anemocoría y a la exozoocoría que asegura la supervivencia de estas pequeñas poblaciones (Melendo et al., 2003: 267); por lo tanto, sería de gran interés estudiar el comportamiento de los vientos, junto con la fauna vinculada a estas especies vegetales, así como las consecuencias y variaciones que hayan podido tener con el cambio climático, no únicamente desde el punto de vista térmico.

Para reconocer la presencia e importancia de estos factores se han realizado estudios de seguimiento de especies representativas (Pescador et al., 2015), que incluyen el análisis de patrones de dispersión, éxito reproductivo, siembras experimentales o polinización dirigida con parcelas permanentes. En España destacan los estudios realizados en la Sierra de Guadarrama, mediante análisis detallados con *Armeria caespitosa* Boiss. y *Silene ciliata* Pourr. (Escudero et al., 2012) o, en general, a través de la fotointerpretación de cambios de coberturas en ventisqueros, pastizales y matorrales abiertos (Muñoz y García, 2013). Estudios que manejan técnicas de trabajo diversas entre las que, sin embargo, aparece escasamente la cartografía a escala de detalle, es decir, aquella que permite representaciones a nivel de ejemplar o conjunto de ejemplares para obtener localizaciones y perímetros exactos de distribución de las poblaciones.

1.1. Área y objeto de estudio

En el presente estudio se pretende, a partir del análisis de especies cacuminales en la Serra d'Aitana (Alicante), destacar la importancia de esta técnica como método fundamental de localización y seguimiento de comunidades, especialmente válido para la detección de las poblaciones más vulnerables y para el correcto entendimiento de la dinámica de las comunidades vegetales durante periodos de análisis que superan los diez años. En concreto, el estudio se centra en *Genista longipes* Pau (*Fabaceae*) (Imagen 1) con la descripción de los métodos desarrollados para su seguimiento, junto con la comparación de los resultados de un modelo prospectivo de cambio climático y los cambios reales ocurridos en una subpoblación localizada en una cota inusualmente baja.

Imagen 1. *Genista longipes* Pau en la culminación de la Serra d'Aitana

Fuente: fotografía de los autores, 28 de mayo de 2007.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Este caméfito pulvinular (popularmente conocido en Aitana como *eriçó groc*) es un endemismo ibérico presente en las montañas calizas del sureste peninsular (Serra d'Aitana, Calar del Mundo, sierras de Espuña y Seca, macizo de Cazorla-Segura, sierras de la Sagra, de María y de los Filabres) (Mapa 1), localizada por encima de los 1000 msnm, sobre litosoles y en los sectores más afectados por la presencia de vientos. La representación más septentrional de *Genista longipes* Pau, junto con otro matorral xeroacántico de interés como es *Vella spinosa* Boiss., se encuentra en la culminación de Aitana (Castroviejo et al., 1993). Este rasgo finícola en su área de distribución la convierte en un potencial bioindicador del cambio climático, al menos con carácter puntual en esta elevación montañosa, tanto en el caso de que se produzca un calentamiento como un descenso de las temperaturas. La población existente en la actualidad es de reducidas dimensiones, fragmentada, discontinua y mayoritariamente acantonada en las zonas culminantes por encima de 1450 metros del sector oriental de dicha sierra (Mapa 2).

Mapa 1. Distribución de *Genista longipes* Pau en España por provincias (color verde) y localización en CUTM de 10x10 km (color rojo).

Fuente: ANTHOS (2019) y Medspai (Grupo de Investigación Medio, Sociedad y Paisaje de la Universitat d'Alacant). Elaboración propia.

A partir de la presencia de estas especies, pero también de su singularidad altitudinal, orientación y cercanía al mar, la Serra d'Aitana se puede considerar como un laboratorio natural para el estudio del cambio climático y del calentamiento global. Su configuración como elevación más oriental del conjunto bético, que alcanza los 1558 msnm (Marco, 2001), la convierten en área refugio de un grupo de especies cuya área de distribución se ha ido reduciendo desde el último máximo glaciar y, más recientemente, tras el fin de la Pequeña Edad del Hielo hasta nuestros días (Marco et al., 2006a). Hay que tener en cuenta, a este respecto, que su cercanía al mar y la influencia de las brisas y nieblas estivales (Martínez-Ibarra, 2006) fijan las temperaturas máximas medias anuales de su cumbre en 11.4°C, el lugar más fresco de la Comunitat Valenciana si exceptuamos los 11.1°C de Penyagolosa (1813 msnm), así como una oscilación térmica diaria estimada en solo 4.4°C de media, según las proyecciones de Miró (2014).

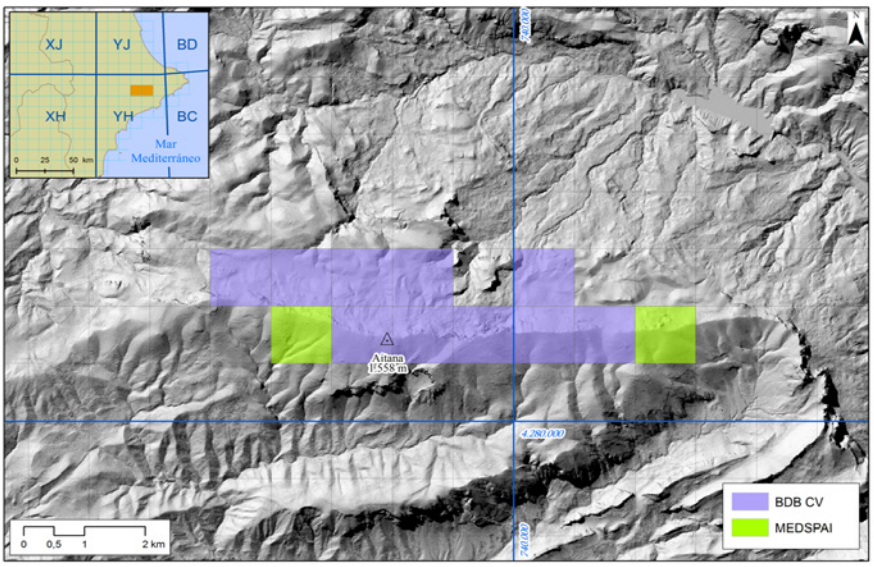
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En análisis realizados mediante la Worldwide Bioclimatic Classification System (Rivas-Martínez et al. 2011) para la España peninsular en el periodo comprendido entre 1951 y 2010, la Serra d'Aitana se considera dentro de las áreas de "moderado cambio climático" (López et al. 2017) con variaciones en indicadores bioclimáticos como la continentalidad (aumento térmico estival) y, por ende, en los termotipos, con un descenso del porcentaje de ocupación del piso supramediterráneo (en adelante, Sme). De forma más detallada, el análisis de registros térmicos tomados en la cima de Aitana entre 2001 y 2004, y gestionados a través de downscaling estadístico e interpolación espacial a una alta resolución para el periodo 1948-2011 (Miró et al., 2015; Miró et al., 2016) revelan un incremento significativo de las temperaturas mínimas (~1°C) en sectores elevados de la Comunitat Valenciana, siendo mucho más acusado en el subperíodo 1980-1997 y estabilizándose con posterioridad hasta 2011, fin de los análisis. Respecto al periodo de referencia analizado se observa una reducción evidente del piso supramediterráneo -especialmente del Sme superior- en la Serra d'Aitana entre 1997 y 2011 (Miró et al., 2015: 156).

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, se plantea la hipótesis de partida de esta investigación: comprobar la correspondencia entre el mencionado calentamiento con la reducción del área de distribución de *Genista longipes* Pau en la Serra d'Aitana, como espacio finícola de esta especie.

Para ello, es fundamental conocer la distribución de este taxón en dicho espacio montañoso. En julio de 2004 se elaboró, mediante el uso de un GPS submétrico, una cartografía corológica de detalle de las especies orófilas anteriormente referidas, con límite de distribución en la cima de Aitana: *Vella spinosa* Boiss. y *Genista longipes* Pau. Gracias a la exactitud de dicha información, se puede realizar en la actualidad un control y seguimiento de estas poblaciones. Así se ha procedido con fragmentos de subpoblaciones de ambas especies durante julio de 2019 (quince años después del primer censo); si bien, para la subpoblación disyunta de *Genista longipes* Pau, localizada a una altitud inferior (1250 msnm) respecto del área de distribución conocida, se realizaron censos de mayor frecuencia a partir de los diez años de la primera toma de datos, puesto que, hipotéticamente, se trataría de los ejemplares más sensibles ante cualquier alteración de las condiciones climáticas (Mapa 2).

Mapa 2. Distribución de *Genista longipes* Pau. en Serra d'Aitana en CUTM de 10 x10 km y 1x1 km, donde se señala la nueva ubicación localizada.



Fuente: Banco de Datos de la Biodiversidad de la Comunitat Valenciana (BDB CV) y Medspai (Giménez et al., 2004 y Marco et al., 2006a y 2006b). Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Si bien un incremento o descenso de las temperaturas puede afectar al área de distribución de esta especie, hay que tener en cuenta las apreciaciones anteriormente realizadas para los matorrales caméfitos pulvinulares y su vinculación con el viento en la dispersión de las semillas. Por lo tanto, es fundamental conocer y, sobre todo, entender los factores de distribución. De estas dos variables climáticas, la temperatura ha sido la más estudiada, hasta el punto de ser empleada como uno de los criterios para la definición de pisos bioclimáticos a través del cálculo del Índice de Termicidad (en adelante It) propuesto por Rivas-Martínez (1987) y revisado en trabajos posteriores (López et al. 2008, López et al. 2017). De este modo, es interesante conocer cuál es el rango de It para *Genista longipes* Pau en la Serra d'Aitana puesto que, esta especie se considera bioindicadora del piso bioclimático oromediterráneo (Rivas-Martínez, 1987: 98) a pesar de que, en este ámbito, este termotipo no aparece definido a partir de los cálculos realizados. Consideración que obliga a plasmar los It de manera más detallada, de forma que se pueda obtener un resultado más ajustado con el que plantear el escenario de extinción de *Genista longipes* Pau ante un posible aumento de las temperaturas.

2. Metodología

La elaboración de cartografía de detalle con su correspondiente base de datos georreferenciada es fundamental para conocer el área de distribución de cualquier especie y determinar su grado de amenaza según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Igualmente resulta básico realizar el seguimiento y control de su corología y, por tanto, poder elaborar medidas de conservación y protección ajustadas a esa realidad (Pauli et al. 2015). Por todos estos motivos, desde 2004 se realiza una toma de datos *in situ* de especies orófilas con GPS submétrico (*Geo*XT de la serie Geoexplorer CE de Trimble), concretamente en el sector oriental de la Serra d'Aitana que, tras su tratamiento, se integran en un SIG (ArcGIS® y Qgis).

Desde esa fecha hasta la actualidad, la evolución en estos dispositivos ha sido considerable, reduciéndose los errores que se podían producir en los receptores GPS como rebotes de señales o pérdidas de ciclos, entre otros, y que se han ido solventando con la corrección diferencial, es decir, cotejar los datos tomados en el campo con una antena base de posición conocida con gran exactitud. A lo largo de estos años se ha incrementado la red de estaciones base, cada vez más densa y más próxima al área de estudio: "SOPAC Ebro" del Instituto Geográfico Nacional (Roquetes, Tarragona) en un principio y la red "ERVA" del Institut Cartogràfic Valencià (Alcoi, Alicante) en la actualidad. Precisión incrementada con la mejora de los diferentes receptores GPS usados para esta investigación, con un error estimado, actualmente, inferior a los 15 cm.

Los transectos planificados para recorrer la sierra permitieron un barrido sistemático del área de estudio (Marco et al., 2006b) en el que se registraron datos poligonales para los grupos con varios individuos y datos puntuales en el caso de ejemplares aislados de *Genista longipes* Pau, de la que se ha continuado realizando el seguimiento en años posteriores con el fin de conocer las posibles modificaciones no sólo en el número, sino también en la superficie ocupada. Para el caso de la subpoblación disyunta, se ha registrado información sobre el tamaño de cada ejemplar, así como de su estado de conservación teniendo en cuenta si se encontraba total o parcialmente seco, calculando el porcentaje de planta seca y planta verde. En el caso de la parcela experimental analizada, a los datos de 2004 se han añadido censos detallados realizados en julio de 2014, 2016 y 2018. Cada ejemplar está fotografiado, medido y georreferenciado, para evitar confusiones, especialmente rebrotes de ejemplares dados por secos o desaparecidos.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Para el tratamiento de la temperatura, al no existir una serie de datos térmicos adecuada, se han empleado los datos en bruto del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica (en adelante ACDPI) con el fin de obtener el It a una escala más detallada que la disponible en la actualidad (Piñas et al. 2008). Se ha trabajado con los datos térmicos ofrecidos por el ACDPI que provienen de una interpolación espacial basada en el análisis de regresión múltiple a partir de estaciones próximas de Alcoi, Alcoleja y Polop, teniendo en cuenta variables independientes como la orografía, la continentalidad, la latitud y la radiación solar y otras variables dependientes como, en este caso, la temperatura (Ninyerola et al., 2005). En total, se han cubierto 1420 cuadrículas de 200 m de lado correspondientes al área de estudio (5680 ha), definida mediante un grid generado con las mencionadas cuadrículas. Los datos del ACDPI se han descargado y visualizado mediante el software MiraMon®; los datos térmicos correspondientes a cada cuadrícula se han tratado estadísticamente a partir de la expresión definida por Rivas-Martínez (1987):

$$It = (T + m + M)\ 10$$

donde (T) es la temperatura media anual, (m) la temperatura media de las mínimas del mes más frío y (M) la temperatura media de las máximas del mismo mes. Los resultados se han incorporado posteriormente en un SIG (ArcGis® v.10.4) mediante un archivo en formato .csv, junto con los datos corológicos obtenidos en el campo. Igualmente, se ha propuesto una subdivisión interna en siete subhorizontes para adaptar esta cartografía al detalle de los datos corológicos disponibles (Tabla 1) junto a la obtención de isotermas, anuales y mensuales, de la temperatura media, media de las mínimas y media de las máximas. Una metodología que ya ha sido testada positivamente para la elaboración de cartografía fitoclimática a gran escala cuando se hace intervenir la corología de precisión (Azorín y Jover, 2010; Marco et al., 2016; Azorín, 2017).

Tabla 1. Propuesta de clasificación de los subhorizontes del supramediterráneo inferior (Smei), con valores de It.

SUBHORIZONTES	VALOR DE IT
$Smei_7$	151-160
$Smei_6$	161-170
$Smei_5$	171-180
$Smei_4$	181-190
$Smei_3$	191-200
$Smei_2$	201-210
$Smei_1$	211-220

Fuente: Elaboración propia.

La principal ventaja de esta fuente de datos climáticos reside en la disponibilidad, accesibilidad y generalización de los datos, ya que son gratuitos y abarcan la totalidad de la península Ibérica, lo que facilita la elaboración de estudios comparativos y el análisis de la distribución de taxones en territorio peninsular.

Finalmente, para la aproximación a los escenarios de extinción de *Genista longipes* Pau, basados en la modificación del It y de los pisos bioclimáticos, se han determinado los aumentos de T, m y M en el contexto de las proyecciones regionalizadas de cambio climático del AR5-IPCC ofrecidas por la Agencia Estatal de Meteorología-AEMet para el escenario de emisión A2 (Brunet et al, 2009; Amblar-Francés et al. 2018). Aunque no se trata de proyecciones de alta resolución,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

permiten contextualizar un escenario de cambio para, mediante un resultado cartográfico, apreciar la reducción del piso supramediterráneo que presumiblemente ocasionaría la extinción de la especie en el área de estudio.

En resumen, el trabajo se ha enfocado a partir del análisis de la distribución detallada de la especie, la posible explicación térmica de dicha distribución, los escenarios de cambio y la revisión y discusión de dicha distribución, quince años después, para verificar la hipótesis de partida.

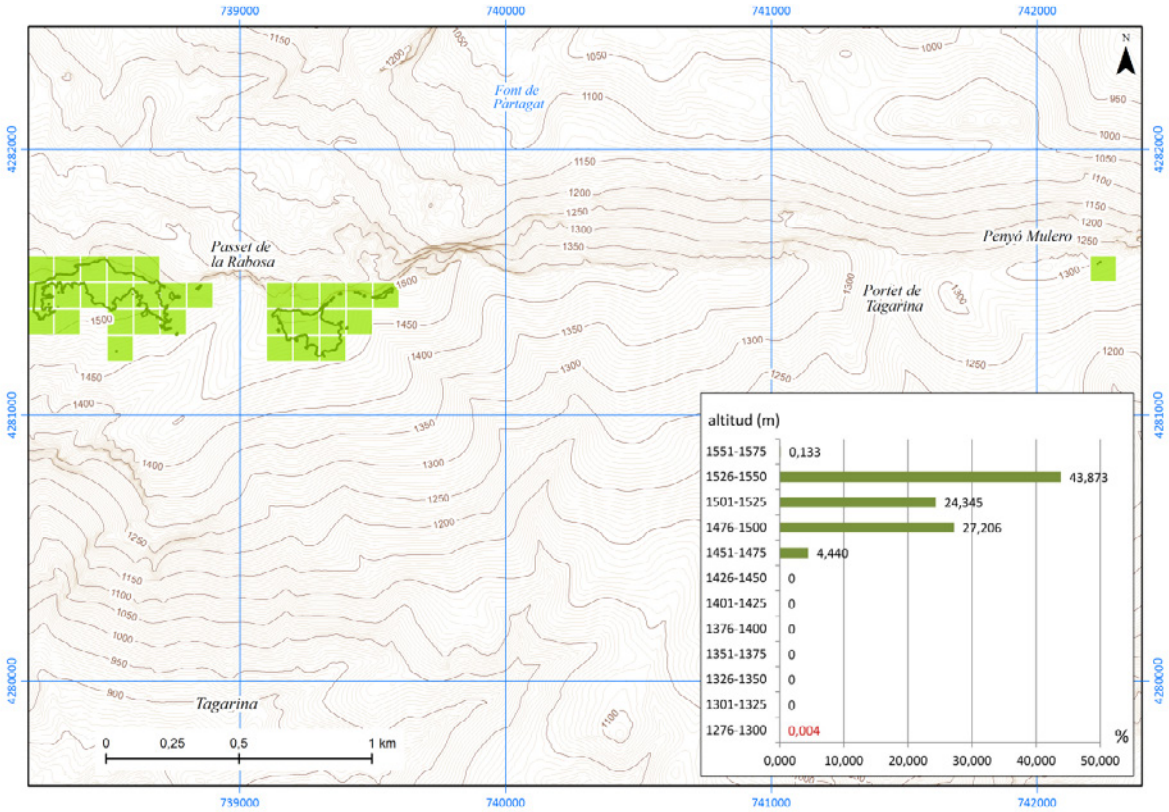
3. Resultados

3.1. Distribución de la especie

El exhaustivo trabajo de campo y el registro de la ubicación de ejemplares de *Genista longipes* Pau con GPS submétrico ha permitido conocer la distribución de esta especie en el sector oriental de la Serra d'Aitana con una gran precisión, tal y como se muestra en la cartografía adjunta (Mapa 3). La fragmentación de estas poblaciones, separadas entre sí por vaguadas, nos indican una potencial sensibilidad ante un cambio climático o una perturbación de su hábitat. Se podría afirmar, incluso, que aquellas poblaciones localizadas en los sectores culminantes se corresponderían con su óptimo; mientras que las más distanciadas o marginales -con ejemplares más pequeños y deslavazados- serían las que se ubican en condiciones ambientales límite y que pueden determinar su extinción. Dentro de este segundo grupo, se encuentra la cita inédita de la pequeña población localizada al este del Portet de Tagarina (Mapa 3) a unos dos kilómetros y medio de distancia del área de distribución principal y a una cota inferior, unos 1300 msnm, a la marcada como característica para esta especie, 1450 msnm, que se corresponde con la cota general establecida por Castroviejo et al. (1993). Mediante el análisis espacial de la superficie ocupada por la planta en relación con una capa de información hipsométrica, se ha obtenido la distribución porcentual del área de *Genista longipes* Pau en cada uno de los intervalos altimétricos utilizados (equidistancia de 25 m). Los resultados revelan que, efectivamente, a partir del intervalo altitudinal de 1475.1 y 1500.0 msnm su presencia es significativa, alcanzando el máximo porcentaje en el intervalo 1525.1 - 1550.0 msnm, con un 43.8% del total; mientras que, en el intervalo de 1450.1-1475.0 msnm su presencia se reduce a poco más del 4%. Por debajo de ese intervalo, no vuelve a aparecer hasta altitudes comprendidas entre 1275.1 - 1300.0 msnm, con un porcentaje insignificante que subraya la excepcionalidad de la pequeña subpoblación estudiada. De hecho, se trata de una aportación no incluida en el Banco de Datos de la Biodiversidad de la Comunitat Valenciana (en adelante BDB) y que representa la cita más oriental de la distribución de *G. longipes* Pau en la península Ibérica.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Mapa 3. Corología de detalle de *Genista longipes* Pau en el sector oriental de la Serra d'Aitana. Poblaciones y CUTM de 0,1 x 0,1 km, junto con gráfica de distribución por intervalos de altitud



Fuente: Medspai. Elaboración propia.

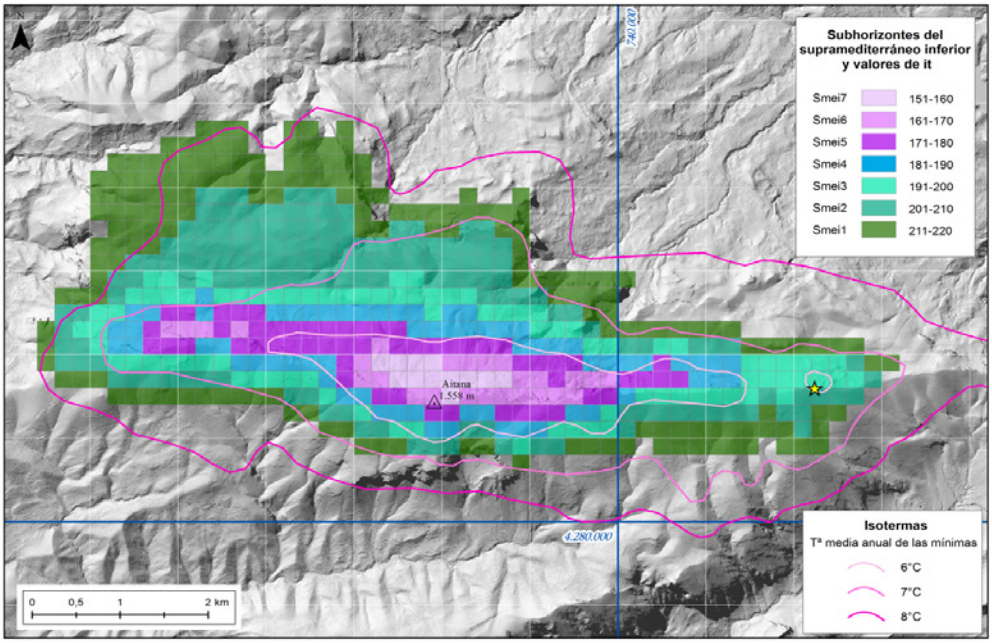
3.2. La posible explicación térmica y los escenarios de extinción

Incidiendo en la particularidad climática del área de estudio, cabe indicar que, después de la cercana del Puig Campana (1410 msnm), se estima que la cumbre de Aitana es el lugar más fresco entre junio y agosto de toda la Comunitat Valenciana, junto con una baja oscilación térmica (Miró, 2014). Esto ocurre gracias al predominio de brisas estivales derivadas de su proximidad al mar, que evitan un excesivo calentamiento diurno continental al enfriarse rápidamente los vientos por su acusado ascenso en un corto recorrido. Junto a esta característica, hay que señalar la incidencia de vientos del primer cuadrante, especialmente del NE, que corresponden con dichas brisas de componente marítima respecto de los cuales la subpoblación estudiada presenta una mejor orientación.

Con estas premisas, la superposición de los datos obtenidos del ACDPI con los de la distribución de la planta permite comprobar que la mayor parte de la población de *Genista longipes* Pau se sitúa en un intervalo del It comprendido entre 155 y 171, siendo este último el que, altitudinalmente, marcaría el límite inferior de distribución de la especie. No obstante, la subpoblación disyunta objeto de estudio se localiza en una cuadrícula cuyo It es de 192: una diferencia significativa que reafirma la singularidad de esta población más oriental (Mapa 4).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Mapa 4. Subhorizontes de piso supramediterráneo e isotermas de la temperatura media anual de las mínimas. La estrella amarilla identifica la localización de la subpoblación más oriental.



Fuente: modificado de Marco et al. (2016). Elaboración propia.

En clara correspondencia con el descenso altitudinal, las variables térmicas analizadas (Tabla 2) señalan diferencias de entre 0.5 °C y 1 °C entre la subpoblación principal y la oriental, salvo la isoterma de la temperatura media anual de las mínimas, donde hay una coincidencia en los valores correspondientes a cada subpoblación. Esta última isoterma parece un factor explicativo de primer orden para comprender la presencia de la pequeña población disyunta a 1300 msnm.

Tabla 2. Relación de las variables térmicas con las subpoblaciones de *G. longipes* Pau estudiadas.

VARIABLES TÉRMICAS	SUBPOBLACIÓN PRINCIPAL (°C)	SUBPOBLACIÓN ORIENTAL (°C)
Tª media anual	<11	<11.5
Tª media de enero	~ 3	~ 4
Tª media de las máximas de enero	< 7.5	< 8.5
Tª media de las mínimas de enero	~ -1	~ 0
Tª media anual de las máximas	< 11	< 11.5
Tª media anual de las mínimas	< 6	< 6

Fuente: ACDPI y Azorín (2017). Elaboración propia.

Como se ha señalado, la hipótesis de trabajo parte de considerar que las poblaciones de *Genista longipes* Pau en Aitana, a tenor del calentamiento global, están experimentando una reducción. De hecho, otros estudios basados en *downscaling* estadísticos e interpolación espacial de las temperaturas a una alta resolución (periodo 1948-2011) han demostrado una tendencia al calentamiento, el cual resulta más significativo (~1°C) en lo que a las temperaturas mínimas se refiere, en zonas elevadas de la Comunitat Valenciana (Miró et al., 2015). Dicho aumento ha sido muy acusado en el subperiodo 1980-1997, estabilizándose posteriormente hasta 2011. En buena lógica, este aumento real de las temperaturas se ha debido trasladar también, de manera espacial, a los

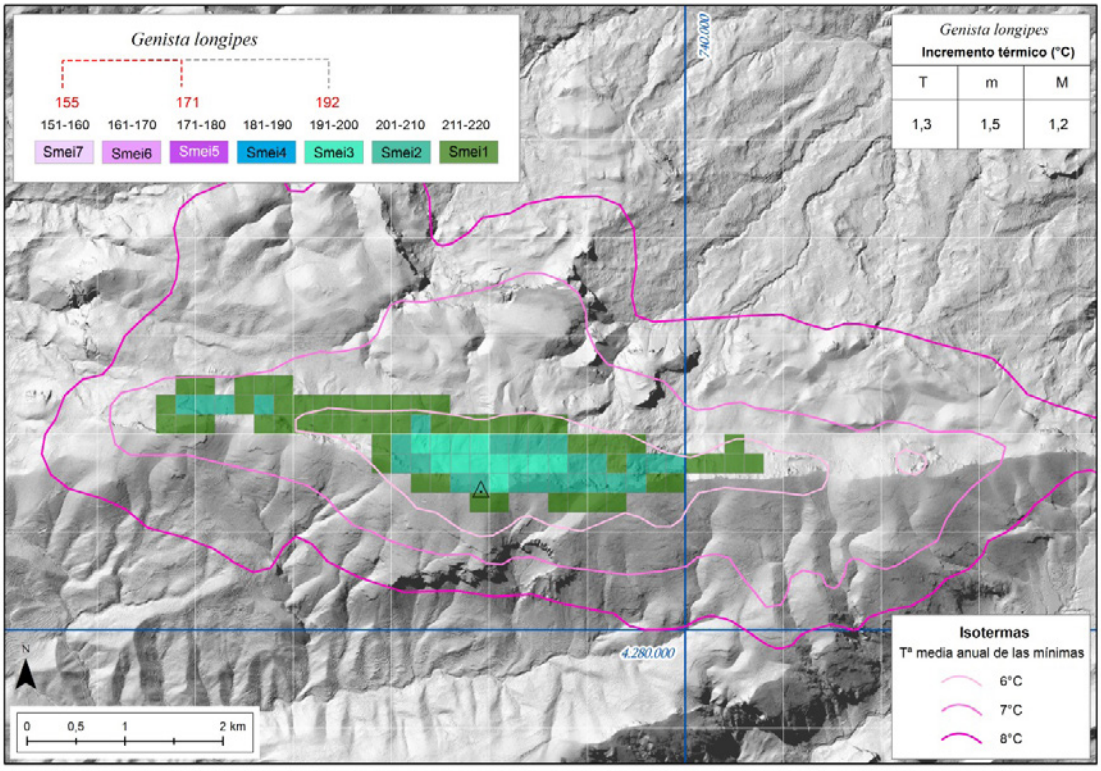
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

valores de los It, de manera que el piso supramediterráneo ha debido experimentar una sensible reducción en las últimas décadas, tal y como refrendan distintos estudios (Miró et al. 2016, López et al. 2017).

Partiendo de esta base y con una perspectiva de futuro, se ha realizado un ensayo para valorar la situación del piso supramediterráneo que provocaría la extinción de *Genista longipes* Pau, aplicando diferentes incrementos sobre la temperatura media anual, la media de las mínimas del mes más frío y la media de las máximas del mismo mes (Mapa 5). Se obtiene, así, un escenario que puede servir de base para integrar los resultados en diferentes modelos predictivos de cambio climático, que anuncian, en todos los casos, la reducción e incluso la desaparición de la especie en Aitana (Azorín, 2017).

En este caso, a partir de los registros obtenidos con localizaciones de *Genista longipes* Pau, la especie está presente en cuadrículas que presentan valores de It entre 153 y 192, lo que señala que la planta ya no se reproduce cuando el It es igual o superior a 193. En Aitana el valor mínimo de 153 está presente en dos cuadrículas que resultan de los siguientes registros térmicos: T = 10.3 °C, m = -1.7 °C y M = 6.7 °C; mientras que el valor 193 aparece en ocho cuadrículas con los siguientes valores medios: T = 11.6 °C, m = -0.2 °C y M = 7.9 °C. A partir de estos datos y teniendo en cuenta las proyecciones regionalizadas de cambio climático del AR5-IPCC (Amblar-Francés et al. 2018), se ha considerado un incremento térmico de 1.3 °C para T, de 1.5 °C para m y de 1.2 °C para M. Es decir, un conjunto de valores medios que determinan que las cuadrículas con It 153 aumenten hasta 193, situación en la cual supuestamente desaparecería este taxon.

Mapa 5. Situación del piso supramediterráneo que provocaría la extinción de *Genista longipes*, con indicación de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío).



Fuente: Azorín (2017). Elaboración propia.

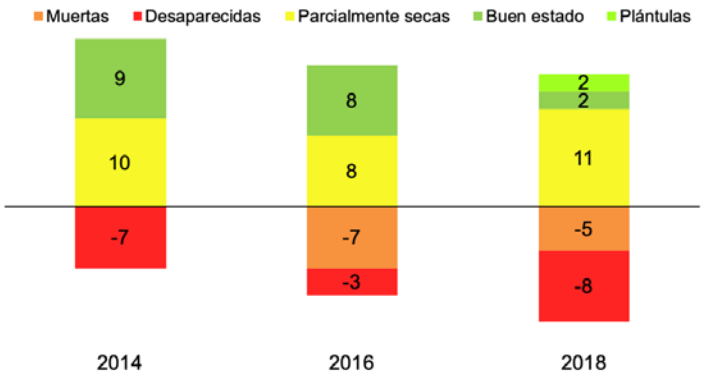
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Si se analiza con detenimiento la situación del horizonte Smei basándonos en la subdivisión interna propuesta, aparecen matices notables (Mapa 5): desaparecería el $Smei_4$, mientras que más de la mitad de las cuadrículas pertenecerían al $Smei_1$; es decir, estarían en contacto directo con el horizonte Mesomediterráneo superior. De hecho, aplicando este escenario de extinción de la especie al resto de sectores de la provincia de Alicante donde hay presencia de Sme, se comprueba que, salvo Aitana, la desaparición del piso Sme es prácticamente completa, a excepción de tres cuadrículas en la cima del Menejador, en Mariola (Azorín, 2017).

3.3. Seguimiento de la subpoblación disyunta

Las particularidades de la pequeña población descrita la hacen merecedora de un seguimiento más exhaustivo, tras el primer censo de 2004. Para ello, se han realizado nuevos inventarios, aplicando la misma metodología de cartografía de detalle, en los meses de agosto de 2014, 2016 y 2018. El objetivo busca conocer la evolución y dinámica de la población, que a priori debería ser regresiva atendiendo a la hipótesis inicial. No obstante, los resultados del censo de 2014 ofrecieron cifras aparentemente contradictorias con la idea inicial. En agosto de 2004 el número de plantas censadas fue de 5; ejemplares que, en un principio, se asumieron como efímeros dado el contexto de cambio climático aludido. No obstante, en 2014 la cifra ascendió hasta un total de 26 ejemplares. A la vista de los inesperados resultados, se decidió añadir más información que la recogida en el primero de los inventarios, con estudios de detalle sobre cada ejemplar, tal y como se ha descrito en la metodología.

Gráfico 1. Comparación de censos de la subpoblación oriental de *Genista longipes* Pau en Aitana (2014, 2016 y 2018)



Fuente: Elaboración propia.

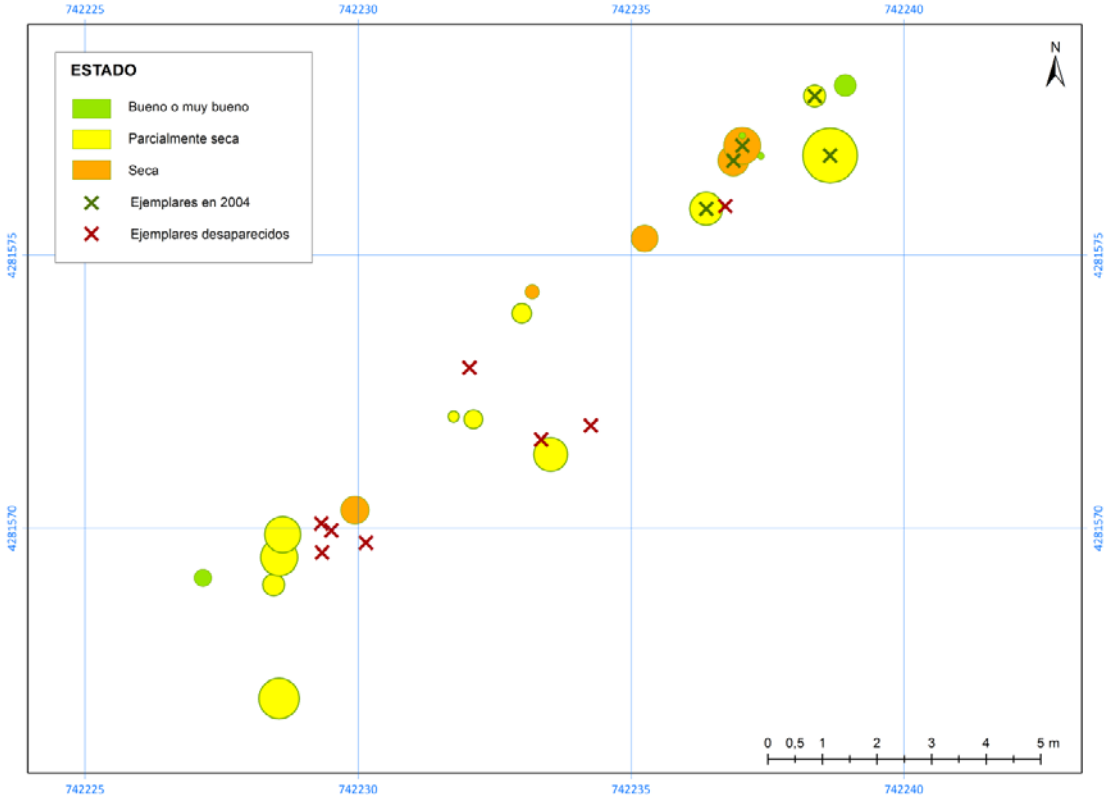
De hecho, esta subpoblación, que aparentemente se ha quintuplicado, presenta una enorme heterogeneidad en cuanto al estado en el que se encontraron los ejemplares durante el año excepcionalmente seco de 2014 (Gráfico 1 y Mapa 6) ya que siete de las plantas estaban, en realidad, completamente secas, mientras que diez ejemplares se encontraban en mal o muy mal estado (más del 50% de la superficie de la planta seca). Cabe recordar que 2003 también fue un año muy seco (246,2 mm registrados en la cima, frente a los 546,5 mm de 2002 y los 926 mm registrados en 2004 hasta noviembre) pero se estima que 2014 fue un episodio de sequía todavía más extremo[4] y

4. Los únicos datos disponibles se corresponden con los de la estación de Alcoleja-Beniafé (745 msnm), donde se registraron 290,8 mm en 2014, cuando la media estimada para esta localidad está entre los 600 y 700 mm (Marco, 2001). Otras evidencias de esta sequía extrema se observó en la sierra con la seca de carrascas adultas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

la respuesta de la población no fue tan drástica. En el censo de 2016 desaparecieron 3 ejemplares -ya secos en 2014- y hubo nuevas muertes, reduciéndose la cifra total de plantas vivas -parcialmente secas o en buen estado- a 16 ejemplares. En agosto de 2018, se censaron 8 ejemplares desaparecidos, 5 muertos, 11 parcialmente secos y solo 2 en buen estado. De estas 15 plantas vivas, únicamente 4 presentaban frutos y cabe destacar la presencia de 2 nuevos ejemplares -plántulas- con respecto a 2016.

Mapa 6. Síntesis dinámica de la subpoblación oriental de *Genista longipes* Pau en Aitana (2004-2018), con tamaño de ejemplares.



Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia, tras el sorprendente aumento de ejemplares entre 2004 y 2014, un paulatino descenso de los ejemplares vivos, ya que en términos absolutos se pasa de 19 a 15, mientras que el incremento de la mortalidad es la otra tendencia remarcable, con valores de ejemplares muertos y desaparecidos que evolucionan desde los 7 ejemplares de 2014 a los 13 de 2018.

Queda pendiente de evaluar, no obstante, el cambio de las respuestas individuales en términos vegetativos y reproductivos (Lloret, et al. 2012) así como su posible vinculación con factores estresantes como la temperatura, la humedad o el pisoteo, tal y como se discutirá más adelante.

4. Discusión

La cartografía fitoclimática a escala de detalle generada a partir del ACDPI (Marco et al., 2016; Azorín, 2017) y su idoneidad para analizar la corología de determinadas especies en relación con las temperaturas, puede considerarse adecuada por diversos motivos.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Por una parte, porque se basa en una adaptación del It, el cual es de aceptación generalizada. El índice confiere un peso fundamental al frío estacional y altitudinal, corrigiendo el peso del valor de las mínimas del mes más frío (m) con la media de las máximas también del más frío del año (M). En multitud de trabajos se ha demostrado su elevada correlación con la distribución de las plantas y sus fitocenosis en todo el planeta. Por otra parte, porque el It se ha calculado a partir de la modelización climática realizada por ACDPI. Su acierto radica en que ofrece información climática obtenida mediante interpolación espacial basada en el análisis de regresión múltiple, con lo que se predice el valor de la temperatura para cada celda del territorio; información que resulta crucial para entender el comportamiento de numerosos fenómenos tanto bióticos como abióticos (Ninyerola, 2000: 6). Qué duda cabe que el gran desarrollo experimentado por las tecnologías de información geográfica desde que se publicó *Memoria del mapa de series de vegetación de España* (Rivas-Martínez, 1987) ha permitido incrementar la objetividad, mejorando sustancialmente la cartografía del It, que inicialmente se basaba en los datos de un número reducido de estaciones térmicas o termopluviométricas. Sin embargo, esta última consideración debe ser tomada con reservas, ya que los métodos numéricos no pueden explicar el conjunto de anomalías -es decir, la gran variabilidad intrínseca de la naturaleza- que aparecen en los modelos y que exigen una revisión detallada por parte de expertos. Efectivamente, como ya quedó demostrado para el caso del Puig Campana (Azorín y Jover, 2010), gracias a la corología de *Erinacea anthyllis* Link, *Ulex parviflorus* Pourr. y *Thymelaea tartonraira* (L.) All. subsp. *valentina* (Pau) O. Bolòs & Vigo (Marco et al., 2016: 14), el It cartografiado con base en los datos aportados por ACDPI requiere, en ocasiones, de un buen conocimiento del complejo ecológico por parte del investigador para matizar el resultado obtenido.

Además, la división en subhorizontes, e incluso la posibilidad de obtener un valor numérico concreto del It para una superficie de 4 ha, supone un salto cualitativo a la hora de generar cartografía fitoclimática. Evidentemente, este nivel de detalle para este tipo de cartografía parecería sobredimensionado si no se hace intervenir la otra variable que nos interesa, es decir, la corología, con un grado similar en cuanto a su precisión. En este sentido, los resultados ofrecen la fortaleza de haber estado cruzados con cartografía corológica de detalle en la que se han georreferenciado diferentes taxones con GPS de precisión submétrica (Giménez et al., 2004; Marco et al., 2006a y 2006b). Este conjunto de factores han permitido elaborar una posible hipótesis térmica para explicar la subpoblación, especialmente relacionada con la media anual de las temperaturas mínimas y centrar el análisis atendiendo a lo que explican otros modelos similares de reducción del piso Sme: aumento de las temperaturas y continentalización. A este respecto, a su localización disyunta cabe añadir que se trataría de la población con menos probabilidades aparentes de cambio, debido, precisamente, a una exposición a los vientos de componente marítima más favorable que las poblaciones principales localizadas en la zona culminante de Aitana.

Con todo, la cartografía corológica de detalle y los resultados del seguimiento de la población analizada obligan a reconsiderar la hipótesis de partida, ya que parece que la variable térmica y el aparente retroceso del piso supramediterráneo no son suficientes para sustentarla. Refuerza esta idea los resultados de la revisión realizada en 2019 sobre poblaciones fragmentadas y perímetros de las manchas principales tanto de *Genista longipes* Pau como de *Vella spinosa* Boiss. en el bloque culminante de Aitana (Imagen 2). Los datos de campo evidenciaron pocos cambios desde 2004, con la presencia de la mayor parte de los individuos 15 años después y, en todo caso, un incremento de la mortalidad o una degradación del estado de conservación de los ejemplares que conforman el límite meridional de la subpoblación de *Vella spinosa* Boiss.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Imagen 2. Ejemplar de *Vella spinosa* Boiss. en el área de estudio, con 15 años de diferencia: julio de 2004 (arriba) y julio de 2019 (abajo).

Fuente: Medspai, en ambos casos.

Si la presumible variación positiva de la temperatura no parece ser concluyente, cabría analizar otros posibles factores explicativos. En lo que a la innivación se refiere, se puede descartar, de partida, un descenso en las últimas dos décadas: series de datos obtenidos en la propia sierra (tomados a 965 msnm desde 1977 hasta la actualidad) indican un aumento en número e intensidad de las nevadas durante el siglo XXI (Mirete, 2017; Moltó, 2019) sin que se pueda determinar ni la duración media de la nieve, ni el papel de este incremento en una posible expansión de la planta desde 2004. Si bien, la coincidencia es máxima entre este incremento y el aumento de la subpoblación de *Genista longipes* Pau entre 2004 y 2014, puesto que en este periodo se pasa de 5 a 26 ejemplares (Mapa 6).

Sin embargo ofrece menos dudas el hecho de que el viento, tratándose de caméfitos pulvinulares, tiene un papel importante que puede resultar claramente determinante. La exposición de la sub-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

población oriental a flujos del NE queda en evidencia si se observa la comparación entre la población de 2004 y su evolución y dispersión en el sentido del flujo, según el censo de 2014 (Mapa 6). Igualmente, tratándose de vientos del primer cuadrante, la influencia marítima que comportan suaviza las máximas estivales y redunda en un descenso general de la temperatura. Esta idea queda reforzada si se tiene en cuenta que el modelo obtenido a partir del ACDPI dibuja, en dicho sector, la isoterma de 6°C de temperatura media anual de las mínimas (Mapa 4). Cabe incidir en que la subpoblación estudiada se emplaza en la parte alta de una ladera regularizada por la gelivación y perfectamente enmarcada entre dos agujas o tors, localmente denominados *Frares* (Marco et al. 2018). La mayor ventosidad de esta vaguada puede haber resultado, igualmente, fundamental para explicar su presencia, en sustitución de otros matorrales menos adaptados al viento.

De hecho, en una primera aproximación a datos de viento obtenidos en la cumbre de Aitana, exactamente a 1558 msnm (series comprendidas entre mayo de 2001 a enero de 2003 y mayo de 2007 a marzo de 2008)[5] se comprueba cómo el 34% de los registros corresponden a vientos del primer cuadrante, que fácilmente superan los 100 km/h. Del análisis de los datos se extrae una correlación lógica entre velocidad, humedad y sensación térmica: a partir de 60 km/h y con humedad elevada, se dispara el diferencial entre la temperatura y la sensación térmica, que, en numerosas ocasiones, sobrepasa los 20°C, con temperaturas sensibles de hasta -30°C cuando el viento se aproxima o supera los 100 km/h. Sin duda, se trata de un obstáculo de primer orden para la supervivencia de numerosas especies vegetales con mayores limitaciones fisiológicas que las plantas almohadilladas. No obstante algunos modelos (Azorín-Molina *et al*. 2014) determinan una tendencia de descenso de la velocidad del viento (*stilling*) en las últimas décadas, fenómeno que podría haber reducido la competencia de las plantas almohadilladas cacuminales frente a otras herbáceas vivaces, especies arbustivas e, incluso, arbóreas.

Con una perspectiva temporal mucho más amplia, diferentes análisis palinológicos realizados en sierras béticas como las de Cazorla, Segura y Salinas (Carrión et al. 2001) demuestran la intensa relación entre especies como *Genista longipes* Pau o *Erinacea anthyllis* Link y alteraciones del clima, especialmente en el ecotono entre matorral espinoso y formaciones arbóreas. Las numerosas oscilaciones altitudinales registradas en los últimos 8300 años BP parecen relacionarse con variaciones de temperatura, de intensidad del viento, la duración del verano o el régimen pluviométrico; pero, igualmente, coinciden con evidencias de un progresivo incremento de la antropización mediante el pastoreo. De esta forma, a su papel como bioindicadoras del posible cambio climático, habría que sumar el de indicadoras antropogénicas, un aspecto, tal vez, no valorado en su justa medida.

En el caso de la Serra d'Aitana, como en la mayor parte de las sierras circundantes, se ha comprobado un descenso acusado, hasta la práctica desaparición, del pastoreo y de sus prácticas asociadas, especialmente el fuego (Giménez y Marco, 2017). Este hecho ha supuesto una densificación de la vegetación, especialmente de la carrasca, que está en clara expansión. Se trata de un proceso sin parangón en muchos siglos, tal vez milenios, sobre el que se desconocen sus posibles repercusiones en la interacción planta-planta o planta-polinizador. Igualmente, el sendero que divide la subpoblación, con una relativa afluencia de excursionistas, puede haber actuado sobre el patrón y la capacidad de dispersión efectiva de los ejemplares de la pequeña población oriental. Otra cuestión a resolver sería cómo interviene la fragmentación del hábitat y la desconexión de esa subpoblación respecto a la población principal, también en términos genéticos.

5. Estación instalada por Medspai (Universitat d'Alacant), modelo Davis Vantage Pro localizada, en ambos periodos, junto al vértice geodésico de Aitana.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En definitiva, se trata de preguntas cuyas respuestas pueden ayudar a valorar la resiliencia de *Genista longipes* Pau y otros caméfitos pulvinulares similares a la hora de afrontar los complejos cambios ambientales que están ocurriendo. No existe, como norma general, una respuesta rápida y directa de las plantas al cambio del clima, sino más bien lo contrario (De Frutos et al., 2015; Lloret et al. 2012). Esto es especialmente evidente en especies longevas como las aquí analizadas, cuya capacidad de regeneración y tolerancia ante condiciones climáticas negativas todavía no se conoce bien y se requiere de estudios a largo plazo. Como se ha dicho, 2003 fue un año especialmente seco y cálido y los cinco ejemplares de 2004 pudieron ser una consecuencia de ello. Pero la sequía de 2014 fue mucho más extrema y, sin embargo, la población no se resintió de forma tan evidente, según los censos posteriores. La reciente regresión de la subpoblación analizada en la Serra d'Aitana puede tener un origen multicausal, pero las evidencias observadas hasta el momento y gracias a la cartografía corológica a escala de detalle, podrían ayudar a reconsiderar su papel como bioindicadora térmica, ya que la temperatura como único factor de distribución puede no ser suficiente para entender su dinámica.

Ya en otras ocasiones (Marco, 2006) se ha llamado la atención sobre el paralelismo entre el binomio *temples* y *termómetros vivos* de Cavanilles (1797) y el binomio *termoclimas* y *plantas bioindicadoras* de Rivas-Martínez (1987); aunque éste último utiliza, para definir pisos bioclimáticos y justificar sus límites, un índice que tiene en cuenta un único factor, la temperatura, con lo que hace prevalecer el índice en la definición de los ámbitos espaciales de cada uno de los termoclimas. Y es ahí donde estriba la principal diferencia entre este planteamiento y el utilizado por Cavanilles en su razonamiento, basado en la identificación de los *termómetros vivos*, siendo su presencia o ausencia la que definiría qué temple -qué termoclima- es el dominante en cada territorio. Siguiendo esta lógica, si en los planteamientos de Rivas-Martínez se determina que *Vella spinosa* Boiss. y *Genista longipes* Pau son plantas bioindicadoras del piso oromediterráneo, la sola presencia de estos taxones debería ser suficiente como para definir dicho piso en la culminación de Aitana, cuya delimitación vendría a coincidir con el área de distribución conjunta de estas especies. Esta circunstancia viene a subrayar la falta de sintonía entre la presencia de este par de taxones y la inexistencia del piso oromediterráneo, definido a partir de la justificación matemática del mismo mediante el It. Probablemente esto no sería así, si en esa formulación se hicieran intervenir otros factores, ya mencionados aquí, como la intensidad y velocidad del viento o el número de nevadas y duración de la cubierta nival. En suma, se pone de manifiesto la necesidad de abordar estos problemas desde una óptica en la que se integren todas aquellas variables que, hipotéticamente, intervienen en estos procesos tan complejos.

5. Conclusiones

La cartografía corológica de detalle, obtenida mediante GPS de precisión submétrica y un exhaustivo trabajo de campo, presenta unas notables oportunidades para localizar poblaciones sensibles -algunas, como en este caso, inéditas- con un seguimiento no sólo de la población en su conjunto sino de cada ejemplar.

Desde el punto de vista del conjunto de la población, esta cartografía detallada permite concluir que, si bien comienza a ser regular y continua la presencia a partir de 1450 msnm, el 95% de la superficie ocupada por la planta está por encima de 1475 msnm hasta la culminación, sin olvidar que la subpoblación analizada es una excepcionalidad, puesto que se sitúa ligeramente por debajo de los 1300 msnm.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Por lo que respecta al seguimiento de dicha subpoblación, se ha comprobado una clara diferencia entre lo que ocurre hasta 2014, con un incremento significativo de 5 a 26 ejemplares (de los cuales 7 ya habían muerto en julio de 2014) y lo acontecido en fechas posteriores; puesto que a partir de ese censo, la tendencia es a un declive sostenido de esta subpoblación, que pasa de 19 ejemplares vivos a 15 en 2018 y un notable incremento de la mortalidad acumulada hasta un total de 14 ejemplares entre 2014 y 2018.

Igualmente, los resultados permiten aproximarse con mayor exactitud al papel concreto de los factores geográficos que determinan su distribución, con posibilidades comparativas entre diferentes poblaciones. En este sentido, el tratamiento de datos térmicos del ACDPI, pese a sus carencias, permite un rápido y sencillo cálculo de variables para toda la Península Ibérica. En este caso concreto, la estrecha correlación entre la distribución de *Genista longipes* Pau y la isoterma media anual de las temperaturas mínimas, justificaría la existencia de la subpoblación disyunta estudiada que se encuentra en una localización oriental y a una llamativa menor altitud. Otra aplicación derivada de los datos obtenidos del ACDPI y del grado de detalle ha sido la realización de escenarios predictivos a través de su combinación con datos corológicos de precisión.

Aprovechando esta circunstancia, se ha realizado un experimento con un escenario que determinaría la extinción de *Genista longipes* Pau en la Serra d'Aitana, en consonancia con distintas aportaciones en las que se predice una disminución drástica del territorio ocupado por el piso supramediterráneo. Los resultados señalan qué incremento de It sería el necesario para la desaparición del taxón en Aitana; concretamente, 1.3 °C para T, de 1.5 °C para m y de 1.2 °C para M. Cifras que están dentro del rango de las proyecciones regionalizadas de cambio climático del AR5-IPCC.

Es obvio que la pequeña subpoblación, aislada en una vaguada oriental, desaparecería en primer lugar. Sin embargo, la especie allí presenta, como se ha visto, unas variaciones fluctuantes desde 2004, lo que podría invalidar a la temperatura como única variable a tratar y reforzaría el papel del viento como factor a analizar. Junto a este condicionante, cabría considerar también el papel del manejo de la vegetación a largo plazo, tras milenios de una antropización intensa relacionada con el pastoreo y el uso del fuego para la obtención de pastos. El abandono de estas actividades ha permitido la densificación de la vegetación arbustiva y arbórea, tal vez en confluencia con cambios recientes en el clima, en consonancia con lo que determinan diversos modelos. Junto a ello, cabría considerar otros impactos recientes, como el incremento del pisoteo en sectores inmediatos a sendas excursionistas. Un conjunto de cuestiones que sugieren que la especie analizada no sea únicamente una indicadora climática -tal vez no tan adecuada para definir el Sme con el cálculo de It- sino también una indicadora de la presión antropogénica derivada de la ganadería y los aprovechamientos de las formaciones xeroacánticas de montaña. La continuación del seguimiento detallado de *Genista longipes* Pau y otras especies propias de los matorrales orófilos pulvinulares espinosos, con la extrapolación del método propuesto en este trabajo y la comparación de resultados en otros relieves, permitirá confirmar o descartar, a medio plazo, alguna de las interrogantes planteadas en este trabajo.

6. Bibliografía

- Amblar-Francés, M. P., Pastor-Saavedra, M. A., Casado-Calle, M. J., Ramos-Calzado, P., & Rodríguez-Camino, E. (2018). Strategy for generation of climate change projections feeding Spanish impact community. *Advances in Science and Research*, 15, 217-230. doi: 10.5194/asr-15-217-2018.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- ANTHOS. Sistema de información sobre plantas de España. http://www.anthos.es/ (última consulta (10 de junio de 2019).
- Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. http://opengis.uab.es/wms/iberia/ (última consulta (15 de mayo de 2019).
- Azorín, D. (2017). *Cartografia fitoclimàtica a gran escala i la seua aplicació en estudis corològics en el marc del canvi climàtic. Anàlisi de les zones de muntanya de la província d'Alacant* (Trabajo de Fin de Máster). Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante, Alicante.
- Azorín, D. & Jover, N. (2010). "Aproximación metodológica para la caracterización del piso supramediterráneo en la provincia de Alicante". En P. Giménez, et al. (Eds.), *Biogeografía. Una ciencia para la conservación del Medio* (335-343). Murcia: Asociación de Geógrafos Españoles.
- Azorín-Molina, C., Vicente-Serrano, S. M., McVicar, T. R., Jerez, S., Sanchez-Lorenzo, A., López-Moreno, J. I., ... & Espírito-Santo, F. (2014). Homogenization and assessment of observed near-surface wind speed trends over Spain and Portugal, 1961–2011. *Journal of Climate*, 27(10), 3692-3712. doi: 10.1175/JCLI-D-13-00652.1
- Banco de Datos de la Biodiversidad. http://bdb.cma.gva.es (última consulta: 27 de junio de 2019).
- Brunet, M., Casado, M.J., de Castro, M., Galán, P., López, J.A., Martín, J.M., Pastor, A., Petisco, E., Ramos, P., Ribalaygua, J., Rodríguez, E., Sanz, I. & Torres, L. (2009). *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*. Agencia Estatal de Meteorología, Madrid. http://www.aemet.es/es/idi/clima/escenarios_CC
- Carrión, J. S., Munuera, M., Dupré, M. & Andrade, A. (2001). Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology*, 89, 783–797. doi: 10.1046/j.0022-0477.2001.00601.x
- Castroviejo, S. et al. (eds.) (1993). *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, vol. IV Cruciferae-Monotropaceae. Madrid, España: Real Jardín Botánico, CSIC.
- Cavanilles, A. J. (1797). *Observaciones sobre la Historia Natural, Geografía, Agricultura, Población y Frutos del Reyno de Valencia*. Madrid, España: Imprenta Real, Vol. 2 [Ed. facsímil, Biblioteca Valentina, 1975].
- Chamorro, D., Luna, B., & Moreno, J. M. (2013). Germination response to various temperature regimes of four Mediterranean seeder shrubs across a range of altitudes. *Plant ecology*, 214(12), 1431-1441. doi: 10.1007/s11258-013-0264-0
- De Frutos, Á., Navarro, T., Pueyo, Y., & Alados, C. L. (2015). Inferring resilience to fragmentation-induced changes in plant communities in a semi-arid mediterranean ecosystem. *PloS one*, 10(3): e0118837. doi: 10.1371/journal.pone.0118837
- Escudero, A., Giménez-Benavides, L., Iriondo, J. M., & Rubio, A. (2004). Patch dynamics and islands of fertility in a high mountain Mediterranean community. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36 (4), 518-527. doi: 10.1657/1523-0430(2004)036[0518:PDAIOF]2.0.CO;2
- Escudero, A., García-Camacho, R., García-Fernández, A., Gavilán, R. G., Giménez-Benavides, L., Iriondo, J. M., ... & Pescador, D. S. (2012). Vulnerabilidad al cambio global en la alta montaña mediterránea. *Revista Ecosistemas*, 21(3), 63-72. doi: 10.7818/ECOS.2012.21-3.08
- Giménez, P., & Marco, J. A. (2017). La dinámica del paisaje en la Serra d'Aitana (Alacant, España): síntesis de transformaciones históricas en una montaña mediterránea (1600-2010). *Estudios Geográficos*, 78 (282), 105-133. doi: 10.3989/estgeogr.201704
- Giménez, P.; Marco, J.A.; Martínez, E.; Padilla, A. & Sánchez, A. (2004): "Cartografía corológica de especies vegetales cacuminales en el sector oriental de Aitana (Alacant, España)". En *Actas del III Congreso Español de Biogeografía*. Reserva de la Biosfera de Urdaibai, Euskadi: Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Giménez-Benavides L, Escudero A, & Pérez-García F (2005). Seed germination of high mountain Mediterranean species: altitudinal, interpopulation and interannual variability. *Ecol Res* 20, 433–444. doi: 10.1007/s11284-005-0059-4
- Giménez-Benavides L., Escudero A., & Iriondo J. M. (2007). Local adaptation enhances seedling recruitment along an altitudinal gradient in a high mountain Mediterranean plant. *Ann. Bot.,* 99 723–734. doi: 10.1093/aob/mcm007
- Gottfried, M., Pauli, H., Futschik, A., Akhalkatsi, M., Barančok, P., Alonso, J. L. B., & Krajči, J. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change*, 2(2), 111-115. doi: 10.1038/nclimate1329
- Grabherr, G.; Gottfried, M. & Harald, P. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369, 448. doi: 10.1038/369448a0

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Kawecki, T. J., & Ebert, D. (2004). Conceptual issues in local adaptation. *Ecology letters*, 7(12), 1225-1241. doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00684.x
- Körner, C. (2007). The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in ecology & evolution*, 22(11), 569-574. doi: 10.1016/j.tree.2007.09.006
- López, M. L., Piñas, S., López, M. S. (2008): "Similitudes y diferencias entre nuestra 'Cartografía bioclimática de la España peninsular y balear', y los trabajos anteriores", *Serie Botánica*, 17, 249-260.
- López, M. L., Peña-Angulo, D., Marco, R., López, M. S. & González-Hidalgo, J. C. (2017). Variaciones espaciales y temporales de las condiciones bioclimáticas en la España peninsular (1951-2010). *Estudios Geográficos*, 283, 553-577. doi: 10.3989/estgeogr.201719
- Lloret, F., Escudero, A., Iriondo, J. M., Martínez-Vilalta, J., & Valladares, F. (2012). Extreme climatic events and vegetation: the role of stabilizing processes. *Global Change Biology*, 18(3), 797-805. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02624.x
- Marco, J.A. (2001). *Aitana como espacio singular. Perspectiva geográfica de una montaña mediterránea*. Alicante, España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Marco, J.A. (2006). Rasgos climáticos, relieve y vegetación en tierras valencianas a través de la mirada de Cavanilles. *Estudios Geográficos*, 67(260), 105-140. doi: 10.3989/egeogr.2006.i260.45
- Marco, J.A., Padilla, A. & Sánchez, A. (2006a). Cartografía corológica mediante el uso de GPS de especies vegetales endémicas, raras o amenazadas en el sector oriental de Aitana (Alacant). *Serie Geográfica*, 13, 11-24.
- Marco, J.A., Ramón, A., Padilla, A, Sánchez, A., Giménez. P. & Martínez, E. (2006b). Cartografía corológica a escala de detalle mediante GPS y SIG: nuevas aplicaciones en el sector oriental de Aitana. En P. Giménez, et al. (Eds.), *Geografía Física y Medioambiente* (pp. 183-194). Alicante, España: Asociación de Geógrafos Españoles.
- Marco, J. A., Azorín, D., Giménez, P., Miró, J. J., Padilla, A., & Sánchez, A. (2016). Comparación de los censos de *Genista longipes* Pau (2004-2014) en la Serra d'Aitana, Alacant, en el contexto del calentamiento global. En J. Gómez, et al. (Eds.): *Avances en biogeografía. Áreas de distribución: entre puentes y barreras* (pp. 231-239). Granada, España: Universidad de Granada.
- Marco, J. A. Giménez, P. & Padilla, M. A. (2018). Procesos de clima frío en el extremo NE peninsular de la Cordillera Bética. Revisión y síntesis de investigaciones previas. *Cuaternario y Geomorfología*, 32(3-4), 39-56.
- Martínez-Ibarra, E. (2006). Distribución estacional y horaria de la humedad relativa y la niebla en una montaña mediterránea: resultados preliminares en Aitana (Alicante). En *Clima, Sociedad y Medio Ambiente* (pp. 665-674). Zaragoza, España: Publicaciones de la Sociedad Española de Climatología.
- Melendo, M. Giménez, E., Cano, E., Gómez-Mercado, F. & Valle, F. (2003). The endemic flora in the south of the Iberian Peninsula: taxonomic composition, biological spectrum, pollination, reproductive mode and dispersal. *Flora*, 198, 260-276. doi: 10.1078/0367-2530-00099
- Mirete, P. (2017). *Nevadas en la Montaña alicantina* (Trabajo de Fin de Grado). Universidad de Alicante, Alicante.
- Miró, J.J. (2014). *Downscaling estadístico de series climáticas mediante redes neuronales: Reconstrucción en alta resolución de la temperatura diaria para la Comunidad Valenciana. Interpolación espacial y análisis de tendencias (1948–2011)*. Ph. D. Thesis. España: Universidad de Alicante, Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo y Universitat de València. doi: 10.13140/RG.2.1.2059.1523
- Miró, J.J., Estrela, M.J. & Olcina J. (2015). Statistical downscaling and attribution of air temperature change patterns in the Valencia region (1948–2011). *Atmospheric Research*, 156, 189-212. doi: 10.1016/j.atmosres.2015.01.003
- Miró, J. J., Estrela, M. J., Caselles, V., & Olcina-Cantos, J. (2016). Fine-scale estimations of bioclimatic change in the Valencia region, Spain. *Atmospheric research*, 180, 150-164. doi: 10.1016/j.atmosres.2016.05.020
- Moltó, E. (2019). Tiempos singulares: nevadas. En: Olcina, J. y Moltó, E. (eds.): *Climas y tiempos del País Valenciano* (pp. 102-110). Alicante, España: Universidad de Alicante.
- Moritz, C. & Agudo, R. (2013). The future of species under climate change: resilience or decline?. *Science*, *341*(6145), 504-508. doi: 10.1126/science.1237190
- Muñoz, J., & García, A. (2013). Variación climática y cambios recientes de la vegetación supraforestal en el área de El Nevero-puerto de Navafría (sierra de Guadarrama, España). *Ería*, (92): 243-260.
- Ninyerola Casals, M. (2000). *Modelització climàtica mitjançant tècniques SIG i la seva aplicació a l'anàlisi quantitativa de la distribució d'espècies vegetals a l'Espanya peninsular*. Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Ninyerola, M., Pons, X., & Roure, J. M. (2005). *Atlas climático digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica.* Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. & Grabherr, G., coordinadores y editores (2015). *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básico, complementarios y adicionales*. 5ª edición. GLORIA-Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L., Jaca, España.
- Pérez-Luque, A.J., Sánchez-Rojas, C.P., Zamora, R., Pérez-Pérez, R., Bonet, F.J. (2015). Dataset of Phenology of Mediterranean high-mountain meadows flora (Sierra Nevada, Spain). *PhytoKeys*, 46, 89-107. doi: 10.3897/phytokeys.46.9116
- Pescador, D.S., de Bello, F., Valladares, F., & Escudero, A. (2015). Plant Trait Variation along an Altitudinal Gradient in Mediterranean High Mountain Grasslands: Controlling the Species Turnover Effect. *PLoS ONE* 10(3): e0118876. doi:10.1371/journal.pone.0118876.
- Piñas, S., López, M. S. & López, M. L. (2008). Termotipos de la España peninsular y balear y su cartografía. *Serie Botánica*, 17: 237-242
- Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA.
- Rivas-Martínez, S., Rivas-Sáez, S. & Penas, A. (2011). Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 634 pp + 4 Maps.
- Valladares, F., Bastias, C. C., Godoy, O., Granda, E., & Escudero, A. (2015). Species coexistence in a changing world. *Frontiers in plant science*, 6. doi: 10.3389/fpls.2015.00866
- Walas, Ł., Sobierajska, K., Ok, T., Dönmez, A. A., Kanoğlu, S. S., Dagher-Kharrat, M. B., ... & Boratyński, A. (2019). Past, present, and future geographic range of an oro-Mediterranean Tertiary relict: The juniperus drupacea case study. *Regional Environmental Change*, 19(5), 1507-1520. doi: 10.1007/s10113-019-01489-5
- Wilson, R. J., Gutierrez, D., Gutierrez, J., & Monserrat, V. J. (2007). An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. *Global Change Biology*, 13(9), 1873-1887. doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01418.x

Sobre los autores

Juan Antonio Marco Molina

Catedrático de geografía física de la Universitat d'Alacant. Con trabajos sobre el medio físico y la humanización de las montañas béticas valencianas, destacan sus aportaciones sobre Geomorfología, Biogeografía, Cartografía y Paisaje en la Serra d'Aitana, de la que ha publicado diversos libros y artículos de investigación. En las últimas dos décadas ha dirigido, en el seno del grupo de investigación MedSPai, proyectos y trabajos de investigación sobre cartografía corológica de especies raras, endémicas y amenazadas.

Pablo Giménez Font

Geógrafo y Profesor Titular de la Universitat d'Alacant. Sus principales líneas de investigación se insertan en el campo de la Geografía histórica y la Biogeografía, analizando la dinámica del paisaje mediterráneo y las consecuencias del impacto humano sobre el medio en los últimos cuatro siglos. En esta línea ha realizado diversas investigaciones sobre la Serra d'Aitana.

David Azorín Amorós

Geógrafo y Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales por la Universitat d'Alacant, ha centrado sus investigaciones en la distribución de *Erinacea anthyllis* en la Serra de l'Algaiat y en la determinación del piso supramediterráneo en la provincia de Alicante.

Ascensión Padilla Blanco

Geógrafa, Profesora Titular de la Universitat d'Alacant y directora del grupo de investigación MedSPai, asociado al CIBIO-Centro Iberoamericano de la Biodiversidad y al Instituto Interuniversitario de Geografía. Sus líneas de investigación se insertan dentro de la Biogeografía: flora rara, endémica y/o amenazada, cartografía corológica, dinámica vegetal en campos de cultivo abandonados, gestión y conservación en espacios naturales.

Ángel Sánchez Pardo

Geógrafo, Profesor Asociado y Técnico del Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física de la Universitat d'Alacant. Sus líneas principales de trabajo se centran en Cartografía, Sistemas de Información Geográfica, GPS y Gestión Ambiental.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9641

Identificación de zonas de inundación a partir de imágenes (SAR) y de eventos históricos de inundación: caso de estudio Santiago de Cali, Colombia

Maria Eugenia Sevillano Rodriguez [1] | Luis Carlos Bravo Peña [2] |
Luis Carlos Alatorre Cejudo [3] | Elkin de Jesús Salcedo Hurtado [4]

Recibido: 28/06/2019 | Aceptado: 06/04/2020

Resumen

El objetivo de este trabajo fue identificar zonas de inundación en la ciudad de Santiago de Cali Colombia, mediante imágenes de RADAR e información histórica. Durante el proceso se utilizaron imágenes Sentinel 1 pre y post evento y reportes de fenómenos hidrometereológicos (1986-2018). El método empleado precisó un abordaje desde diferentes ángulos, en lo que se enmarca como complementariedad metodológica. Consistió en una revisión documental, reconocimiento de campo, y el tratamiento digital de datos a partir de clasificación supervisada. Los resultados de la revisión documental y el trabajo de campo indican la ocurrencia de 766 eventos asociados a inundación que han afectado a 186 barrios en un periodo de 32 años. Además de esto, el procesamiento digital de las imágenes identificó 2082, 25 hectáreas inundables, con fiabilidad global del 89 por ciento e índice Kappa de 0.76 por ciento. Es importante resaltar que la mayoría de áreas inundables se localizaron en zonas adyacentes a los ríos Cauca, Cali y a los canales Interceptor Sur y Oriental.

Palabras clave: Inundación urbana; Imágenes SAR; Clasificación basada en objetos; cartografía de eventos históricos de inundación

Abstract

Identification of flood zones from images (SAR) and historical flood events: case study Santiago de Cali, Colombia

The objective of this work was to identify flood zones in the city of Santiago de Cali Colombia, through historical information and RADAR images. During the process Sentinel 1 images pre and post event were used, and reports of hydrometeorological phenomena (1986-2018) were revisited. The method used corresponds to the framework named methodological complementarity and was carried out with the documentary review, fieldwork and the digital treatment of data based on supervised classification. The results of documentary review and fieldwork indicate the occurrence of 766 events associated with floods that have affected 186 neighborhoods in a period of 32 years. In addition to this, digital image processing identified 2082, 25 hectares of flood-

1. Universidad Autonóma de Ciudad Juárez, México, mariasevillano14@hotmail.com
2. Universidad Autonóma de Ciudad Juárez, México, luis.bravo@uacj.mx
3. Universidad Autonóma de Ciudad Juárez, México, luis.alatorre@uacj.mx
4. Universidad del Valle, Colombia, elkin.salcedo@univalle.edu.co

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

plains, with overall reliability of 89 percent. Kappa index of 0.76 percent. It is important to note that the majority of water plates were located in areas adjacent to the Cauca, Cali and Interceptor Sur and Oriental channels.

Keywords: Urban flood; SAR images; Classification based on objects; methodological complementarity

1. Introducción

Colombia es uno de los países de América Latina y el Caribe con mayor pérdidas humanas y materiales a causa de inundaciones (Fernández, 1996). En nuestro país el 28% del territorio se encuentra en peligro por eventos hidroclimáticos (Banco Mundial & GFDRR, 2012). De ahí que, la población expuesta a inundaciones y movimientos en masa en un periodo de precipitaciones extremas durante 2010 y 2011 fue de 3 120 268 personas (CEPAL & BID, 2012). Está situación empeora debido al crecimiento constante de las ciudades, la falta de estudios asociados a riesgos, las ausencias en el ordenamiento territorial y la estrecha relación entre la manifestación del desastre y la vulnerabilidad social (Banco Mundial & GFDRR, 2012). En un contexto general, el análisis de riesgo de inundación ha avanzado de estudios descriptivos, hacia trabajos de aplicación territorial de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (Perles-Roselló, Olcina-Cantos, & Mérida-Rodríguez, 2018).

La amenaza o peligrosidad es la posibilidad de ocurrencia de un evento físico que puede causar algún tipo de daño a la sociedad (Lavell, 1996). La amenaza por inundación debe representar el comportamiento espacial del fenómeno en un asentamiento humano, que depende generalmente de causas climatológicas e hidrodinámicas, posibles de estudiar mediante diferentes técnicas. Los métodos más utilizados para su identificación corresponden a: *históricos, geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos* (Bescos-Atín & Camarasa-Belmonte, 2000; Degioanni-Sasia et al., 2002; Materón et al., 2006; Perles-Roselló et al., 2006; Benito, 2007; Barrantes-Castillo & Vargas-Bogantes, 2011; Gobierno de España-Ministerio de Medio Ambiente & Medio Rural Marino, 2011; Morales, 2012; Rodríguez-Gaviria, 2016; Cartaya & Mantuano-Duarte, 2016). Y, en menor medida los asistidos por *percepción remota,* debido en la mayoría de casos a los costos altos de las imágenes (Belmonte & Caamaño, 2009; Delgado & Quintero, 2013; Lorenzo & Hernández, 2018).

Sin embargo, la búsqueda de herramientas eficaces ha ocasionado que en los últimos años se dispongan geoportales de dirección libre para información de avanzada que pueden ir desde la fotografía obtenida mediante sensores aéreos hasta imágenes adquiridas a partir de satélites. El empleo creciente de sensores de vigilancia terrestre se origina en la cantidad y calidad de la información sobre el territorio, además de la posibilidad de acceso en tiempo real (en algunos casos), esto hace posible el análisis integrado de datos y la interpretación rápida y económica (Chuvieco, 2008). A causa de esto, la percepción remota y la utilización de datos poco convencionales permiten delimitar inundaciones en distintas zonas. En el desarrollo de estos procedimientos, las imágenes SAR son un insumo importante, ya que proveen información útil para la resolución de problemas en el ámbito territorial, incluyen aplicaciones de localización potencial de inundaciones, modelamiento de flujo de ríos y tasación de los daños después de un desastre (Céspedes & Pérez, 2008).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

A su vez, estudiosos y entidades gubernamentales han tenido el interés de abordar el riesgo de desastres asociados a inundación implementando procesos semi-automatizados utilizando imágenes de satélite de alta resolución. Así por ejemplo: Se realizó una aplicación basada en imágenes SAR para monitorear y prevenir inundaciones en Argentina (Belmonte y Caamaño, 2009); se aplicó la teledetección para monitorear eventos hídricos superficiales mediante imágenes Cosmo SkyMed (Edrosa, 2009); se utilizó la teledetección para interpretar zonas inundables en Boyacá, Colombia (Delgado & Quintero, 2013); se compararon los resultados de imágenes Sentinel-1 y Sentinel-2 en la detección y delineación de información de crisis de desastres naturales (Donezar-Hoyos, et al., 2017). Asimismo, en la guía para la elaboración de mapas de inundación, se señala que se pueden crear distintos tipos de cartografía dependiendo de la información disponible y las fuentes para su construcción pueden ser, en algunos casos imágenes de satélites debidamente interpretadas y verificadas (República de Colombia-IDEAM, 2017); en Acapulco de Juárez, Guerrero-México, se obtuvo cartografía de áreas inundadas utilizando imágenes de radar TanDEM-X (Lorenzo & Hernández, 2018). Dicho lo anterior, la utilidad de sensores remotos para reconocer áreas de peligro urbano ante inundaciones ha sido previamente demostrada.

El objetivo de este trabajo fue identificar zonas de inundación a partir de imágenes (SAR) y de eventos históricos de inundación en Cali, Colombia. Se abordó, un método de clasificación supervisada y análisis de registros de inundación utilizando imágenes radar de apertura sintética (SAR - Synthetic Aperture Radar), este sistema tiene iluminación lateral que emite energía en el intervalo de frecuencias de microondas. La ventaja de un satélite SAR es que puede proveer imágenes durante el día y la noche en cualquier condición meteorológica. Además de esto, la señal puede penetrar a través del suelo (dependiendo de la longitud de onda), proporcionando información sobre la presencia de inundación (Zozaya & Pino, 2020). Desde esta perspectiva, se expone, la metodología, los resultados, la discusión y finalmente las conclusiones.

2. Metodología

La realización del proceso metodológico parte de la complementariedad entre métodos. El apartado se desarrolló en ocho etapas en las cuales se describe la zona de estudio, los aspectos generales de la técnica, el procesamiento de imágenes de satélite, las fuentes de revisión documental, el trabajo de campo y la integración de resultados.

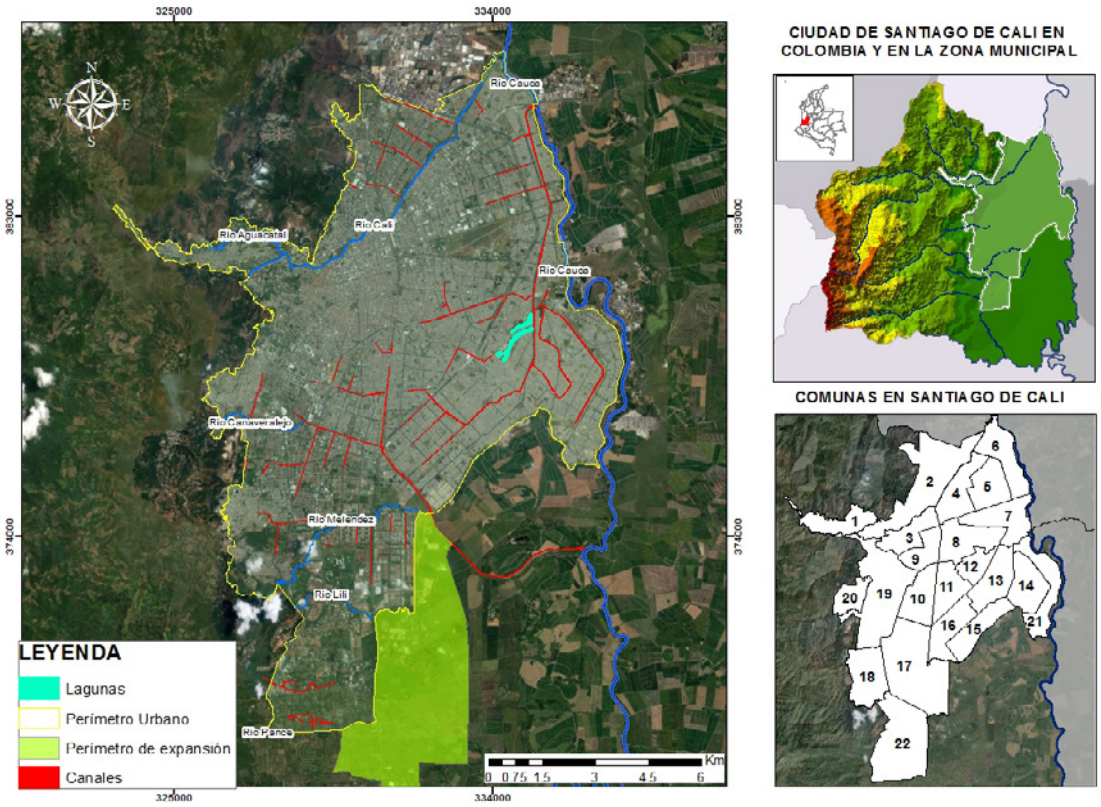
2.1. Zona de estudio

Santiago de Cali, es la capital del departamento del Valle del Cauca y la tercera ciudad más poblada de Colombia, cuenta con una población de 2 227 642 habitantes, de los cuales 2 172 527 residen en la zona urbana (República de Colombia-DANE, 2018). En la ciudad se identifican dos grandes unidades geológicas y geomorfológicas. La primera, localizada en la parte occidental donde se ubica la franja montañosa; la segunda en la línea oriental que corresponde al valle aluvial del río Cauca, conformado por depósitos aluviales que integran una planicie extendida por abanicos que han favorecido la edificación de viviendas (Jiménez, 2005). A esto, se suman los ríos Meléndez, Lili, Cali, Aguacatal, Pance, Cauca y Cañaveralejo que atraviesan la ciudad (Alcaldía de Santiago de Cali-DAGMA, 2010; Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2018). El uso de suelo del municipio se encuentra organizado en urbano, de expansión y rural (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014). En este trabajo se tendrá en cuenta el área urbana que se encuentra interiormente delimitada por 22 comunas y 337 barrios (las unidades de planificación urbana más pequeñas) (Ver *Figura 1*).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9641

Figura 1. Ubicación Santiago de Cali, Colombia



Fuente: Elaboración propia basado en cartografía de Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014

2.2. Inundaciones en Cali

De acuerdo a Jiménez (2005), Cali ha crecido hacia la zona de ladera y en las áreas bajas inundables, sectores ocupados inicialmente de manera informal. Así que, los desastres aumentaron debido a la vulnerabilidad de la población y a la intensificación de los fenómenos. Según la Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, una de las situaciones más graves se originó por el crecimiento desordenado del distrito de Agua Blanca (al Oriente de la ciudad), debido a las características morfológicas de los terrenos (terrenos bajos, altos niveles freáticos entre otros determinantes ambientales). Las zonas ubicadas en pendientes medias (al Occidente de la ciudad) tienen afectaciones en invierno por arrastre de sedimentos y residuos sólidos. En otras zonas (Centro y Sur) hay inundaciones por la incapacidad del sistema de colectores y la falta de mantenimiento a sumideros (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014).

A causa de esto, la inundación urbana se ha dado en dos modalidades: Inundación fluvial ocasionada por el desbordamiento de ríos: Cauca, Cali, Meléndez, Cañaveralejo, Pance, Lili, Aguacatal y tributarios e inundación pluvial provocada por la insuficiencia de colectores de lluvias que atraviesan varios sectores de la ciudad y que en algunos casos direccionan la red hídrica (canal Interceptor Sur). Desde 1970, las inundaciones han ocurrido en todos los años (excepto en 1991, año de escasez de lluvias por fenómeno El Niño 1991-1992) (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014). De ahí que, en Cali se reportaron 1308 inundaciones durante 1950 y 2012, de las cuales 1293 ocurrieron en la zona urbana, afectando a 38 893 personas aproximadamente. Causando 28 muertes y el daño de 7728 viviendas (DESINVENTAR, 2018).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2.3. Aspectos generales del método

Para la obtención del objetivo de este trabajo se siguió un método de clasificación supervisada, revisión documental y trabajo de campo, que se integraron mediante la complementariedad metodológica. En un primer momento, se revisaron las inundaciones pasadas en la ciudad de Santiago de Cali en los últimos tres años (2016-2019) con la intención de seleccionar dos capturas (*las fechas de las imágenes debían ser: 1. Muy cercanas a la fecha exacta de inundación, 2.Con características climáticas contrarias a la primera imagen, 3. Deben haber sido registradas por periódicos locales debido a los daños ocasionados).* Se eligieron las fechas con base en la disponibilidad de imágenes SAR gratuitas y la calidad para identificar zonas de inundación conforme a su clasificación espectral. Después de obtener el área de inundación fue necesario validar los resultados.

En la validación, se revisaron los registros históricos y fotográficos de inundaciones pasadas; este procedimiento se ejecutó porque esta investigación se realizó mucho tiempo después de la inundación real. Se recurrió a utilizar la información de eventos de los últimos 32 años (1986-2018). La selección de dicho periodo para el análisis de reportes de inundación se debió a que el estudio de un único año, no refleja el verdadero comportamiento espacial de peligro (se puede representar solo en un nivel de barrios, lo cual no indica que todo el barrio se inundó realmente), ya que éstos se basan en la información de organismos de socorro (Cruz Roja, Defensa Civil, etc.) y de personas que viven en el lugar.

El periodo a estudiar se determinó a partir de los años ochenta por iniciarse en ese momento la construcción de viviendas en el valle aluvial del río Cauca ubicado en el sector oriental (Sevillano-Rodríguez & Bravo-Peña, 2018), los barrios ubicados en este lugar se encuentran en terrenos bajos, tienen altos niveles freáticos y afectaciones en invierno por arrastre de sedimentos (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014). Además, se recorrieron los lugares cartografiados previamente, preguntando directamente a los habitantes acerca de los eventos ocurridos. Finalmente, se recurrió a la complementariedad metodológica para comparar la cartografía resultante de las imágenes SAR y el mapa de reportes de inundación teniendo en cuenta las anotaciones hechas en los recorridos.

2.4. Procesamiento de imágenes para la modelación de áreas inundables utilizando clasificación supervisada

En este apartado, se utilizaron imágenes Sentinel-1 de la Agencia Espacial Europea adquiridas en polarización (VH) y (VV) para detectar zonas inundadas. Las escenas seleccionadas corresponden a (WRS/Row 9/58) georreferenciadas en el sistema UTM 18 Norte con Datum WGS84 y se obtuvieron del portal *(Alaska satellite facility)* (NASA, 2018). La selección de las fechas se hizo a partir de los registros de inundación obtenidos de fuentes hemerográficas, considerando un antes (30/07/2017) y un después (15/11/2017), ambas imágenes con una resolución espacial de 10 metros. La primera toma, corresponde a uno de los meses de verano o temporada seca que para el caso incluye el mes de Julio. La segunda, se trató de una inundación que ocurrió en invierno (temporada de lluvias) ocasionando desbordamiento de algunas fuentes hídricas que atraviesan la ciudad, además de la obstrucción de colectores de manejo de aguas lluvias, afectación a familias y viviendas localizadas en el área.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2.4.1. Pre-procesamiento de imágenes corrección radiométrica y geométrica

Consistió en dos procedimientos: Corrección radiométrica y corrección geométrica. La corrección radiométrica para equilibrar los valores y corregir imperfecciones presentes en los pixeles, generada en la adquisición de datos y por los potenciales fallos en la calibración de los sensores. La corrección geométrica para determinar adecuadamente la posición territorial. En vista de que las imágenes SAR poseen un ruido (speckle) inherente a su proceso de captura y formación, fue necesario aplicar un *filtro espacial* que consistió en mover una ventana de dimensiones pequeñas sobre cada pixel de la imagen, aplicando un cálculo matemático (media) y utilizando el software SNAP. Como resultado se obtuvieron imágenes con características que favorecen la separación espectral de objetos.

2.4.2. Clasificación de imágenes

El método utilizado fue clasificación supervisada basada en objetos, desarrollado en el procesamiento semi-automatizado de imágenes de satélite (Chuvieco, 2008; Burnett & Blaschke, 2003). Este procedimiento permitió segmentar zonas de interés considerando pixeles similares entre sí, según las características de color, tamaño, forma, textura y del contexto que lo rodea.

2.4.3. Procedimiento

Las imágenes Sentinel 1 fueron procesadas en el software SNAP, utilizando la interface Supervised classification - Ramdom forest classifier. Seguida de una edición semiautomática. Para facilitar la interpretación se realizó una combinación de las polarizaciones (VV) y (VH), entre las imágenes del antes y después del evento. Resultando que las zonas expuestas al estancamiento de agua se sombrean de un color más intenso, lo cual favoreció la clasificación de las imágenes. Se seleccionaron muestras para cada cobertura con el fin de obtener su valor espectral, espacial y temporal. Se determinó un valor numérico a partir de las condiciones dadas en cada escena consiguiendo el entrenamiento de las imágenes.

En la clasificación se definieron tres clases: *Agua permanente* (ríos, lagunas, quebradas), área inundada (agua estacional no permanente producto de condiciones fluviométricas y pluviométricas) y área no inundada (área con vegetación o construida sin presencia de agua estacional). El sistema se manipuló mediante la instrucción *Random Forest Classifier y* se priorizó a partir de la varianza espectral, el tamaño de pixeles corresponde a un mínimo de (2) y a un máximo de (7), respectivamente.

2.5. Revisión Documental

Para analizar el componente histórico de riesgo asociado a fenómenos hidrometereológicos, fue necesario recurrir a fuentes de información bibliográfica. Los principales insumos corresponden a: Registros históricos desde 1986 hasta 2018 (DESINVENTAR, 2018; República de Colombia-UNGRD, 2018). En la *Tabla 1,* se clasificaron los datos en cuatro momentos. El punto inicial corresponde a 1986 (se verificaron inundaciones de un único año en ese caso). Posteriormente, se especificaron tres periodos acordes a lo propuesto en el análisis multitemporal de la expansión física en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia (Sevillano-Rodríguez & Bravo-Peña).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 1: Ocurrencia histórica de inundación clasificada en años

AÑO	FUENTES	TIPO DE DATOS
1986	(DESINVENTAR, 2018)	Número de eventos ocurridos por año
1987 - 1998		
1999 - 2008		
2009 - 2018	(DESINVENTAR, 2018; República de Colombia-UNGRD, 2018)	

Fuente: Elaboración propia

Después de organizar la información por años, se integraron los datos con las unidades de planificación urbana (barrios y comunas) para ser presentados de manera cartográfica. Con la necesidad de avanzar en el trabajo de campo se delimitó la ruta de trabajo, equiparada con la semejanza de lugares inundables mediante imágenes SAR y los registros históricos de inundación provenientes de fuentes hemerográficas. Esto implicó hacer recorridos rápidos en los sectores considerados con menores afectaciones y detenernos mucho más en los barrios con presencia de ríos, canales y humedales.

2.6. Trabajo de campo

Considerando los resultados de los mapas de inundación, se decidió realizar la inspección de las zonas inundables en campo. En los recorridos se contactó líderes de la comunidad, quienes nos acompañaron en varios de los sitios visitados. Conforme se avanzaba en los barrios se preguntaba acerca de la forma en que se habían presentado las inundaciones y la altura del agua (se llevó a cabo sin eventos cercanos de inundación). Asimismo, los barrios que se visitaron con mayor detalle se ubican al oriente de la ciudad, en el valle aluvial del río Cauca (el río más grande que hace parte de la dinámica urbana) y están cerca de canales principales (Canal Interceptor y canal Oriental) (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014).

2.7. Complementariedad metodológica

La complementariedad metodológica es una propuesta de integración de métodos de investigación para el estudio de un objeto a través de la utilización de diferentes técnicas y procedimientos de recolección y análisis de datos (Blanco & Pirela, 2016). En la zona de estudio esto comprende la identificación de un área de inundación mediante percepción remota y la revisión previa de reportes comunitarios de inundación. En este sentido, la estrategia utilizada se fundamentó en la triangulación con la aplicación de un diseño multimétodo. Para Blanco y Pirela (2016), la triangulación es definida como una práctica en la cual se utilizan varios métodos de investigación para un solo objeto de estudio. La triangulación es posible entendiendo que los métodos se comprenden sistemáticamente y se usan rigurosamente, los puntos de encuentro se pueden identificar cuando ambos tipos de métodos estén abordando el mismo fenómeno (Fielding & Schreier, 2001).

En el caso particular, ambos procedimientos generaron salidas cartográficas que permitieron valorar los resultados desde una perspectiva real e integral del mismo fenómeno: Mapa de área inundable y Mapa de inundación histórica. El mapa de inundación histórica refleja el comportamiento espacial ante el evento hidrometereológico proyectando información en unidades de planificación (barrios, comunas), mientras que el mapa de área inundable determina zonas de

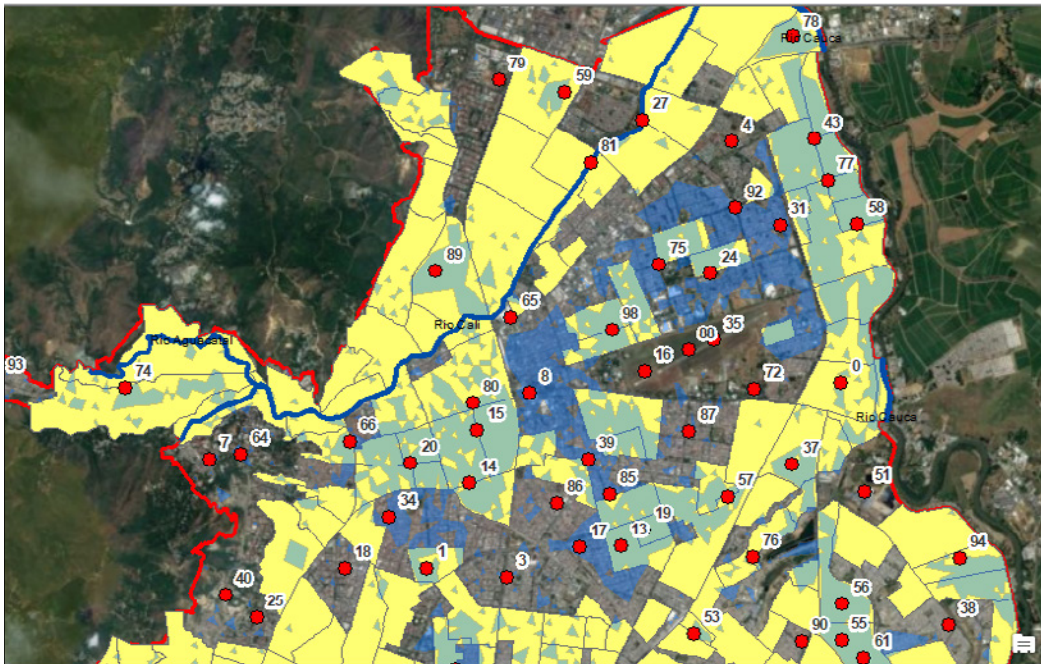
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

peligro de inundación a partir de imágenes de satélite que permiten establecer la superficie de afectación en una fecha de ocurrencia. En consecuencia, ambos resultados indican la inundación urbana en la ciudad. Es por esto que la triangulación aprueba la validación mutua de los resultados obtenidos a partir de diferentes métodos (modelo de validez), además de ser un medio para obtener una imagen más amplia y completa del fenómeno (el modelo de complementariedad) (Fielding & Schreier, 2001). En este estudio, el área de inundación identificada mediante imágenes SAR, es validada con un mapa de reportes históricos de inundación.

2.8. Evaluación de fiabilidad global

Para evaluar la fiabilidad del método se comparó un mapa de eventos históricos elaborado a partir de los reportes de inundación con los resultados de la clasificación supervisada de imágenes Sentinel 1. En este proceso se distribuyeron cien puntos al azar (Chuvieco, 2008; SKhorran, et al., 2000). En la *Figura 2,* se muestran los puntos de verificación distribuidos en la zona de estudio.

Figura 2: Distribución de puntos de verificación en área de estudio



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la distribución aleatoria simple, fueron extraídos para aplicar la matriz de confusión en la que se comparó la clasificación de la imagen con la verdad de terreno. La exactitud global se calculó como el número de unidades clasificadas correctamente, sobre el número total de unidades consideradas. Se consigue sumando los elementos de la diagonal divididos por el total de observaciones para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$Exactitud\ Global = VP \div TOTAL\ DE\ MUESTRA$$

Donde:

VP = Cantidad de positivos que fueron clasificados correctamente por el modelo

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

De manera posterior se calculó el índice Kappa de COHEN. El estadístico Kappa (K), delimita el ajuste debido a la exactitud de la clasificación y se determinó a partir de esta ecuación:

$$\hat{\kappa} = \frac{n\sum_{i=1,n} X_{ii} - \sum_{i=i,n} X_{i+}X_{+i}}{n^2 - \sum_{i=i,n} X_{i+}X_{+i}}$$

n = Seria el tamaño de la muestra; Xjj = El acuerdo observado; (Xj, X+j) = El producto de los marginales; i = Aparece en la diagonal de la matriz.

Al obtener el índice (k), se estableció la concordancia de acuerdo al modelo propuesto por (Ladis & G.Koch, 1977) : Kappa (κ) Grado de acuerdo < 0,00 Sin acuerdo; 0,00-0,20 Insignificante; 0,21-0,40 Mediano; 0,41-0,60 Moderado; 0,61-0,80 Sustancial; 0,81-1,00 Casi perfecto. Para facilitar la interpretación de los resultados se aplicó el método de optimización de Jenks y se eliminó de la placa de agua las zonas inundadas con menos de 1.5 hectáreas. La integración del modelo se realizó en el software ArcMap. Así, los datos en formato raster se convirtieron en archivos vectoriales. Para ser explorados y analizados se ajustaron al sistema de coordenadas local: MAGNA_Cali_Valle_del_Cauca_2009.

3. Resultados y Discusión

En la sección de resultados, se identificó el área de inundación urbana proveniente de un proceso semiautomatizado de percepción remota mediante un método de clasificación supervisada (mapa de inundación a partir de imágenes SAR). Durante el proceso se acudió a registros históricos y trabajo de campo para validar la información resultante y facilitar el análisis. La aplicación del método se sustentó en la triangulación metodológica (Blanco & Pirela, 2016), que consistió en la complementariedad entre el área inundable, la revisión hemerográficas y los recorridos en campo. A continuación, se presentan los resultados de la identificación de zonas inundables a partir de imágenes (SAR) y de eventos históricos en Santiago de Cali, Colombia.

3.1. Clasificación espectral

Siguiendo el proceso semi-automatizado para la identificación de áreas inundadas mediante imágenes Sentinel (1), se adquirió la imagen 1 día después de la ocurrencia, lo cual favoreció la detección de inundación. El área que abarca la superficie inundable corresponde a 2082, 25 hectáreas afectando a 225 barrios. En Cali, además de siete ríos, circulan un sistema de canales construidos para la mitigación de inundaciones que paradójicamente se han desbordado en varias ocasiones (Jiménez, 2005). En la *Figura 3,* se muestra la inundación de noviembre de 2017 y la localización de canales y ríos.

3.2. Revisión Documental

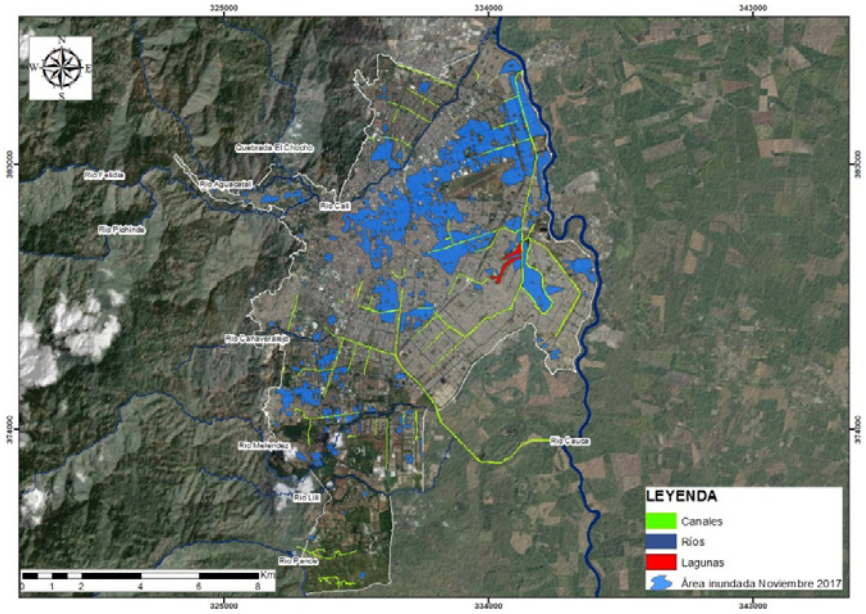
Mediante el análisis de historicidad de fenómenos hidrometereológicos, se estableció que durante el periodo 1986-2018 se produjeron 766 inundaciones en la ciudad de Cali ocasionando daños en 186 barrios. En la *Figura 4*, las comunas más afectadas corresponden a: Comuna 2, comuna 6 y comuna 10 respectivamente.

Los barrios con ocurrencias por estos eventos suman 186. En la *Figura 5*, los sectores que se inundaron entre 7 y 12 veces: El Guabal, Cristóbal Colón, El Ingenio, Antonio Nariño, Comuneros I, Alfonso Bonilla Aragón, Petecuy III, Ciudadela Floralia, Los Guaduales y Brisas de los Alamos.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

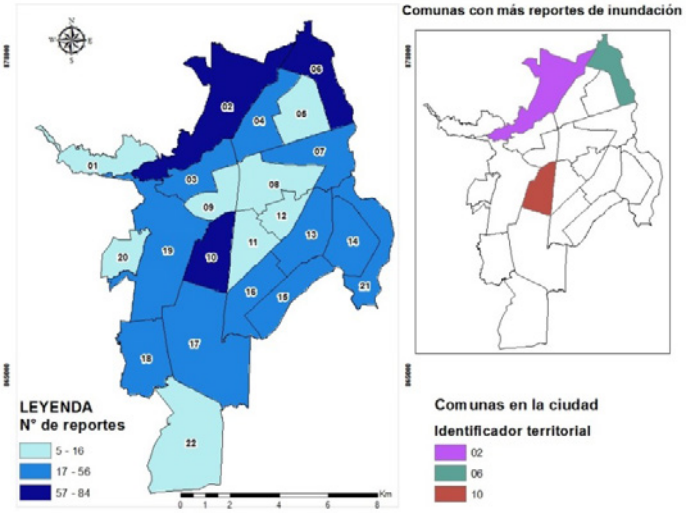
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9641

Figura 3. Mapa de evento de inundación noviembre de 2017



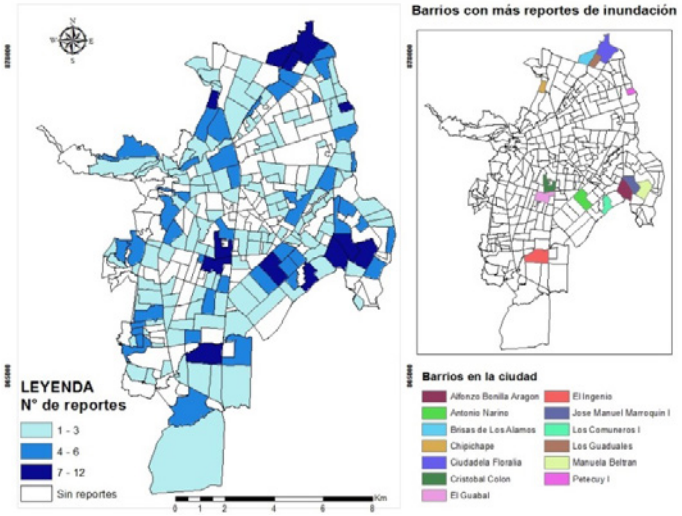
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Reportes de inundación en comunas en el periodo 1986-2018



Fuente: Elaboración propia con base en reportes de DESINVENTAR, 2018

Figura 5. Reportes históricos de inundación por barrios



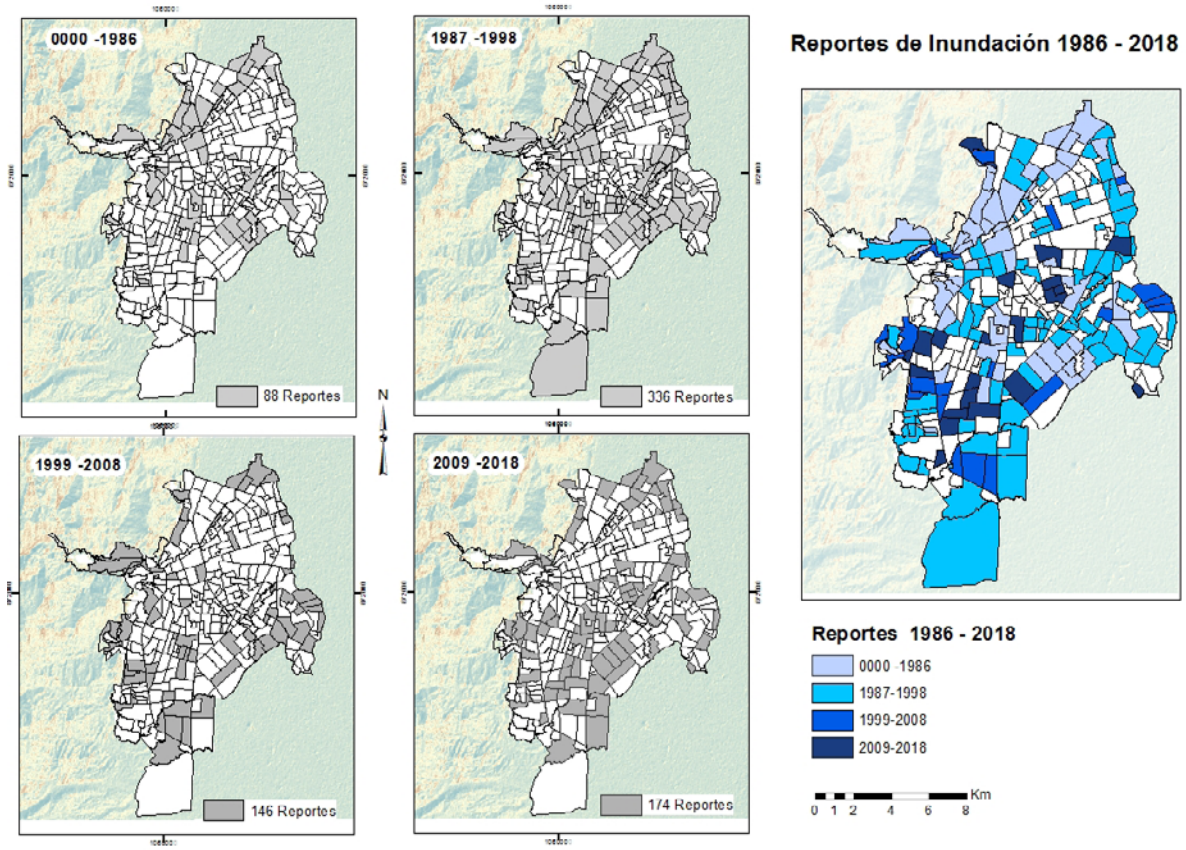
Fuente: Elaboración propia con base en reportes de DESINVENTAR, 2018

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

A partir de la información general proveniente de los datos históricos se determinó el comportamiento espacial en cuatro periodos de tiempo: 0000-1986, 1987-1998, 1999-2008 y 2009-2018 (Ver *Figura 6*)

- Primera etapa 1986: En este primer momento el análisis correspondió a un año y se reportaron 88 ocurrencias en 17 comunas de la ciudad.
- Segunda etapa 1987-1998: Se reportaron 336 ocurrencias en 21 comunas de la ciudad.
- Tercera etapa 1999-2008: Se reportaron 146 ocurrencias en 19 comunas de la ciudad.
- Cuarta etapa 2009-2018: Se reportaron 174 ocurrencias en 20 comunas de la ciudad.

Figura 6: Etapas de inundación histórica 1986-2018



Fuente: Elaboración propia con base en reportes de DESINVENTAR, 2018; República de Colombia-UNGRD, 2018.

Acorde con esto, se exploraron fuentes hemerográficas que sustentaron aún más los resultados obtenidos. En la *Figura 7*, imágenes de inundaciones ocurridas en la ciudad. La primera, al Oriente en el barrio Puerto Nuevo, el día 13 de mayo de 2017 (comuna 7). La segunda, al Nor-Oriente de la ciudad el 15 de noviembre de 2017 en el barrio Petecuy (comuna 6).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 7. Inundaciones en los barrios Puerto Nuevo y Petecuy

Fuente: EL TIEMPO, 2017

3.3. Trabajo de campo

La verificación previa de un área inundable y el registro histórico de inundación permitió trazar una ruta de campo para recurrir a fuentes de información primaria que sustentaran la cartografía obtenida. En la *Figura 8,* el registro fotográfico de una inundación camino a Puerto Mallarino (antiguo puerto ubicado al Oriente de la ciudad) ocasionada en 1935 por el desbordamiento del río Cauca.

Figura 8. Inundación por el desbordamiento del río Cauca

Fuente: Municipio de Santiago de Cali-Biblioteca Departamental, 2019

A partir de los recorridos y el análisis documental, se pudo establecer que la afectación es mayor en la zona Oriental donde convergen los canales principales (interceptor Sur y Oriental) y el río Cauca. Esto se infiere de relatos suministrados por habitantes en relación con los daños a viviendas y a la altura del agua en el momento de la inundación. En la *Figura 10*, el mapa en azul corresponde con el área de inundación obtenida mediante teledetección y el mapa en rojo a los reportes históricos de inundación en la comuna 6, al Oriente. En esta misma figura se puede apreciar la altura de inundación en el momento de la ocurrencia señalada por personas de la comunidad.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

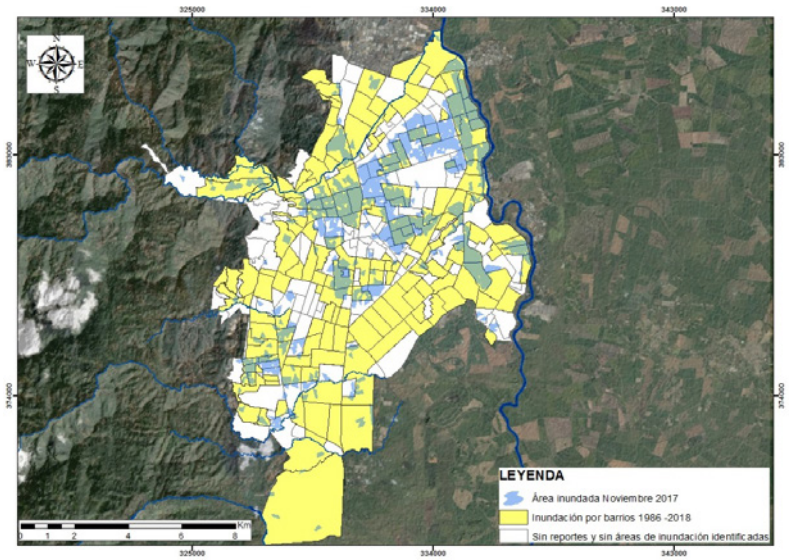
Figura 10. Mapas de peligro y reportes históricos de inundación en la comuna 6

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo, 2018

3.4. Comparación de la cartografía obtenida a partir de los registros documentales históricos y la resultante de imágenes SAR

Las derivaciones adquiridas de historicidad en comunas y barrios 1986-2018, facilitaron la complementariedad y validación de los resultados de la clasificación espectral (Fielding & Schreier, 2001). En la *Figura 11*, se muestra el mapa integrado de registros históricos 1986-2018 y el evento de inundación a partir de imágenes SAR, con delimitación por comunas y barrios, donde el tono amarillo equivale a la historicidad realizada a partir de reportes y el tono azul delimita el área de inundación a partir de clasificación espectral.

Figura 11: Superposición de zona inundable y reportes históricos en área urbana



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes SAR pre y post evento y registro histórico 1986-2018

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tal como lo plantean Fielding y Schreier (2001), la triangulación puede darse bajo la compresión metódica, al considerar un mismo objeto de estudio. En consecuencia, al comparar los registros históricos con la zona inundable, se obtuvo la exactitud global. En la *Tabla 2,* la exactitud es de 89 por ciento. Esto resultó de utilizar reportes históricos de inundación para validar un área inundable adquirida a partir del procesamiento de imágenes de satélite Sentinel 1. Acorde con esto, el resultado del índice de Kappa (K) es de 0.76 siendo un grado de concordancia sustancial (Ladis & Koch, 1977)

Tabla 2: Matriz de confusión para imagen clasificada

		Valores Terreno				Exactitud global
		2	3	Total		
Clasificación	1	62	0	1	63	
	2	0	5	0	5	
	3	10	0	22	32	
	Total	72	5	23	100	
						89%

1= Áreas inundadas, 2=Agua permanente, 3=Áreas no inundadas. Fuente: Elaboración propia

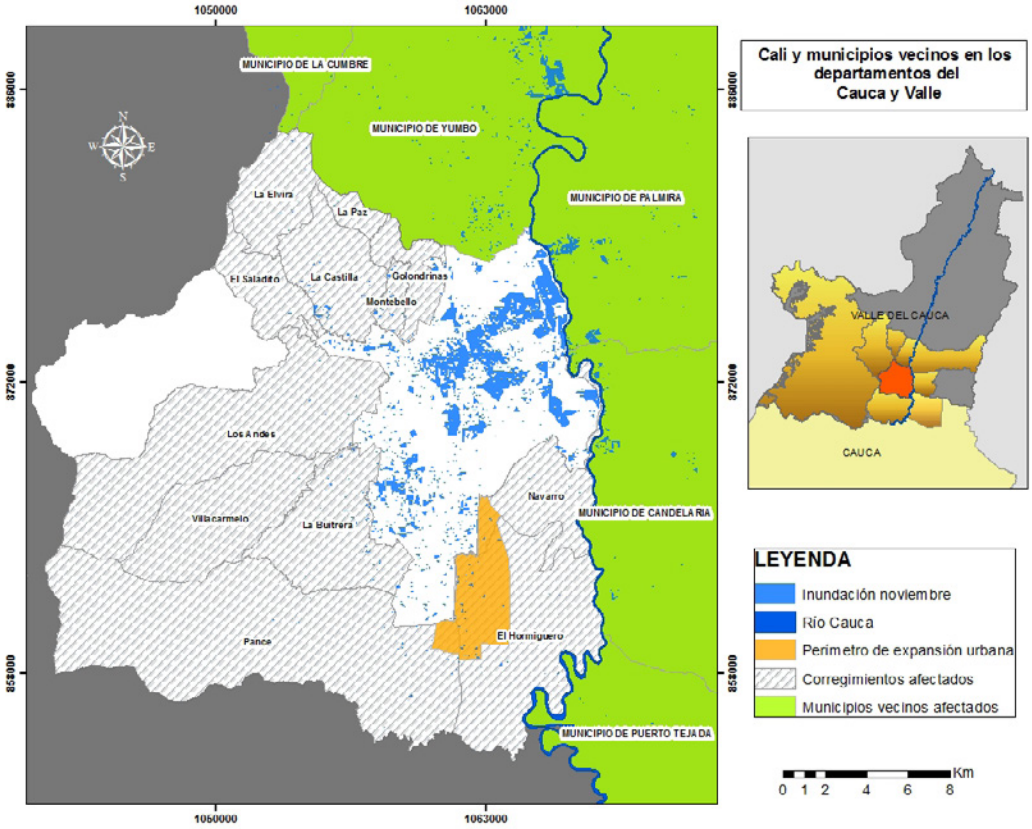
Asimismo, se verificó con la superposición de las capas de historicidad (reportes por barrios) y de inundación determinadas a partir de imágenes SAR, que la zona inundable coincide en la mayoría de casos con los reportes de inundación hechos durante el periodo de estudio, con afectación mayor en el sector Oriental (al margen izquierdo del río Cauca en el sector Oriental, los humedales el Pondaje y Charco Azul y el canal Oriental) y al Occidente al margen derecho e izquierdo del río Cali. Después de hacer un recuento de datos referentes a la presencia del fenómeno a escala urbana es relevante reconocer el comportamiento espacial de la inundación en un plano municipal y regional teniendo como punto de partida el peligro de inundación determinado a partir de noviembre de 2017.

3.5. Afectación a municipios y corregimientos vecinos

En la *Figura 12*, se realizó una superposición de capas de la zona inundable, zona de expansión urbana, corregimientos y municipios vecinos. De ahí que, resultan cuatro municipios afectados, tres en el departamento del Valle (La Cumbre, Yumbo, Palmira, Candelaria) y uno en el departamento del Cauca (Puerto Tejada). En cuanto a los corregimientos, todos presentan desbordamientos exceptuando Felidia, la Leonera y Pichindé (en este caso, los registros históricos para corregimientos solo refieren a Navarro, Hormiguero, Pance y Montebello). En el perímetro de expansión urbana se muestra pequeñas manchas de agua asociadas a la ocurrencia de noviembre de 2017.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 12: Afectación a municipios y corregimientos vecinos



Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación de imágenes SAR.

4. Discusión

Como se indicó en resultados, el área inundable obtenida mediante el procesamiento de imágenes Sentinel fue muy importante en términos de su cobertura (2082,25 hectáreas) y las implicaciones potenciales a la población que habita en las zonas que sufrieron el evento (225 barrios). Si bien es cierto que el método empleado en este trabajo no es novedoso, la relevancia de estos hallazgos radica en la utilidad que tienen para la gestión del riesgo a inundación en zonas como la ciudad de Cali, ubicadas en la confluencia de ríos, y donde las condiciones geográficas y climáticas no permiten el análisis con imágenes espectrales convencionales. Las imágenes de radar permiten el mapeo de áreas inundables en zonas cuyas condiciones climáticas impiden el paso de la luz solar a la superficie terrestre (Liao & Wen, 2020). El manejo de inundaciones en zonas urbanas tiene mucha importancia para la gestión de riesgo y la planeación urbana, pero los procedimientos para identificar áreas inundables a menudo se sustentan en la simulación de lluvia en tormentas de diseño, cálculo de gastos y modelación de planicies inundables (Yu et al., 2018) a daily simulation time step and a continuous time marching limit the application of the SWAT model for detailed, event-based flood simulation. In addition, SWAT uses a basin level parameter that is fixed for the whole catchment to parameterize the unit hydrograph (UH.

Dichos métodos generan una hipótesis cartográfica usualmente precisa, pero requieren de complejas mediciones en el terreno, y los resultados se vuelven obsoletos ante cualquier cambio de la infraestructura urbana (construcción de nuevas alcantarillas, camellones, muros, banquetas, etc.)

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

que modifique las condiciones originales de flujo (Du et al., 2019). En ese sentido, el análisis de imágenes SAR para la detección de áreas inundables también ha probado ser una herramienta apropiada para la identificación de sitios afectados por fenómenos de esta naturaleza. (Pluto-Kossakowska et al., 2017; Anusha & Bharathi, 2019). La utilidad del método radica en que el área inundable no se modela, sino que es cartografiada mediante el procesamiento de la información proporcionada por el sensor, llegando incluso a estimaciones de la profundidad del área inundada (Cian et al., 2018)great losses are usually registered in terms of both impacts on people (i.e., fatalities and injuries. La información generada permite la gestión del riesgo urbano, al identificar las zonas que son más vulnerables, o donde la columna de agua alcanza mayor profundidad (Liao & Wen, 2020).

Sin embargo, uno de los retos asociados a esta forma de mapeo de áreas inundables, radica en la necesidad de integrar procedimientos que permitan robustecer los resultados, en particular por la existencia de fuentes de interferencia que enmascaran la respuesta del radar, como edificios, árboles, e infraestructura (Mason et al., 2018). Al igual que la modelación directa con métodos semi-automatizados de hidrología de superficie, la extracción de información a partir de imágenes SAR aún debe perfeccionarse; por lo que la integración de fuentes complementarias de información, para triangular y validar inundaciones es un recurso válido, sobre todo en abordajes como el de este trabajo, cuando se busca identificar áreas inundables en imágenes y eventos históricos (Macchione et al., 2019)2019. La literatura reporta ejercicios parecidos a este trabajo, en otras latitudes del mundo. Se han identificado y cartografiado áreas inundables mediante imágenes de radar en sitios tan distintos como Crotone (Italia), Houston (USA), y Utar Pradesh (India) (Anusha & Bharathi, 2019; Li et al., 2019; Macchione et al., 2019)2019; mostrando que el método es una alternativa válida para el mapeo de estos eventos.

En el caso concreto de la Ciudad de Cali, nuestros resultados constituyen un insumo adicional al mostrado por estudios previos para la gestión del riesgo urbano. Como se ha referido en secciones anteriores de este documento, el tema es de suma importancia para la Alcaldía de Cali y otros actores locales, quienes han generado elementos para la prevención y manejo de inundaciones urbanas (Alcaldía de Cali, 2010, 2011, 2018; Corporación OSSO y Royal HaskoningDHV, 2013). Dichos estudios aportan datos valiosos acerca de flujos, gastos, capacidades, posibles zonas de afectación por inundación; pero ninguno mapea el área inundable a una escala de ciudad, ni valida con datos históricos y reconocimiento *in situ*, como si se hizo en el presente trabajo.

La validación sugiere que nuestro mapa corresponde en un 89 % a la inundación observada en campo, lo cual es aceptable bajo los estándares de fiabilidad requeridos en la generación de cartografías temáticas (Acharya et al., 2018)the threshold is a fixed value, but can be challenging in the case of environmental noise, such as shadow, forest, built-up areas, snow, and clouds. One such challenging scene can be found in Nepal where no such evaluation has been done. Taking that in consideration, this study evaluates the performance of the most widely used water indices: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI. Aquí es importante notar que la comparación se hizo contra sitios efectivamente inundados (concordancia con inundabilidad que indica áreas mediante imágenes Sentinel 1), y no contra la totalidad del polígono correspondiente a barrios y comunas inundadas. Esto fue así, pues la inundación histórica suele reportarse a escala de toda la unidad administrativa, aunque la zona inundada solo represente una fracción de esta.

Esta previsión evitó que el valor de fiabilidad global se sesgara por una sobreestimación del área inundada históricamente, otorgando mayor confiabilidad a los hallazgos. Por otro lado, aunque

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

el traslape de mapas reveló que las comunas y barrios inundadas históricamente corresponden en general con las áreas que nuestro trabajo reporta, los contornos de la zona inundada no corresponden en un cien por ciento con el límite de estos polígonos administrativos. Entendemos esta discrepancia entre ambas cartografías como una evidencia más de la complementariedad que aportan nuestros datos, pues reflejan la severidad y alcance espacial de la inundación al interior de dichas comunas y barrios. Puesto que la confiabilidad de nuestro mapa es alta, la discrepancia permite inferir que porcentaje de la comuna o del barrio se inundó, o incluso puede utilizarse para estimar la profundidad que alcanzó el agua cuando el evento se presentó.

Lo anterior revela que la triangulación metodológica, o el uso de varios métodos para incrementar la confianza en los resultados, es un recurso válido para el análisis de eventos históricos de inundación. Macchione et al. (2019) por ejemplo, tuvieron un enfoque parecido al nuestro para identificar áreas inundables, incorporando además levantamiento de información mediante encuestas y entrevistas. Al igual que en nuestro caso, sus hallazgos mediante teledetección adquirieron mayor confiabilidad al cruzarse y relacionarse con otras fuentes de datos. Este enfoque también es totalmente coherente con lo planteado por Fielding y Schreier (2001), quienes indican que la triangulación de métodos otorga mayor confiabilidad a los hallazgos. Comparar los registros históricos de inundación con el resultado de técnicas de percepción remota, permite una validación adecuada de la cartografía, trascendiendo de una hipótesis cartográfica, a una cartografía confiable del evento que se ha estudiado. Dicho evento no obedece solamente a causas físicas. Como todo riesgo, es un fenómeno socialmente construido con prácticas inadecuadas de apropiación del espacio, en un contexto geográfico y climático no acorde con estas prácticas.

Las inundaciones pluviales y fluviales en la zona de estudio están relacionadas con la expansión física que ha experimentado la ciudad (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014), pues entre 1986 y 2016 incrementó su área construida en 23%, con una densidad de población muy alta (22 849, 6 habitantes por kilómetro cuadrado). Este crecimiento, fue mayor durante el periodo 1986-1998 y se dio gracias a políticas urbanas de promoción de vivienda (Sevillano-Rodríguez & Bravo-Peña, 2018) que a menudo no consideraron el riesgo que se estaba generando. Por ejemplo, parte importante de la ampliación urbana se promovió sobre zonas inadecuadas, en particular la llanura aluvial del río Cauca. Los registros históricos indican que este río se ha desbordado en numerosas ocasiones (1950, 1960, 1966, 1971, 1974, 1975, 1984 y 1999) gracias al aporte de sus afluentes, ocasionando daños a viviendas e infraestructura urbana debido a la configuración topográfica del relieve, incluso en zonas muy alejadas del cauce (Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, 2014).

Precisamente por esta configuración topográfica, y por la ausencia de una estrategia ordenada de ocupación territorial y de habilitación de infraestructura en el polígono urbano, se vuelve muy difícil la identificación de superficies inundables con técnicas distintas a la teledetección. Si bien existen métodos de hidrología de superficie que permiten la modelación de áreas inundables en plataforma de sistemas de información geográfica, la ciudad tiene una complejidad espacial que vuelve prácticamente imposible la construcción de un modelo de áreas inundables confiable a la escala y cobertura en la que se generó la cartografía obtenida en este trabajo. Por el contrario, la teledetección no precisa de complejos cálculos del flujo y gasto en el drenaje pluvial de la ciudad, que se compone de infraestructura construida para ello, pero también de obras y encauzamientos irregulares que drenan los escurrimientos en eventos de gran escorrentía. Partiendo de esa limitante, en este trabajo se optó por procesar las imágenes SAR, y el resultado obtenido se superpuso a los mapas de inundación histórica. Como se observó en la sección de resultados, la mancha de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

agua coincide en la mayoría de casos con los reportes de inundación hechos durante el periodo de estudio, con afectación mayor en el sector oriental (Al margen izquierdo del río Cauca en el sector oriental, los humedales el Pondaje y Charco Azul y el canal Oriental) y al Occidente al margen derecho e izquierdo del río Cali.

Estas secciones de la ciudad crecieron sobre antiguos meandros y cauces inactivos, que se activan al aumentar las precipitaciones (República de Colombia - INGEOMINAS-DAGMA, 2005). En algunos casos se han modificado con obras de ingeniería que intentan facilitar o regular el tránsito de superficie (Jiménez, 2005), pero su capacidad de transporte es superada por la lluvia, y suelen desbordarse antes de terminar el vertimiento de sus aguas en el punto de encuentro sobre el río Cauca. A esto se suma la insuficiencia de la estructura de alcantarillado y las instalaciones domiciliarias que de manera improvisada (ilegal) desembocan en los canales sin ningún tratamiento previo. Así, Cali se ha convertido en una ciudad entre ríos y canales, a pesar de que el gobierno municipal ha intentado resolver las emergencias presentadas con obras de infraestructura post desastre, que aparecen y reaparecen en la medida que las estrategias sociales de ocupación del territorio, son más fuertes que la ordenación y la regulación urbana.

Todo esto hace suponer que el fenómeno de inundación continuará. Nuevas modificaciones en la zona urbana, bajo un modelo caótico de ampliación de la ciudad y de habilitación de infraestructura de drenaje pluvial, sugieren la prevalencia del riesgo en los años futuros. Frente a este riesgo será necesario el diseño de respuestas orientadas a la protección de vidas humanas e infraestructura, siendo el mapeo de áreas inundables una fase fundamental en la implementación de estrategias de contención, entre las que deberá considerarse el ordenamiento territorial de la ciudad y sus áreas de influencia. Puesto que la modelación hidrológica parece muy difícil por el momento, será necesario continuar con un abordaje como el propuesto por este estudio, que integre alternativas de mapeo sustentadas en teledetección, pero también enfoques complementarios de levantamientos de datos y validación. El procesamiento de imágenes SAR, el registro pormenorizado de eventos a escala de comuna y barrio, y el cruce de información proveniente de diversas fuentes, puede fortalecer la construcción de un insumo básico para generar políticas de respuesta.

5. Conclusiones

En este trabajo se obtuvo el área inundable en la Ciudad de Cali Colombia, bajo un abordaje que integra metodologías y datos de distintas fuentes. El área inundable obtenida mediante el procesamiento de imágenes SAR fue muy importante en términos de su cobertura (2082, 25 hectáreas), con grandes implicaciones potenciales a la población que habita en las zonas que sufrieron el evento (225 barrios). La relevancia de estos hallazgos radica en la utilidad que tienen para la gestión del riesgo a inundación en zonas como la ciudad de Cali, donde las condiciones del medio físico no permiten el análisis con imágenes espectrales convencionales. El análisis de imágenes SAR para la detección de áreas inundables, complementado con la consulta de información histórica y documental, probó ser una herramienta apropiada para la identificación de sitios afectados y afectables por el fenómeno de inundación.

Como pudo documentarse, las inundaciones pluviales y fluviales en la zona de estudio están relacionadas con la expansión física desordenada que ha experimentado la ciudad, en un contexto geográfico caracterizado por su gran complejidad topográfica e hidrológica. Precisamente por esta configuración topográfica, y por la ausencia de una estrategia ordenada de ocupación terri-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

torial y de habilitación de infraestructura en el polígono urbano, se vuelve muy difícil la identificación de superficies inundables con técnicas distintas a la teledetección. Esto hace necesario y pertinente un enfoque como el abordado por este trabajo, que integra alternativas de mapeo sustentadas en teledetección, pero también enfoques complementarios de levantamientos de datos y validación. Ello permite la construcción de un insumo básico para generar políticas de respuesta: el mapa de inundación y de zonas afectables.

Cali se ha convertido en una ciudad entre ríos y canales. Adolece de una estrategia ordenada de ampliación urbana, y esto amplifica la peligrosidad de un evento como la inundación. Frente a esto será necesario el diseño de respuestas orientadas a la protección de vidas humanas e infraestructura, entre estas, además del mapeo de zonas inundables, deberá considerarse el ordenamiento territorial de la ciudad y sus áreas de influencia. Solamente así podrá revertirse una tendencia de ampliación espacial de la mancha urbana, que ha generado condiciones de riesgo para sus habitantes. Así que, el siguiente paso deberá ser zonificar el área inundable para estimar distintas condiciones de peligro que permitan abordar estrategias de mitigación y ordenamiento territorial.

6. Agradecimientos

El presente documento hace parte de los avances parciales de investigación para obtener el grado de Doctora en Estudios Urbanos por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Se agradece al CONACYT por la beca brindada a la doctorante, al grupo de líderes que nos acompañaron en los recorridos de campo y demás apoyos de investigación.

7. Bibliografía

- Acharya, T. D., Subedi, A., & Lee, D. H. (2018). Evaluation of water indices for surface water extraction in a landsat 8 scene of Nepal. *Sensors*, 18 (8), 2580. doi: 10.3390/s18082580.
- Alcaldía Municipal de Santiago de Cali. (2014). *Plan de ordenamiento territorial del municipio de Santiago de Cali*. Santiago de Cali, Colombia: Departamento Administrativo de planeación.
- Alcaldía Municipal de Santiago de Cali. (2010). *Balance hídrico de las aguas subterráneas.* Santiago de Cali, Colombia: DAGMA.
- Alcaldía Municipal de Santiago de Cali. (2011). *Estudio hidrológico e hidráulico rio Aguacatal a su paso por el área urbana de Santiago de Cali*. Santiago de Cali, Colombia: DAGMA.
- Alcaldía Municipal de Santiago de Cali. (2018). *Inventario de humedales zona urbana*. Santiago de Cali, Colombia: DAGMA.
- Anusha, N., & Bharathi, B. (2019). Flood detection and flood mapping using multi-temporal synthetic aperture radar and optical data. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 191, 760 (2019). doi: 10.1016/j.ejrs.2019.01.001.
- Banco Mundial & GFDRR. (Eds). (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Recuperado de/http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/gestiondelriesgoweb.pdf.
- Belmonte, L., & Caamaño, S. (2009). *Una aplicación basada en imágenes SAR para el monitoreo y prevención de las inundaciones en Argentina* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Benito, G. (2007). Riesgo de inundaciones: Tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el Cambio Climático. *Cuaternario y Geomorfología*, 20 (3-4), 29-44. Recuperado de/ https://recyt.fecyt.es/index.php/CUGEO/article/view/16988/10403.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Bescos-Atín, A., & Camarasa-Belmonte, A. M. (2000). Elaboración de cartografía de zonas inundables. Aplicación al llano de inundación del río Arga (Navarra). *Serie Geográfica*, 2000 (9), 219-236. Recuperado de/https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/1088.
- Blanco, N., & Pirela, J. (2016). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Espacios Públicos*, 19 (45), 97-111. Recuperado de/ https://www.redalyc.org/jatsRepo/676/67646966005/html/index.html.
- Burnett, C., & Blaschke, T. (2003). A multi-scale segmentation/object relationship modelling. *Ecological Modelling*, 168 (3), 233-249. doi:10.1016/S0304-3800(03)00139-X.
- Cartaya, S., & Mantuano-Duarte, R. (2016). Identificación de zonas en riesgo de inundación mediante la simulación hidráhulica en un segmento del río Pescadillo, Manabí, Ecuador. *Revista de investigación*, 4 (89), 158-170. Recuperado de/ http://www.redalyc.org/pdf/3761/376156280009.pdf.
- CEPAL & BID. (Eds). (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia 2010-2011*. Recuperado de/ https://www.cepal.org/es/publicaciones/37958-valoracion-danos-perdidas-ola-invernal-colombia-2010-2011.
- Céspedes, J. E., & Pérez, J. N. (2008). LIDAR, una tecnología de última generación, para planeación y desarrollo urbano. *Ingeniería*, 13 (1), 67-76. Recuperado de/ https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/2090/2750.
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección ambiental, 3 edición Actualizada*. Barcelona, España: Ariel, S. A.
- Cian, F., Marconcini, M., Ceccato, P., & Giupponi, C. (2018). Flood depth estimation by means of high-resolution SAR images and lidar data. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18 (11), 1-25. doi: 10.5194/nhess-18-3063-2018.
- Corporación OSSO y Royal HaskoningDHV. (2013). Diagnóstico y recomendaciones para el jarillón de Aguablanca en el municipio de Cali.
- Degioanni-Sasia, A., Cisneros, J. M., Cantero-Gutiérrez, A., & Camarasa-Belmonte, A. (2002). Las inundaciones en la Provincia de Córdoba (Argentina) y las tecnologías de información geográfica: Ejemplos de Aplicación. *Serie Geográfica*, 2001-2002 (10), 143-163. Recuperado de/ https://www.researchgate.net/publication/285068321_Las_inundaciones_en_la_Provincia_de_Cordoba_Argentina_y_las_tecnologias_de_informacion_geografica_Ejemplos_de_Aplicacion.
- Delgado, J. F., & Quintero, O. Y. (2013). Aplicación de la teledetección y los sistemas de información geográfica en la interpretación de zonas inundables. Caso de estudio: Río Soapaga, Sector Paz de río Boyacá. *Universidad Militar Nueva Granada - Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23 (2), 55-76. doi: 10.18359/rcin.223.
- DESINVENTAR. (2018). Inventario histórico de eventos de inundación. En *DESINVENTAR*. Recuperado de/ https://online.desinventar.org/desinventar/#COL-1250694506-colombia_inventario_historico_de_desastres.
- Donezar-Hoyos, U., Larrañaga-Urien, A., Tamés-Noriega, A., Sánchez-Gil, C., Albizua-Huarte, L., Ciriza-Labiano, R., & Barrio-Arellano, F. d. (2017). Aplicación de imágenes sentinel-1 y sentinel-2 en la detección y delineación de información de crisis de desastres naturales en el marco de los servicios Copernicus EMS. *Revista de Teledetección* (50), 49-57. Recuperado de/ https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6230376.
- Du, J., Cheng, L., Zhang, Q., Yang, Y., & Xu, W. (2019). Different flooding behaviors due to varied urbanization levels within river Basin: A case study from the Xiang river Basin, China. *International Journal of Disaster Risk Science*, 10 (1), 89-102. doi:10.1007/s13753-018-0195-4.
- Edrosa, R. M. (2011). *Aplicación de la teledetección para el monitoreo de eventos hídricos superficiales mediante imágenes SkyMed* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Córdoba: Córdoba.
- [Fotografía de EL TIEMPO]. (Barrio Puerto Nuevo, 2017). Archivos fotográficos del periódico El TIEMPO, Santiago de Cali, Colombia.
- [Fotografía de EL TIEMPO]. (Barrio Petecuy, 2017). Archivos fotográficos del periódico El TIEMPO, Santiago de Cali, Colombia.
- [Fotografía de Biblioteca Departamental]. (Camino Puerto Mallarino, 1935). Archivos fotográficos de Biblioteca Departamental código 0100005, Santiago de Cali, Colombia.
- Fielding, N., & Schreier, M. (2001). Introduction: On the compatibility between qualitative and quantitative research methods. *FORUM: Qualitative social research sozialforschung*, 2 (1), Art. 4. doi: 10.17169/fqs-2.1.965.
- Gobierno de España-Ministerio de Medio Ambiente & Medio Rural Marino. (2011). *Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables*. Recuperado de/http://www.gisandbeers.com/RRSS/Publicaciones/Guia-cartografia-de-zonas-inundables.pdf.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Jiménez, N. (2005). *Elementos históricos y urbanos en la generación de desastres por inundaciones y deslizamientos en Cali 1950 - 2000* (Tesis de pregrado). Universidad del Valle: Santiago de Cali.
- Ladis, J. R., & G.Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 (1), 159-174. Recuperado de/ http://www.jstor.org/stable/2529310.
- Lavell, A. (1996). Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. En M. Fernández (Coord), *Ciudades en riesgo: Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres* (pp. 1-140). LA RED.
- Li, Y., Martinis, S., & Wieland, M. (2019). Urban flood mapping with an active self-learning convolutional neural network based on TerraSAR-X intensity and interferometric coherence. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 152, 178–191. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2019.04.014.
- Liao, H.-Y., & Wen, T.-H. (2020). Extracting urban water bodies from high-resolution radar images: Measuring the urban surface morphology to control for radar's double-bounce effect. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 85, 102003, 1-13. doi: 10.1016/j.jag.2019.102003.
- Lorenzo, P. F., & Hernández, N. D. (2018). Mapeo de áreas inundadas utilizando imágenes de radar TanDEM-X en Acapulco de Juárez, Guerrero-México. *Terra Digitalis*, 2 (1), 1-7. Recuperado de/ http://terradigitalis.igg.unam.mx/html/ojs3/index.php/terra_digitalis/article/view/36/85.
- Macchione, F., Costabile, P., Costanzo, C., & De Lorenzo, G. (2019). Extracting quantitative data from non-conventional information for the hydraulic reconstruction of past urban flood events. A case study. *Journal of Hydrology*, 576, 443-465. doi: 10.1016/j.jhydrol.2019.06.031.
- Mason, D. C., Dance, S. L., Vetra-Carvalho, S., & Cloke, H. L. (2018). Robust algorithm for detecting floodwater in urban areas using synthetic aperture radar images. *Journal of Applied Remote Sensing*, 12(4), 045011, 1-21. doi: 10.1117/1.JRS.12.045011.
- Materón, H., García, J. L., Arango, D., & Parra, D. (2006). Modelación hidrológica e hidráulica aplicada a estudios de inundabilidad en cauces naturales caso de estudio: Urbanización río Nima. *Ingeniería de recursos naturales y del ambiente*, (5), 27-38. Recuperado de/ https://www.redalyc.org/pdf/2311/231117589003.pdf.
- Morales, A. P. (2012). Estado actual de la cartografía de los riesgos de inundación y su aplicación en la ordenación del territorio. Caso de la región Murcia. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,* (58), 57-84. doi: 10.21138/bage.2059.
- NASA. (2018). Imágenes sentinel 1. En *Geoportal NASA-EARTHDATA*. Recuperado de/ https://www.asf.alaska.edu/.
- Perles-Roselló, M. J., Gallejos-Reina, A., & Cantero-Prados, F. (2006). Análisis del ajuste del área inundable obtenida mediante evaluación integrada de peligrosidad de inundación y peligros asociados. *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, (28), 527-545. doi: 10.24310/BAETICA.2006.v1i28.272.
- Perles-Roselló, M. J., Olcina-Cantos, J., & Mérida- Rodríguez, 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*, 4 (197), 417-438. Recuperado de/ https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6685391.
- Pluto-Kossakowska, J., Łoś, H., Osińska-Skotak, K., & Beata, W. (2017). "The concept of SAR satellite data use for flood risk monitoring in Poland". En 2017 Signal Processing Symposium (SPSympo). Conferencia llevada a cabo en Jachranka, Poland.
- República de Colombia - DANE. (2018). *Censo general de población 2019*. En Departamento Nacional de Estadística (DANE). Recuperado de/http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/MICRODATOS/about_collection/2/3.
- República de Colombia - INGEOMINAS-DAGMA. (2005). *Estudio de microzonificación sísmica de Santiago de Cali*. En Repositorio gestión del riesgo. Recuperado de/https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/19833.
- República de Colombia-IDEAM. (2017). *Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación*. En Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Recuperado de/http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023774/GUIA_METODOLOGICA_MAPAS_INUNDACION_MARZO_2018.pdf.
- República de Colombia-UNGRD. (2018). *Reportes de inundación por municipios 2013-2018*. En Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres (UNGRD). Recuperado de/ http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/.
- Rodríguez-Gaviria, E. M. (2016). *Diseño metodológico para la evaluación de riesgo por inundación con información escasa* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Sevillano-Rodríguez, M. E., & Bravo-Peña, L. C. (2018). Análisis multitemporal de la expansión física en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. *DECUMANOS*, 3 (3), 28-43. Recuperado de/https://www.researchgate.net/publication/328544778_Analisis_multitemporal_de_la_expansion_fisica_en_la_ciudad_de_Santiago_de_Cali_Colombia.
- SKhorran, S., Knight, J., Cakir, H., Yuan, H., Mao, Z., & Dai, X. (2000). "Improving estimates of the accuracy of thematic maps when using aerial photos as the ground reference source", proceedings dings of the ASPRS Symposium". En Actas de Simposio de Geociencias y Teledetección. Conferencia llevada a cabo en Washington, Estados Unidos. Recuperado de/ https://www.researchgate.net/publication/228831155_Improving_estimates_of_the_accuracy_of_thematic_maps_when_using_aerial_photos_as_the_ground_reference_source.
- UNISDR, AECID, Corporación OSSO. (Eds). (2015). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe 1990 -2013: Tendencias estadísticas para 22 países*. Recuperado de/ http://osso.org.co/docu/proyectos/corpo/2016/informe_desastres_2016/impactodesastresamericalatinacaribe.pdf.
- Yu, D., Xie, P., Dong, X., Hu, X., Liu, J., Li, Y., Peng, T., Ma, H., Wang, K., & Xu, S. (2018). Improvement of the SWAT model for event-based flood simulation on a sub-daily timescale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(9), 5001-5019. doi:10.5194/hess-22-5001-2018.
- Zozaya, A., & Pino, P. D. (2020). Design of an antenna array for a LFM-CW synthetic aperture radar prototype. *DYNA, 87(212)*, 96-101. Recuperado de/ https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/79862/74004

Sobre los autores

María Eugenia Sevillano Rodríguez
Master en Planificación y Desarrollo Urbano por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez México; Especialista en Gerencia Ambiental por la Escuela Superior de Administración Pública, Colombia; Geógrafa por la Universidad del Cauca, Colombia. Actualmente es candidata a doctora en el programa de Estudios Urbanos de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Luis Carlos Bravo Peña.
Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Secretario del capítulo México de la Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (SELPER A.C.). Con publicaciones en el tema, artículos y capítulos de libro, y coordinador de distintas obras sobre análisis geoespacial.

Luis Carlos Alatorre Cejudo
Doctor en Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Presidente de SELPER-México. Profesor Investigador de Tiempo Completo Titula C SNI Nivel 1. Líder del Cuerpo Académico UACJ-CA-094. Miembro del Registro CONACYT de Evaluadores Acreditados (RCEA), en el Área 1

Elkin de Jesús Salcedo Hurtado
Doctor en Física y Matemáticas de la Universidad de Estatal de Moscú (Rusia), Magíster en Gestión en la Industria de los Hidrocarburos de la Universidad Viña del Mar (Chile), Especialista en Estadística de la Universidad del Valle (Colombia), Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad Tecnológica del Chocó (Colombia). Laboró en el Servicio Geológico Colombiano (SGC) como Coordinador de Programa de Investigación. Profesor Titular del Departamento de Geografía de la Universidad del Valle y Director del Observatorio Sismológico y Geofísico del Suroccidente. Docente del Doctorado en Ciencias Ambientales, de la Maestría en Gestión Integral de los Recursos Hídricos, y Coordinador de la línea de Gestión del Riesgo de la Maestría en Desarrollo Sustentable de la misma institución.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9810

Modelo de localización óptima de balnearios mediante análisis espacial en la provincia de Buenos Aires. República Argentina

Lucía Manuela Laffeuillade[1] | Federico Gastón Barragán[2] |
Alejandra Mabel Geraldi[3] | Johanna Arias[4]

Recibido: 09/07/2019 | Aceptado: 09/01/2020

Resumen

El Ordenamiento Territorial (OT) es un proceso que tiene como objetivo organizar, planificar y gestionar el uso y ocupación del territorio en función de sus características culturales, biofísicas, sociales, económicas y políticas. Se presenta como método planificado para la prevención de los problemas generados por desequilibrios territoriales, conflictos de uso de suelo y/o riesgos naturales. El área de estudio corresponde a la laguna Epecuén, localizada en la provincia de Buenos Aires, República Argentina. Esta área se caracteriza por su dinámica lacustre, la cual varía según atraviese períodos secos o húmedos, produciendo efectos negativos en localidades emplazadas en sus costas. El avance y retroceso del agua dificulta tanto los ingresos –a balnearios, monumentos, ruinas, etc.– como el usufructo de las instalaciones con fines recreativos y de esparcimiento. Producto de esta situación, estudiar las condiciones geográficas del área para establecer sitios óptimos de localización de un balneario que no se vean afectados por esta dinámica, se convirtió en el objetivo general de la investigación. Mediante análisis espacial y técnicas de Evaluación multicriterio se relacionaron variables geográficas para determinar los sitios óptimos planteados en el objetivo. De esta manera se arribó a una matriz que representa las celdas con diferentes grados de aptitud para la localización de un balneario.

Palabras clave: Epecuén; sitio óptimo; Ordenamiento Territorial; Evaluación Multicriterio; Sistemas de Información Geográfica

Abstract

Optimal location model of spas through spatial analysis in the province of Buenos Aires. Argentinian republic

The Territorial Ordering (TO) is a process which purpouse is to organize, plan and manage the occupation and use of a territory according to its cultural, biophysics, social,economic and politic characteristics. The territorial ordination is a planned method for preventing problems caused by territorial imbalances, land-use conflicts and/or natural risks. The study area belongs to the surrounding sector of the Epecuén lagoon, localized in the Adolfo Alsina district in the south-west of the Buenos Aires Province. This area is characterized by its lacustrine dynamics, which varies depending on the wet and dry seasons causing negative effects on the places located in the coast

1. Universidad Nacional del Sur, lucialaffeuillade@gmail.com
2. Universidad Nacional del Sur, federicobarragan@gmail.com
3. Universidad Nacional del Sur, IADO-CONICET, ageraldi@criba.edu.ar
4. Universidad Nacional del Sur, johannaarias318@gmail.com

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

and in its activities. The water's advance and setback complicate the accesses -to health resort, monuments, ruins, etc.- and the use of amusement and recreation spaces. As a consequence of this situation, studying the geographic conditions of the area in order to set up optimal localization sites for a health resort that won't be affected by the referred dynamics becomes the main objective of the investigation. Through spatial analysis and multicriteria evaluation techniques, it's been selected, created, considerate and related some relevant geographic variables to determine the optimal sites referred in the objective. That way we have arrived at the final result: a matrix resulting from a linear sum of previously weighted variables,which represents the cells with different degrees of aptitude for the location of a health resort.

Key words: Epecuén; optimal sites; Territorial Ordering; multicriteria evaluation

1. Introducción

Estudiar las aguas continentales es de gran importancia en las zonas de llanura, como es el caso de la provincia de Buenos Aires de la República Argentina. En la provincia existen lagunas de diferente morfometría, biodiversidad y grados de eutrofia (Quirós, 2004; Geraldi, 2009) y muchas de ellas son dependientes de la alternancia de períodos secos y húmedos, lo que genera la variación de su superficie, así como la desaparición temporaria de algunos de ellos(Laffeuillade, Geraldi y Barragán, 2017). Las lagunas pampeanas son de escasa profundidad, sin estratificación térmica y tienen niveles eutróficos elevados (Geraldi, 2009). A su vez, las precipitaciones, las variaciones estacionales y los usos del suelo intensivo determinan cambios en su dinámica y funcionamiento, tanto en lagunas permanentes como temporales (Calcagno, A. et al,1995; Geraldi et al., 2007). Estos cambios producen el avance y retroceso del agua y genera complicaciones a las localidades emplazadas en las cercanías a los cuerpos de agua, como es el caso de la ex Villa Turística Epecuén, provincia de Buenos Aires, República Argentina, caso de estudio de la presente investigación. Dicha localidad en el año 1985, por las excesivas precipitaciones en la región, se inundó dejando la mayor parte de la infraestructura urbana bajo 9 metros de agua.

Gómez Orea (1994) afirma que "la ordenación territorial se justifica como método planificado de ataque y prevención de los problemas generados por los desequilibrios territoriales, la ocupación y uso desordenado del territorio" y considera la "ignorancia de los riesgos naturales en la localización de actividades" como una problemática que acontecen a la hora de ordenar el territorio (p. 7). Dentro de la disciplina Geográfica, el Ordenamiento territorial es la rama clave para los estudios de organización espacial. La Geografía brinda los principios y herramientas básicas para los procesos de ordenación territorial. La teledetección y los SIG adquieren suma importancia para el modelado espacial necesario en el ordenamiento territorial (Chuvieco 2002; Buzai y Baxendale, 2012). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten modelar y analizar grandes volúmenes de información y obtener un modelo de la realidad del territorio deseado muy importantes como sistemas de apoyo para la toma de decisiones (Buzai y Baxendale, 2012). Finalmente, la Evaluación Multicriterio es una técnica que permite escoger la mejor alternativa entre un conjunto de posibilidades en base a determinados criterios. Estos criterios, combinados en el entorno SIG, permiten la construcción del modelo de la realidad, obteniendo nueva información y la selección de la mejor alternativa espacial para determinar sitios óptimos de localización de actividades (Buzai, 2018; Yopla, H., & Miguel, J., 2018; Ebel, G. A., 2018; De Prada, J. D. et al, 2018; Jiménez Olivencia, Y. & Moreno Sánchez, J. J., 2007; Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M. & Palm Rojas, F., 2006).

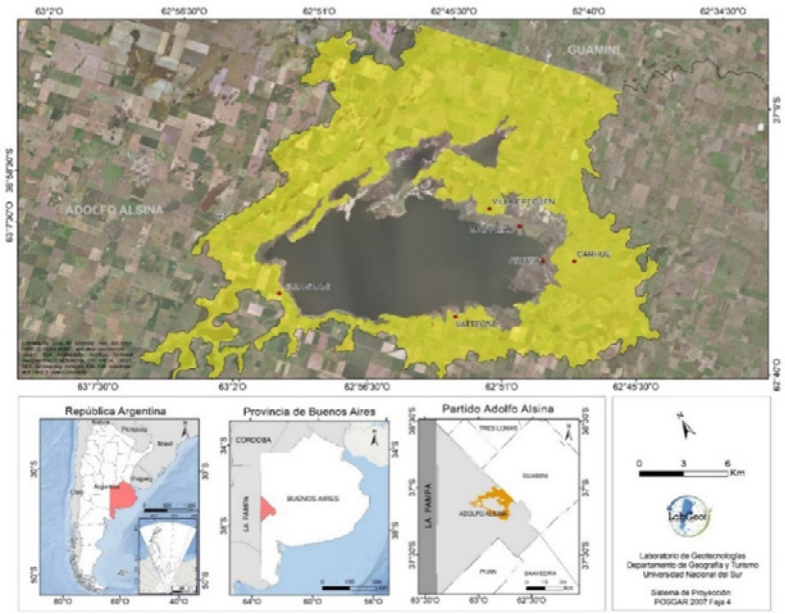
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se observa la necesidad de estrategias de localización espacial para la determinación de sitios óptimos y la carencia de análisis de variables cuantitativas y cualitativas interrelacionadas. Por ello se propone como objetivo del trabajo analizar variables geográficas para la determinación de sitios óptimos de balnearios que permitan una adecuada planificación del área, generando un modelo digital de la realidad con Sistemas de Información Geográfica y proponer estrategias de localización mediante el análisis de variables con técnicas de Evaluación Multicriterio.

1.1. Área de estudio

El área de estudio se localiza en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Este sector se caracteriza por la presencia de lagunas y humedales que definen un paisaje con particularidades únicas. Estas lagunas son el resultado del modelado de fuerzas externas e internas. Estas últimas tienen como rasgo fundamental el control morfoestructural. Una de ellas es laguna Epecuén, localizada en el partido de Adolfo Alsina (Fig. 1), que forma parte del sistema de lagunas denominada las Encadenadas del Oeste. Esta laguna tiene peculiaridades únicas en el mundo por presentar aguas hipercloruradas, hipersulfatas e Hipermineralizadas, con salinidades comparadas al mar muerto; razón por la cual es un atractivo turístico y un ecosistema frágil.

Figura 1 Ubicación del área de estudio.



Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

La región pertenece al clima templado, con estaciones bien marcadas y concentración de precipitaciones en los meses de primavera. La superficie de la laguna varía por diversos factores, entre los cuales se mencionan: alternancia de periodos húmedos y secos. Epecuén se sitúa en el sector más bajo de la cuenca de las Encadenadas del Oeste (90 msnm), razón por la cual los excedentes hídricos terminan en ella, dando lugar a inundaciones que afectan a la población. Sin embargo, cada vez que se da un período de lluvias abundantes, en contrapartida, ocurren periodos secos (Geraldi, 2009), que reducen considerablemente la superficie lagunar. Esta situación fluctuante es un problema que acontece en la región desde los inicios de la localidad de Carhué y Villa Epecuén como centros turísticos. En reiteradas ocasiones empresas localizadas en las costas de la laguna,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

se vieron afectadas por el ascenso y descenso de las aguas, por ejemplo, el "Balneario y Termas de Carhué", "Colonia de Cura y Reposo para Ferroviarios", entre otros. Esta situación trajo aparejado conflictos económicos, sociales y naturales. En relación a las características naturales, el área se encuentra dentro de la región fitogeográfica del espinal, distrito del caldén. Relictos de un bosque de caldenes (*Prosopis caldenia),* algarrobo negro (*Prosopis nigra*), chañar (*Geoffroea decorticans*), sombra de toro (*Jodina rhombifolia*) y numerosas gramíneas en la costa oeste de la laguna (190 hectáreas aproximadamente), generan un ambiente propicio para diversas especies de aves y mamíferos (zorros, hurones, puma, vizcachas, entre otros). También, se observan ejemplares de flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*). Esta especie nidifica en ciertos sectores de la laguna, se alimenta de Artemia salina (único ser vivo en las aguas hipersalinas de Epecuén) y es la segunda colonia más grande de Latinoamérica. Es por ello, que el sitio se declaró como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) por BirdLife International junto a Aves Argentinas (AOP) en el año 2016 y ave de interés municipal y legislativo a través de la ordenanza N°3697/2012 otorgada por el Honorable Consejo Deliberante de Adolfo Alsina (Mercuri, 2017).

El área de estudio se delimitó a partir de las cotas 100 y 120 de la laguna Epecuén, representado en color amarillo en la figura 1, con una superficie de aproximadamente treinta mil hectáreas. La búsqueda de sitios óptimos para la instalación de un balneario en la laguna Epecuén requiere la delimitación de la línea de ribera del cuerpo lacustre. Dicha línea imaginaria, como se mencionará a lo largo del trabajo, corresponde a la cota 100 de la laguna, límite interior del área de estudio. El límite exterior de análisis comprende la cota 120 dado que la pendiente en el sector sur y suroeste de la laguna es alta. Por último, el límite exterior del área de estudio se completa con la línea imaginaria que separa los partidos de Guaminí y Adolfo Alsina, fundamentado en el alcance administrativo y de gestión que tiene el último mencionado.

En la región se han realizado diversos estudios: Mercuri, F. T., 2017; Besagonill, V., 2017; Schwerdt, M. G., 2012; Geraldi, A. M., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E., 2011; Geraldi, A. M., 2009; Geraldi, A., & Piccolo, M., 2008; Monachesi, A., 1995; Pascual, R., Pisano, J., & Ortega, E. J., 1965. Estas investigaciones tienen un enfoque turístico, biológico y geográfico, sin embargo, se observa una falta de análisis desde el punto de vista del Ordenamiento Territorial que definan pautas de manejo y gestión del territorio con el fin de lograr un aprovechamiento armónico o racional de las actividades que en el área se desarrollan.

2. Metodología

Como se menciona anteriormente, para llevar adelante la investigación se recurrió a las técnicas de Evaluación Multicriterio. Se trabajó a partir del análisis Multicriterio-uniobjetivo, el cual requiere del análisis de diversos criterios para la toma de decisiones sobre un objetivo, especialmente cuando se trata de la localización de sitios óptimos para una actividad, empresa o localidad. Los criterios, según Gómez Delgado y Barredo Cano (2005, p. 49), "son el punto de referencia para una decisión a ser tomada, sin embargo, la forma en que puede ser medido o caracterizado es un aspecto de trascendental importancia, ya que de ello dependerá en gran parte el resultado final". Para la selección de éstos se consultaron fuentes diversas como leyes nacionales y provinciales, Museo y Archivo Histórico Dr. Adolfo Alsina , diarios , enciclopedias, tesis , artículos científicos, informes técnicos, reseñas de películas, libros , datos históricos de precipitación y temperaturas de INTA y Campo experimental Adolfo Alsina. Se llevaron adelante trabajos de campo para reconocer el área de estudio y obtener información en las instituciones gubernamentales. A su vez,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

se realizaron entrevistas a informantes claves que posibilitaron la construcción de las variables y los criterios.

Se seleccionaron de una vasta lista de variables, las útiles para la evaluación Multicriterio de objetivo simple; las cuales se describen a continuación: restricción legal (limitante), zonas con peligro de inundación (limitante), cursos de agua (limitante), humedad del suelo (factor) y áreas sensibles (factor). Cada una de estas variables requirió un procedimiento y material específico para su construcción, para luego asignar sus respectivos pesos mediante el Método de Análisis Jerárquico (AHP).

2.1. Selección de variables

2.1.1. Restricción Legal

La zona que divide un cuerpo de agua de la tierra es de naturaleza variable, tanto debido a los cambios de nivel como a los procesos que ocurren en el territorio. El límite entre el dominio público y el privado lo establece la línea de ribera. Perassi (2009) sostiene que es la sucesión de puntos de nivel (cotas) que determinan las más altas aguas en estado normal (arts. 2340 inc. 4° y 2577 del Código Civil). La línea de ribera es de vital importancia en áreas llanas y zonas inundables. Específicamente, en el área de estudio es fundamental conocerla dada la variabilidad de la superficie del cuerpo de agua (Geraldi, 2009; Laffeuillade, et al. 2017) y para su determinación se digitalizó el cuerpo de agua de los últimos 32 años y las curvas de nivel del área. Se recurrió a imágenes satelitales LandSat 2, 4, 5 y 8 administradas por distintas fuentes entre las que podemos citar United States Geological Survey (USGS) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), como también, imágenes de Google Earth® y ArcGis Earth® . Una vez estimada la línea de ribera se creó un buffer de 15 metros considerado no apto, mientras que el área restante se consideró apto. Finalmente la capa vectorial se convirtió en ráster con una celda de 30 metros.

2.1.2. Peligro de Inundación

Como se ha mencionado, Epecuén se encuentra en el sector más bajo de la cuenca de las Encadenadas. Geraldi (2009) establece una serie de anillos con distinto grado de peligro de inundación: sectores debajo de la cota 105 se considera una zona con alto peligro de inundación, entre cota 105-115 zona de peligro medio, peligro bajo entre cotas 115-120 y, por último, sin peligro de inundación áreas superiores a la cota 120.

Para la construcción de la variable se digitalizaron las curvas de nivel 100, 105, 115 y 120 a partir de las cartas topográficas Adolfo Alsina (3763-22-3), Estación Carhué (3763-22-4), Arroyo Venado (3763-22-2), Lago Epecuén (3763-22-1), Rivera (3763-21-2), Delfín Huergo (3763-21-4) y Cnia San Miguel Arcángel (3763-27-2) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [escala 1:50.000] con una equidistancia de 5 metros. Luego las entidades, originariamente líneas, se convirtieron a capa de polígonos lo que permitió localizar áreas con diferentes grados de peligro de inundación, establecidos por Geraldi, 2009.

2.1.3. Cursos de agua

La alternancia de períodos secos y húmedos provoca excedentes hídricos en la región, lo que afecta tanto a la laguna como a los cursos de agua en la región. La variable cursos de agua es

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

considerada importante para la determinación de sitios óptimos dado que, si ocurriera una inundación, la infraestructura del balneario podría verse afectada en caso de que la instalación sea próxima a estos sectores. Como afirma Paoli (2015) "las pérdidas ocasionadas por las inundaciones constituyen un serio problema […], esto se debe a que la ocupación de los valles fluviales y especialmente de las llanuras aluviales de inundación, plantean una grave disyuntiva. Por una parte, son lugares atrayentes para las más diversas actividades humanas, pero, por otra parte, está sujetas al peligro de inundación" (p.8).

También ha de considerarse el aumento de la frecuencia de lluvias por efecto de la variabilidad climática, la cual genera excedentes y provoca excesohídrico. Ameghino (1969) asegura que, en épocas de grandes lluvias, el agua se acumula en los puntos más bajos y de poco declive, formando charcos o pantanos. Esta lámina de agua poco profunda está constituida por lodo negro arcilloso e impermeable que impide la infiltración de las aguas en el subsuelo, convirtiéndose en zona anegada. Según investigaciones periodísticas, en Argentina, esos fenómenos climáticos extremos son cada vez más frecuentes y muchos especialistas aseguran que tiene que ver con los efectos directos del calentamiento global.

Los cursos de agua y su llanura de inundación se identificaron mediante interpretación visual, luego se digitalizaron mediante la utilización de imágenes de Google Earth PRO® de alta resolución. La delimitación de estos sectores se logró gracias a la identificación de patrones de drenaje y reconocimiento de texturas propias de suelo perteneciente a las llanuras de inundación. También fue útil para el reconocimiento de la variable la utilización de imágenes de otros años, dado que permitieron la identificación de áreas anegadas en períodos de inundación.

2.1.4. Humedad del suelo

El barro presente en las costas de la laguna Epecuén son consideradas terapéuticas. Gasparri (2013) afirma que "por su carácter hipertónico y su saturación de sales, son el marco apropiado para terapias rehabilitadoras." (p. 67). También resulta de gran interés realizar fangoterapia, la cual "consiste en la aplicación cutánea de los sedimentos naturales del Lago Epecuén en forma de limo o barro" (p.86). Estas características permiten considerar que las áreas con alto contenido de humedad son óptimas para la instalación de un balneario, y por tal motivo, una variable apta en la presente investigación.

Para discriminar las coberturas con mayor contenido de humedad en el suelo se utilizó una imagen LandSat 8 del sensor OLI noviembre del año 2017, fecha que coincide con la estación húmeda de la región. Este sensor posee 11 bandas espectrales, resolución espacial de 30 metros, característica que coincide con el tamaño de las celdas a utilizar en el proceso de elaboración de Evaluación Multicriterio. Cabe destacar que el mismo procedimiento se aplicó a imágenes Sentinel 2, sin embargo, dada la mínima diferencias en los resultados se optó por la utilización de imágenes LandSat 8 sensor OLI.

Se le aplicó un Índice diferencial de agua normalizado (NDWI). Dicho índice considera el sector comprendido entre las longitudes de onda del Verde e Infrarrojo Cercano del espectro electromagnético. Para obtenerlo se utilizó la siguiente fórmula:

$$NDWI = Verde - NIR / Verde + NIR$$

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

El índice NDWI permite diferenciar los suelos húmedos de los secos y sus valores oscilan entre 1 y -1. Los valores > 0 corresponden a suelos cubiertos de agua o con cierta humedad en el suelo, mientras que los valores < 0 hacen referencia a sectores con suelo descubierto o con algún tipo de vegetación que lo cubre.

Obtenido el índice, se realizó una clasificación no supervisada del índice con el método IsoData, con un total de diez clases, lo que permite tener mejores resultados en la discriminación de suelos con presencia-ausencia de contenido de humedad. Luego, en el posprocesamiento se fusionaron las diez clases, reduciéndolas a tres. Cabe destacar que para ésta última etapa se realizaron puntos de control en campo , plataformas de análisis espacial y mapeo que permitieron reconocer las coberturas fusionadas. Mediante distintas herramientas del procesador ENVI® se discriminaron las clases que arrojó el procesamiento de imágenes. Para ello, se realizaron combinaciones de banda (composición falso color RGB 543), lectura de ND, firmas espectrales y toma de puntos de control con ArcGis Earth de ESRI®.

2.1.5. Área sensible

El análisis de las áreas sensibles se realizó mediante la consulta a expertos, trabajo de campo y digitalización de los elementos presentes. Se recurrió al software de Google Earth PRO® para identificar y localizar los sectores indicados por expertos relevantes para la investigación. De este modo se digitalizaron las áreas y se crearon tres anillos de distancia variada, los cuales se denominaron zonas núcleo, de amortiguamiento y de influencia. La primera zona corresponde al elemento de interés o área protegida, según corresponda, con los límites precisos según lo establezca la ley. La zona de amortiguamiento es el sector contiguo a la zona núcleo y la importancia de esta zona es que permite una interacción con el ambiente, pero controlado. La zona de influencia es la que sigue a la zona de amortiguamiento y no tiene un límite exterior, permitiendo la utilización del espacio sin necesidad de controlar sus efectos negativos o positivos sobre el área protegida (FUPNAND, 2012). Según el origen de los elementos, las áreas sensibles se clasificaron en: Naturales y Culturales.

El área sensible natural es una variable que representa sectores de interés ambiental dado su condición actual de preservación. Uno de los elementos a considerar es la zona de nidificación de flamencos, sector donde el flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) construye sus nidos. Esta especie vive en la laguna Epecuén y es la segunda colonia más grande de Latinoamérica. Se asientan en la laguna debido a la presencia de alimento. Es de importancia considerar esta área dentro de la variable dado que es una especie "casi amenazada" según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. El cálculo del buffer para determinar el área de amortiguamiento arrojó una distancia de 500 metros según los autores consultados. También hay presente en el área de estudio un sector relicto del bosque de caldenes (*Prosopis caldenia*). Dicha área se redujo considerablemente con el pasar de los años y actualmente esta especie se encuentra en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La zona núcleo comprende el bosque completo y el área de amortiguamiento al sector de contacto entre la actividad agrícola-ganadera y el bosque, con un ancho de 30 metros. Se digitalizaron los polígonos de ambos elementos tenidos en cuenta gracias a los datos brindados por los informantes claves. Luego de obtenidas las áreas núcleo y zonas de amortiguamiento se procedió a la delimitación de área de influencia, que corresponde al resto del área de estudio, obtenida con herramientas de análisis espacial (intersección).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

A lo largo de la historia del área, las localidades emplazadas en las costas de la laguna tuvieron momentos de auge como de decadencia y se vieron afectadas por las fluctuaciones del agua. El caso más conocido fue el de la ex Villa Epecuén, que luego de la inundación de 1985 quedó hasta 9 metros bajo agua, área que, por decreto municipal y ley provincial, se declaró "Monumento Histórico Provincial" (ley 14696, 2014). El mismo año se declaró también por decreto N°1138 como "Bien de Interés Histórico y Artística" al Matadero Municipal, localizado en las inmediaciones de la ex Villa turística Epecuén. Otros asentamientos también se vieron afectados por las inundaciones: Carhué, ex Villa Sauri y el balneario de Arturo Vatteone. La primera de ellas desde el año 2014 es cabecera del Distrito Adolfo Alsina y declarada "Capital Provincial del Turismo Termal" (decreto 839, ley provincial 14639). También fueron declarados el Palacio Municipal como Monumento Histórico (decreto 1138) y la Cruz del Cementerio como "Bien de Interés Histórico y Artístico" (decreto 1138) en el año 2014. En cuanto a la ex Villa Sauri y el ex balneario Vatteone, Mercuri (2017), haciendo alusión a estos, afirma que la región cuenta, además de las reconocidas ruinas de Epecuén, con elementos culturales "muy importantes e inexplorados hasta el momento, los cuales podrían formar parte de la oferta turística" (p.2). Para la digitalización de estos elementos se utilizó el mismo criterio que la variable "áreas sensibles naturales", una serie de anillos. En relación con el patrimonio arquitectónico, el autor Merodio (2011) enfatiza la importancia de considerar una zona núcleo y zona de amortiguamiento. La primera de éstas se caracteriza por presentar elevada concentración de monumentos con importante significado cultural, económico y político, mientras que la segunda incluso puede no contar con patrimonio alguno, pero su inclusión es indispensable para explicar en su conjunto las dinámicas ocurridas en la evolución de la ciudad. Se digitalizaron las ruinas de la ex Villa Sauri, ex balneario Vatteone y ex Villa Epecuén y la localidad de Carhué. Se construyó un buffer correspondiente a las áreas de amortiguamiento. Estas áreas difieren dependiendo del interés que reviste cada uno de los elementos según leyes, decretos o normativas vigentes en la actualidad, tema que se abordará en el siguiente apartado. El área restante corresponde a la zona de interés, definida por el límite del área de estudio.

Con las variables, y sus respectivas categorías, construidas en el SIG se generó el modelo de la realidad del área de estudio. A partir de allí, se procedió a la ponderación de las categorías y su validación. Para ello se utilizó el método Analytical Herarch Process (AHP) propuesto por Thomas L. Saaty, el cual permitió, asignar un peso a cada categoría independientemente del origen de los datos, es decir, cuantitativo o cualitativo, y validar la consistencia de los mismos, basándose en la bibliografía consultada, consulta a expertos y trabajo de campo en cada temática.

2.2. Asignación de pesos Método de Análisis Jerárquico (Analytical Hierarchy Process-AHP) y validación de datos

El método AHP, desarrollado por Saaty Thomas en 1980, permite valorar numéricamente a los juicios que las personas le dan a cada variable, utilizando una escala del 1 al 9. "Este procedimiento parte de establecer una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de factores a ponderar, así se establece la matriz de comparación entre pares de factores, comparando la importancia de uno sobre cada uno de los demás" (Barredo Cano, 1996, p. 126). La ventaja del método AHP es la incorporación de aspectos cualitativos que pueden quedar fuera del análisis dada su complejidad pero que revisten interés para los actores en la decisión final (Sarría, 2005).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

La validación de los datos hallados se realiza con la Relación de Consistencia (RC). El resultado de RC debe ser menor a 0,10 para que sea admisible. En caso de que el resultado RC>0,10 se debe considerar la posibilidad de modificar los valores de la matriz de juicios de valor.

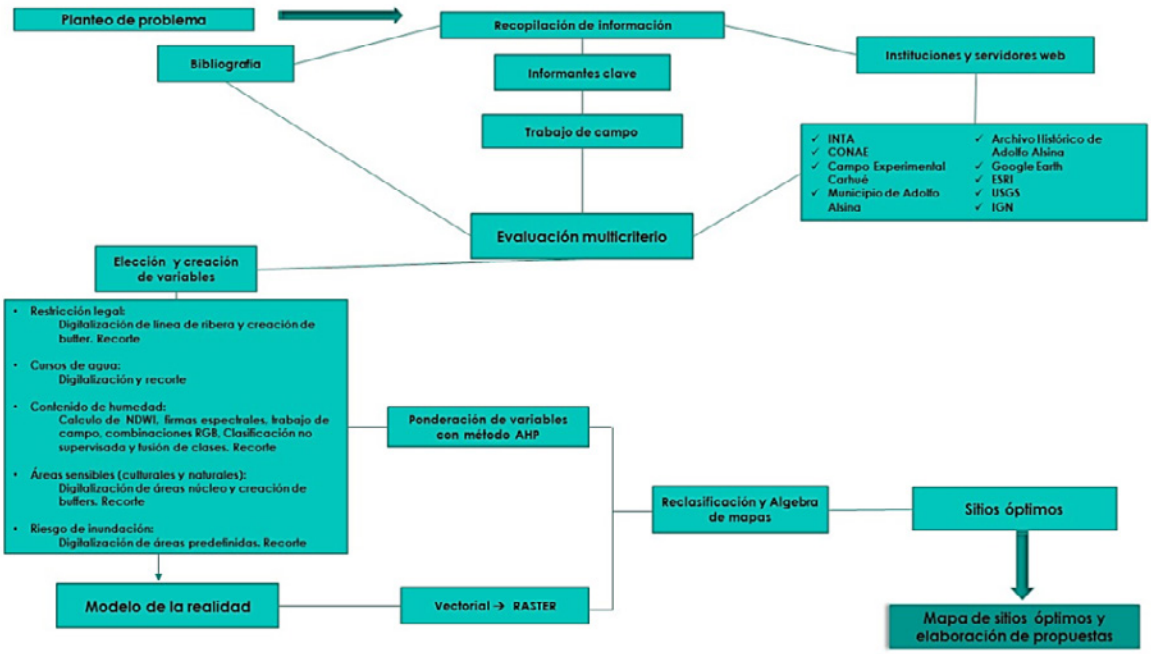
Luego se estandarizaron los resultados de cada categoría de modo tal que se puedan incorporar al Sistema de Información Geográfica y permita realizar las operaciones para las cuales han sido calculados. El resultado son valores que oscilan entre 100 - 0 y corresponde al peso que tiene cada categoría de los distintos criterios a utilizar. Por último, resta integrar los resultados en un Sistema de Información Geográfica y de este modo lograr la formulación integral del modelo.

2.3. Integración en un SIG

Una vez digitalizados y ponderados, se procedió a la conversión de las capas vectoriales a ráster. Se utilizó un tamaño de celda de 30 metros dado que la imagen satelital utilizada para determinar el criterio "Humedad del suelo" fue una imagen LandSat 8 del sensor OLI con una resolución espacial de 30 metros, lo que determina la unidad mínima de trabajo.

Finalmente, se reclasificaron las capas ráster asignando el valor obtenido por el método AHP y, mediante la herramienta calculadora ráster, se calcularon los pesos acumulados. Para los valores alcanzados se utilizó el método de clasificación de datos de Jenks (también conocido como rupturas naturales) con un total de cuatro clases. Este método utiliza los quiebres naturales de los valores totales y obtiene clases homogéneas (Jenks, 1967), lo cual permitió representar los resultados de manera adecuada. Obtenidos los resultados se elaboró una salida cartográfica que representa los sitios óptimos para la instalación de un balneario con un grado de aptitud alta, media, baja, muy baja, como se observa en la figura 2.

Figura 2: Esquema metodológico

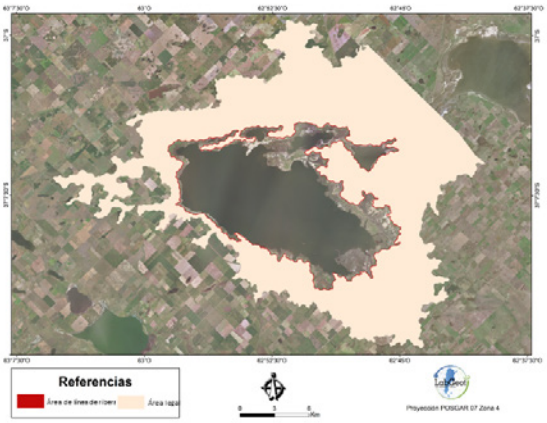


Fuente: elaboración propia.

3. Resultados y discusión

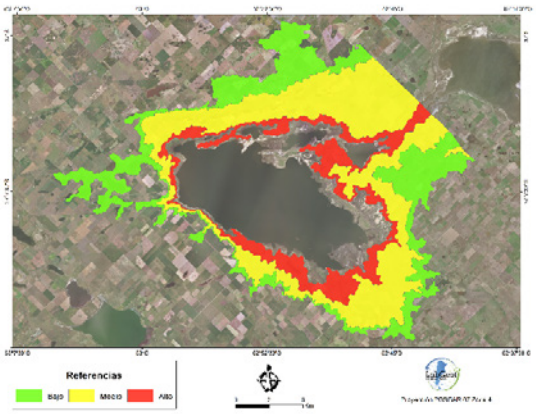
En la figura 3 se presenta la variable Restricción Legal. A partir del análisis realizado se determinó que la cota 100 es la línea de ribera dado que es la más cercana a la superficie media de la laguna. Se observa que existen zonas aptas en todos los sectores de la laguna. En la zona Este se presentan áreas aptas muy cercanas al cuerpo de agua según el análisis de esta variable. Las zonas no aptas se corresponden con los 15 metros a partir de la línea de ribera, fijado en el nuevo código Civil y Comercial, en el que se restringe la construcción en esta área por ser de uso público (artículo 1974). Se destaca que según el Nuevo Código (2016) el antiguo balneario de la Villa Epecuén estaba construido en zonas donde actualmente se prohibe la construcción.

Figura 3: Modelo digital de la realidad de variable Restricción Legal



Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

Figura 4 Modelo digital de la realidad de variable Peligro de inundación



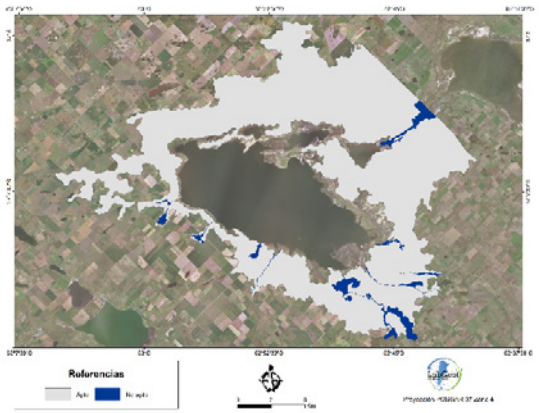
Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

Como se ha mencionado, la variable "peligro de inundación" reviste interés, dado que la mayor parte de la localidad de Carhué, al igual que la ex villa turística Epecuén, se localiza dentro de la zona de alto peligro. Esto se debería tener en cuenta para cualquier tipo de emprendimiento futuro. Se aprecia en el caso de Carhué que esto no se cumple dado que dichos sectores coinciden con las áreas de escurrimientos; llanuras de inundación y sectores que, ante excedentes, se conectan formando una gran lámina de agua (Epecuén- La Paraguaya).

En la figura 5 se representa la variable Cursos de agua, donde se observan los cursos de agua con sus llanuras de inundación, considerados no aptos para la instalación de un balneario. Esto se debe a que las estructuras pueden ser afectadas ante lluvias en la región que provoquen excedentes. Entre los tributarios se encuentra el arroyo Pigüé, el arroyo Pull grande y aporte de caudal mediante sistema de canales de la laguna del Venado. Apréciese que en el sector sureste del área de estudio es el sector de mayor concentración de arroyos y llanuras de inundación, lo cual coincide con el emplazamiento de la localidad de Carhué.

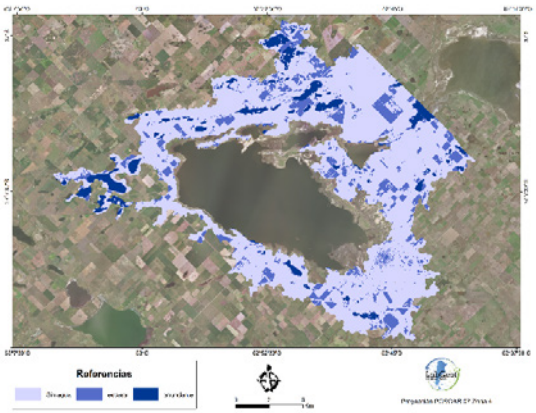
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 5 Modelo digital de la realidad de variable Cursos de agua



Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

Figura 6 Modelo digital de la realidad de variable Humedad del suelo



Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

Los resultados de la variable Humedad del suelo se presentan en la figura 6 donde se observan sectores con abundante contenido de humedad, escaso contenido de humedad y sin agua. En el sector norte, oeste y sur del área de estudio se observan en color azul sectores con abundante contenido de humedad, asociado a cuerpos de agua adyacentes. En color celeste oscuro, sectores con escaso contenido de humedad posiblemente asociados a la presencia de campos con cultivos que, dada la fecha de la imagen satelital utilizada, podrían tratarse de áreas que se encontraban en situación de riesgo o con vegetación. Finalmente, en color celeste claro sectores sin contenido de humedad en el suelo.

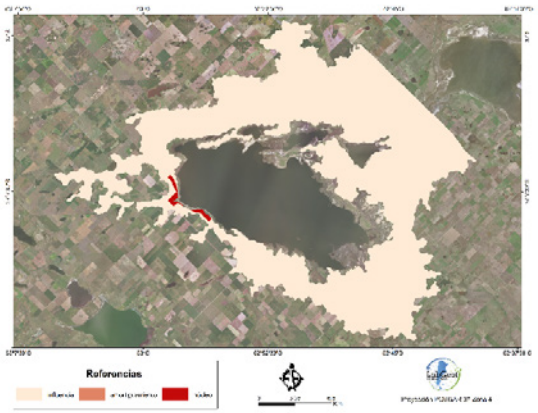
En las figuras 7 y 8 se presentan los resultados de las variables Áreas sensibles, tanto naturales como culturales. La construcción de estas variables es mediante anillos, los cuales representan el grado de intervención que pueden afectar al elemento en cuestión, siendo el color rojo intenso la zona núcleo, rosa intenso área de amortiguamiento y por último área de influencia en color rosa claro.

En la figura 7 se observa que, en el área de amortiguamiento localizadas en la costa oeste de la laguna, el bosque de caldenes es el elemento geográfico natural. El mismo es considerado de interés por su estado crítico luego del avance de la frontera agrícola-ganadera que provocó la reducción del área. Además, como se ha mencionado previamente, este bosque cuenta con una gran diversidad de flora y fauna. La zona de amortiguamiento permite que el bosque no se vea afectado directamente por la acción antropogénica,delimitándose una extensión en relación a las distancias a las que se ubican (naturalmente) los ejemplares entre sí (Menéndez et al., 2007). Esto permitiría un crecimiento del área boscosa sin intervención del hombre. Cabe destacar, que la zona de nidificación de flamencos son pequeños sectores en la costa norte de la laguna, y como se mencionó, su área de amortiguamiento es de 500 metros según lo establecido por Barisón (2014).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

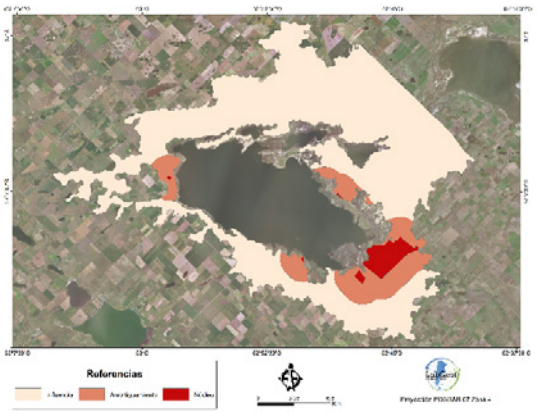
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9810

Figura 7 Modelo digital de la realidad de variable Área Sensible natural



Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

Figura 8 Modelo digital de la realidad de variable Área Sensible cultural



Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

En cuanto a la variable Área sensible Cultural, se determinaron las distancias de las zonas de amortiguamiento para cada uno de los elementos culturales presentes en el área de estudio. En base a lo analizado, quedó establecida una distancia de 1800 metros para la ex Villa Sauri y 1600 metros para el ex balneario Vatteone. En cuanto a la ex Villa turística Epecuén, se estableció como zona núcleo al área mencionada en la ley provincial 14696 y su zona de amortiguamiento quedó definida a una distancia de 2000 metros. Esta distancia se calculó desde los límites que menciona la ley provincial hasta lo planificado por el municipio. Del análisis espacial realizado en el área y ante la necesidad de calcular el área de amortiguamiento del casco urbano de la localidad de Carhué y sus elementos se determinó una zona de amortiguamiento de 1800 metros que, ante la inexistencia de criterios para definir las distancias adecuadas, se promediaron las zonas de amortiguamiento ya establecidas en los elementos anteriores. El resultado se observa en la figura 8, donde el grado de aptitud para instalar un balneario se representa en tonos rojos, donde más oscura indica menos aptitud. En la costa sureste se encuentra la localidad de Carhué y el Cristo. Al oeste de dicha localidad el ex balneario Vatteone y en la costa noreste de la laguna las ruinas de la ex Villa Epecuén y ruinas del Matadero. Por último, en la costa oeste de la laguna las zonas correspondientes a las ruinas de Villa Sauri.

Ponderación de variables con el método AHP.

Obtenido el modelo digital de cada variable se aprecia en la tabla I los pesos que fueron asignados. La ponderación de las categorías de cada variable se realizó con el método AHP propuesto por Saaty T. con justificación teórica y basada en los saberes e intereses de actores locales.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla I Asignación de pesos para cada categoría de las variables seleccionadas

Variable	Categoría	Primera categoría	Segunda categoría	Tercera categoría
Restricción Legal	Apto para construir	1	9	-
	No apto para construir	1/9	1	-
Peligro de inundación	Bajo	1	3	5
	Medio	1/3	1	3
	Alto	1/5	1/3	1
Cursos de agua	Áreas sin afectar por inundaciones recurrentes	1	9	-
	Arroyos y llanuras de inundación	1/9	1	-
Humedad del suelo	Abundante	1	5	7
	Escasa	1/5	1	3
	Sin agua	1/7	1/3	1
Área sensible natural	Influencia	1	3	7
	Amortiguamiento	1/3	1	3
	Núcleo	1/7	1/3	1
Área sensible cultural	Influencia	1	3	7
	Amortiguamiento	1/3	1	3
	Núcleo	1/7	1/3	1

Fuente: elaboración propia

Luego de la asignación de pesos y su respectiva valoración y validación, se normalizan para que los resultados puedan ser incorporados en una base de datos geográfica, para ser modelados con asistencia de un Sistema de Información Geográfica, a través del álgebra de mapas. En la Tabla II se detallan los resultados obtenidos para cada variable analizada, la normalización de Eigenvector, Relación de Consistencia y el peso obtenido para cada categoría. En la misma se observa que las variables quedaron comprendidas entre 2 y tres categorías; por ejemplo, la variable restricción legal presenta dos categorías con un peso de 0 y 100 y área sensible natural presenta tres categorías con pesos 100, 27 y 0. Entonces, en la tabla II se observa el peso de las variables, donde o corresponde a las áreas con menor aptitud para la instalación de un balneario y, en contraposición, 100 las áreas más aptas.

Como se mencionó con anterioridad, la validación de los datos se realiza con la RC, donde el resultado debe ser inferior a 0,10 para que la valoración sea admisible. Como se observa en la tabla II los valores de esta Relación de Consistencia son inferiores a este valor, por lo tanto, se considera aceptable la valoración asignada en la tabla I.

Una vez obtenidos los pesos y normalizados se transformaron los valores de la normalización a una escala 0-100 para poder ser incorporadas en el Sistema de Información Geográfica. El resultado de esta transformación se observa en la última columna de la tabla II para cada una de las variables, donde o corresponde a las áreas con menor aptitud para la instalación de un balneario y, en contraposición, 100 las áreas más aptas. En la figura 9 se observa el álgebra de mapas a partir de la reclasificación de las variables. La figura representa el grado de aptitud que tiene el área de estudio para localizar el balneario. Se aprecia en color rojo los sectores que tienen muy baja aptitud y se rechazan para la instalación de un balneario. Corresponden a estos sectores los lugares

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de gran interés social y natural: bosque de caldenes en el sector oeste del área de estudio, estancia de Arturo Vatteone al sur, ex villa Epecuén enfrentada a la estancia antes mencionada. Otros sectores que no son considerados óptimos corresponden a sitios que se encuentran ocupados por el ejido urbano de Carhué, sin embargo, la importancia de este sector es que se localiza sobre la llanura de inundación, tanto de la laguna como de los arroyos aledaños.

Tabla II Resultados obtenidos del tratamiento de los pesos asignados

Variable	Categoría	Normalización de Eigenvector	RC	Peso
Restricción Legal	Apto para construir	0,90	0	100
	No apto para construir	0,10		0
Peligro de inundación	Bajo	0,6333	0,04	100
	Medio	0,2605		29
	Alto	0,1062		0
Cursos de agua	Áreas sin afectar por inundaciones recurrentes	0,90	0	100
	Arroyos y llanuras de inundación	0,10		0
Humedad del suelo	Abundante	0,72	0,06	100
	Escasa	0,19		17
	Sin agua	0,08		0
Área sensible natural	Núcleo	0,67	0,01	0
	Amortiguamiento	0,24		27
	Influencia	0,09		100
Área sensible cultural	Núcleo	0,67	0,01	0
	Amortiguamiento	0,24		27
	Influencia	0,09		100

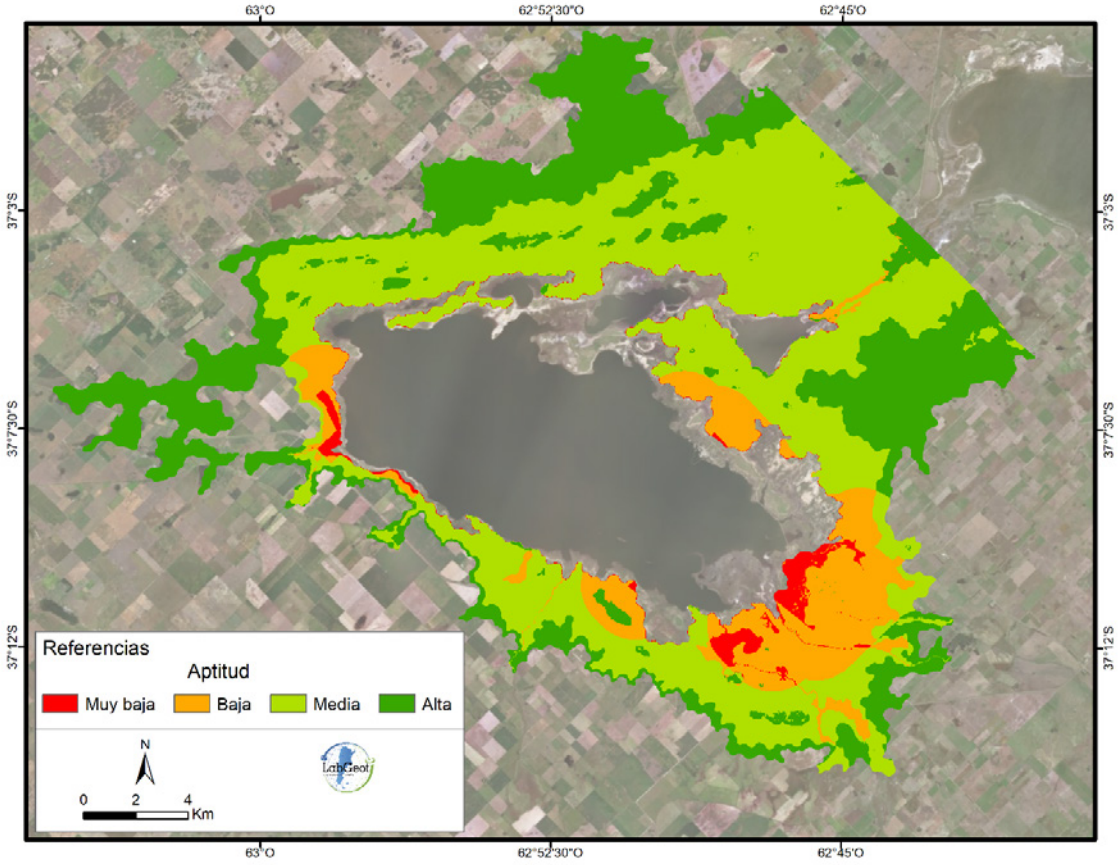
Fuente: elaboración propia

El color naranja representa sectores con baja aptitud para localizar un balneario. Estos sectores coinciden, en su mayoría, con zonas de amortiguamiento de las áreas sensibles (tanto culturales como naturales) y en menor medida con llanuras de inundación de arroyos. Esto último, a pesar de considerarse un riesgo para la instalación de balnearios, obtuvo tal aptitud por tratarse de sectores con alto contenido de humedad en el suelo y aptos para la instalación en relación con las variables "restricción legal" y "áreas sensibles cultural" y "área sensible natural".

Los colores verdes claro y verde oscuro representan sectores con media y alta aptitud respectivamente. El sector con alta aptitud se debe también al contenido de humedad en el suelo, dado que si se observa el mapa de dicha variable se aprecia que los pequeños sectores al norte y al sur corresponden a cuerpos de agua presentes en la región. Al igual que estos pequeños cuerpos de agua, en el sector de la costa centro sur, hay un pequeño sector en tonos verde oscuro (alta aptitud). Este resultado es favorable dado que no presenta influencia de las variables "áreas sensibles" (natural y cultural), "cursos de agua" ni "zonas con peligro de inundación", al contrario, es un sector beneficioso para la instalación dado que es de bajo peligro de inundación por su altura en metros sobre el nivel del mar en la que se encuentra y con alto contenido de humedad. Es por ello, que este sector es el que resulta ser el sitio óptimo para la instalación de un balneario en la laguna Epecuén.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 9: Valoración de sitios según su aptitud para instalar un balneario y propuestas de localización.



Fuente: elaboración propia en base a datos tomados en campo y/u obtenidos mediante recopilación bibliográfica.

4. Conclusiones

A lo largo de la historia de la región, la alternancia de periodos húmedos y secos provocaron el aumento y descenso del nivel del agua del cuerpo lacustre. Este hecho trae consigo perjuicios de carácter económico, social y natural, dado que afecta, en el caso de las inundaciones, las infraestructuras emplazadas en la costa de la laguna, como es el caso de la ex Villa Epecuén en el año 1984. En el caso de las sequías, el descenso de la superficie de la laguna trae consigo problemas económicos por la merma de turistas que se acercan a la región para beneficiarse con las aguas curativas de la laguna. A pesar de ser acontecimientos naturales (y antropogénicos) con consecuencias económicas, poseen una connotación social, dado que son considerados sucesos que ha marcado a la población.

En base a lo expuesto y al análisis realizado en la presente investigación, los sitios óptimos para la instalación de un balneario en torno a la Laguna Epecuén resultan ser escasos, si se considera la cercanía al cuerpo de agua, y responde a la elección del área de estudio utilizado. Sin embargo, la delimitación de la línea de ribera y utilización como límite para determinar sitios óptimos para la localización de balnearios, no debe desestimarse dados los sucesos ocurridos en la región dado que previene inconvenientes en relación a posibles inundaciones. Por lo tanto, sobre la base de los resultados obtenidos, el sitio óptimo recomendado es un sector localizado sobre la costa sur de la laguna. Dicha área reúne características significativas para actores locales y expertos, manifesta-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

da en la elección de las variables, y se localiza en un sitio favorable en términos de accesibilidad, distancias a la ciudad, cercanía a atractivos y cuerpo de agua, entre otros.

5. Bibliografía

- Ameghino, F. (1969*). Las secas y las inundaciones en la provincia de Buenos Aires. Ministerio de Asuntos Agrarios*. Buenos Aires, Argentina
- Barredo Cano, J. I. (1996*). Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: RA-MA Editorial
- Barisón, C., Cruz, N., Romano, M., & Barberis, I. M. (2014). *Patrones de comportamiento de dos especies de flamencos (Phoenicoparrus andinus y Phoenicopterus chilensis) y su relación con las condiciones meteorológicas de la laguna Melincué, Argentina, durante el invierno.* El hornero, volumen 29, 61-71.
- Besagonill, V. (2017). *El patrimonio histórico cultural de la localidad de Carhué como alternativa para potenciar el desarrollo turístico termal*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Recuperado en http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3765
- Bosque Sendra, J. y Moreno Jiménez, A. (2011). *Sistemas de Información Geográfica y Localización Óptima de Instalaciones y Equipamientos*. España: RA-MA Editorial
- Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M. & Palm Rojas, F. (2006). Un nuevo modelo para localizar instalaciones no deseables: ventajas derivadas de la integración de modelos de localización-asignación y SIG. *Revista Cuadernos Geográficos*, 39, p. 53-68.
- Buzai, G. D. (2018). Crecimiento urbano y potenciales conflictos entre usos del suelo en el municipio de Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Modelado espacial 2016-2030. *Revista Cuadernos Geográficos*, 57(1), 155-176.
- Buzai, G. D. y Baxendale C. A. (2012). *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Ordenamiento territorial. Temáticas de base vectorial.Tomo 2.* Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Calcagno, A. (1995). Catálogo de lagos y embalses de la Argentina. Dirección Nacional de Recursos Hídricos. ARM & Asociados. Buenos Aires, Argentina. ISBN: 959-32-0015-6
- Chuvieco, E. (2009). *Teledetección ambiental*. Barcelona: Ariel
- De Prada, J. D., Degioanni, A., Cisneros, J. M., Gutiérrez, A. C., Gil, H. A., Tello, D. S.y Giayetto, O. (2018*). Planificación territorial: elección multicriterio interactiva del patrón de urbanización. Estudio de caso: Río Cuarto, Córdoba, Argentina//Territorial Planning: Interactive Multi-Criteria Decision for Urban Patterns. Case Study: Río Cuarto, Córdoba, Argentina.* Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa.
- Ebel, G. A. (2018). *Localización óptima de viviendas sociales: determinación mediante Evaluación Multicriterio (EMC) en la ciudad de Fontana, Provincia del Chaco.*
- FUPNAND /ICF (2012). *Plan de Manejo Parque Nacional Nombre de Dios, Fundación Parque Nacional Nombre de Dios. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre*. Honduras.
- Garza Merodio, G. G. (2011). Zonas de amortiguamiento y barrios antiguos en la Consolidación y expansión de los entornos protegidos: el caso de Morelia, México. *Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas,* nro 7. Recuperado de http://revistas.um.es/navegamerica
- Gasparri, E. (1996). *Termas de Carhué. La salud por el Lago Epecuén*.
- Geraldi, A. M. (2009). *Estudio geoambiental de la cuenca lagunar las encadenadas del oeste*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Recuperada de http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2233
- Geraldi, A. M., Piccolo, M. C., y Perillo, G. M. E. (2011). El rol de las lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano. Ciencia Hoy, vol. 21, número 123.
- Geraldi, A. M., Piccolo, M. C. Perillo, G. M. E. 2008 Determinación de cambios temporales mediante aplicación de teledetección y SIG. GIS day. *Jornadas Internacionales de SIG*. Noviembre, Bahía Blanca.
- Gómez Delgado, M. y Barredo Cano, J. I. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. España: RA-MA Editorial.
- Gómez Orea, D. (1994). *Ordenación del territorio. Una aproximación desde el Medio Físico.* Madrid: Editorial Agrícola Española

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

- Jenks, G. F. (1967). "The Data Model Concept in Statistical Mapping", *International Yearbook of Cartography*(7), 186–190.
- Jiménez Olivencia, Y. y Moreno Sánchez, J. J. (2007). Los SIG en el análisis y el diagnóstico del paisaje. El caso del Rio Guadix (Parque Nacional de Sierra Nevada).*Revista Cuadernos Geográficos* (39), 103-123.
- Laffeuillade, L. M. y Geraldi, A. M. (2017). "Estudio multitemporal de la laguna Epecuén a través del análisis de la variación de temperaturas y precipitaciones mediante la aplicación de Geotecnologías." En *Actas VI Congreso Nacional de Geografía de Universidades públicas de la República Argentina*. Resistencia, Chaco, República Argentina.
- Laffeuillade, L. M., Geraldi, A. M. y Barragán, F. G. (2017). "Estudio de la dinámica espacio temporal del área de la laguna Epecuén, Partido de Adolfo Alsina, Provincia de Buenos Aires, en el período 1950-2017". *Actas de Congreso internacional 78° Semana de la Geografía de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA)*. Ciudad de Formosa, República Argentina.
- MENÉNDEZ, J. (2007). Primer inventario Nacional de Bosques Nativos. Segunda etapa, inventario de campo de la región del espinal: Distritos del Caldén y Ñandubay. Anexo 1: Estado de conservación del Distrito Caldén. Recuperado en http://leydebosques.org.ar/zips/bosquesargentinos/Inventario%20Nacional%20de%20Bosques%201998_2005%20Espinal%202%20%28SAyDS%29.pdf
- Mercuri, F. T. (2017). *Evaluación turística para la localización de un sendero interpretativo en la costa sudoeste de la Laguna Epecuén*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Recuperado en http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4025
- Monachaesi, A. (1995). La movilidad del paisaje bonaerense: el agua y su manejo (Sistema de Lagunas encadenadas). Ateliers de Caravelle (4), 47-64
- Partarrieu, G. (2012). Museos del desierto. Revista de historia regional. *El ramal Carhué-Rivera del F.C. Sud, una apuesta al desarrollo económico y turístico,* 50 – 54.
- Pascual, R. Pisano, J. y Ortega, E. J. (1965) Un nuevo Octodontidae de la Formación Epecuén (Plioceno medio) de Hidalgo (Provincia de La Pampa). Consideraciones sobre los Ctenomyuabe Reig, 1958, y la morfología de sus molariformes. Ameghiana(4), 19-30.
- Paoli, C. U. (2015). Gestión integrada de crecidas. Guía y caso de estudio. Recuperado en http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/63-Inundaciones.pdf
- Perassi, D. M. (2009). *Estudio de los límites generados en la determinación de la línea de ribera en la Provincia de Córdoba.* Recuperada en http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASH536f.dir/doc.pdf
- Quirós R. (2004) Cianobacterias en lagos y embalses de Argentina: década del 802. *Serie de documentos de trabajo del Área de sistemas de producción acuática. Departamento de producción animal, Facultad de agronomía. Universidad de Buenos Aires*, (2) 1-23.
- Sarría, F. A. (2005). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado en https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf
- Yopla, H., & Miguel, J. (2018). "*Caracterización físico-socioeconómica mediante modelamiento geográfico y evaluación multicriterio para el ordenamiento territorial del distrito de Tumbaden, provincia de San Pablo–Cajamarca*." (Tesis de Profesional Ingeniero Geográfico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

6. Anexo: Fuente de imágenes satelitales utilizadas

Tabla III Resumen de imágenes satelitales utilizadas en la investigación

Identificador de producto Landsat	Características
LM02_L1TP_243086_19820206_20180413_01_T2	Fecha de Adquisición: 1982/02/06 - LANDSAT_3 WRS Path 243 WRS Row 086 Resolución espacial: 60 m - Cubierta de nubes terrestres: 2%
LM04_L1TP_227086_19840206_20180408_01_T2	Fecha de Adquisición: 1984/02/06 - LANDSAT_4 WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 60 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LM05_L1TP_227086_19841214_20180411_01_T2	Fecha de Adquisición: 1984/02/06 - LANDSAT_5 WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_19861220_20170215_01_T1	Fecha de Adquisición: 20/12/1986- LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_19870121_20170215_01_T1	Fecha de Adquisición: 1987/01/21 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0 %
LT05_L1TP_227086_19871020_20170210_01_T1	Fecha de Adquisición: 20/10/1987 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0 %
LT05_L1TP_227086_19881006_20170205_01_T1	Fecha de Adquisición: 1988/10/06 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 30%
LT05_L1TP_227086_19900318_20170131_01_T1	Fecha de Adquisición:18/03/1990 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 3%
LT05_L1TP_227086_19920627_20170122_01_T1	Fecha de Adquisición: 1992/06/27 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m- Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_19930716_20170118_01_T1	Fecha de Adquisición: 1993/07/16 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 9,9%
LT05_L1TP_227086_19960215_20170106_01_T1	Fecha de Adquisición: 15/02/1996 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_19961028_20170102_01_T1	Fecha de Adquisición: 1996/10/28 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 3%
LT05_L1TP_227086_19980308_20161225_01_T1	Fecha de Adquisición: 1998/03/08 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_19990106_20161220_01_T1	Fecha de Adquisición: 06/01/1999 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_20010111_20161212_01_T1	Fecha de Adquisición: 2001/01/11 -LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_20030829_20161204_01_T1	Fecha de Adquisición: 2003/08/29 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_20031101_20161204_01_T1	Fecha de Adquisición: 01/11/2003 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_20050122_20161127_01_T1	Fecha de Adquisición: 22/01/2005 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_20051005_20161124_01_T1	Fecha de Adquisición: 05/10/2005 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres:10%
LT05_L1GS_227086_20061109_20161117_01_T2	Fecha de Adquisición: 2006/11/09 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Identificador de producto Landsat	Características
LT05_L1TP_227086_20100410_20161015_01_T1	Fecha de Adquisición: 10/04/2010 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0%
LT05_L1TP_227086_20101003_20161012_01_T1	Fecha de Adquisición: 03/10/2010 - LANDSAT_5 TM WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 1%
LC08_L1TP_227086_20131112_20180528_01_T1	Fecha de Adquisición: 2013/11/12 - LANDSAT_8 OLI TIRS WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0,17%
LC08_L1TP_227086_20141030_20170418_01_T1	Fecha de Adquisición: 2014/10/30 - LANDSAT_8 OLI TIRS WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 2,43%
LC08_L1TP_227086_20151204_20170401_01_T1	Fecha de Adquisición: 2015/12/04 - LANDSAT_8 OLI TIRS WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 3,58%
LC08_L1TP_227086_20170312_20170317_01_T1	Fecha de Adquisición: 2017/03/12 - LANDSAT_8 OLI TIRS WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0,03%
LC08_L1TP_227086_20171123_20171206_01_T1	Fecha de Adquisición: 2017/11/23 - LANDSAT_8 OLI TIRS WRS Path 227 WRS Row 086 Resolución espacial: 30 m - Cubierta de nubes terrestres: 0,03%

Fuente: elaboración propia

Sobre las/os autoras/es

Laffeuillade Lucía Manuela
Autora de artículos científicos y aportaciones a congresos nacionales e internacionales. Líneas de investigación relacionadas con Teledetección aplicada, Sistemas de Información Geográfica aplicados al estudio de problemáticas ambientales y Ordenamiento Territorial. En la actualidad participa como colaboradora ad honorem en cátedra "Teledetección y Sistemas de Información Geográfica" de la UNS.

Barragán Federico Gastón
Asistente de docencia con dedicación Exclusiva de las cátedras Teledetección y SIG y Teledetección I. del Departamento de Geografía y Turismo (DGyT) de la Universidad Nacional del Sur (UNS). Bahía Blanca. Buenos Aires. Argentina. Especialista en Cartografía Automatizada, teledetección y SIG por la Universidad Autónoma del Estado de México 2017. Integrante del Laboratorio de Geotecnologías del DGyT dentro del cual se desarrollan tareas de investigación y técnicas referentes a Infraestructuras de datos espaciales, Teledetección y Sistemas de información geográfica. Realización de trabajos de investigación y técnicos para profesionales, académicos, organismos públicos y consultoras privadas en el ámbito de las geotecnologías. Aplicado al manejo de Información geográfica, recursos naturales, transporte, salud.

Geraldi Alejandra Mabel
Licenciada en Geografía de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, República Argentina, título obtenido en 2018. Integrante de Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo (DGyT) de dicha casa de estudios. Título de Diplomatura en Geomática Aplicada a la Producción Agropecuaria expedido por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República Argentina (CONAE). Profesora Adjunta Doctora en el Departamento de Geografía y Turismo Universidad Nacional del Sur, donde se doctoró en 2009. Investigadora Adjunta CONICET. Imparte docencia en la misma Universidad en las Cátedras Teledetección y SIG, Teledetección I y Teledetección II Argentina. Líneas de atención preferentes en su labor investigadora:Dinámica Social Y Geoambiental en ambientes lagunares y cuencas, Tecnologías de la información geográfica, medio ambiente. Autora de un buen número de monografías, artículos científicos, y aportaciones a congresos nacionales e internacionales. Directora de proyectos de Investigacion(i+D) y Directora del Laboratorio de Geotecnologias, UNS. Pertenece a diversos comités científicos nacionales e internacionales, entre los que destaca: Asociación de Universidades del Grupo Montevideo (AUGM), *Red Académica de las Américas de UNGGIM, IDERA* (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina). Miembro Evaluador en Asian Journal of Environment and Ecology, RIAA. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental De La Universidad Nacional Colombia, Journal of Geography, Environment and Earth Science International.

Arias Johanna
Profesora en Geografía de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, República Argentina, título obtenido en 2018. Alumna avanzada de la Licenciatura en Geografía e integrante del Laboratorio de Geotecnologías del Departamento de Geografía y Turismo de dicha casa de estudios. Participación en congresos y jornadas nacionales vinculados a la geografía. Líneas de investigación relacionadas con la Teledetección aplicada, Sistemas de Información Geográfica aplicados al estudio de problemáticas ambientales y Teoría Social del Riesgo.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Reseñas bibliográficas
Bibliographical references

Reseña de *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale*

Eguzki Urteaga

Universidad del País Vasco

1. Datos Bibliográficos

- Nombres y apellidos del autor: Hervé Le Bras
- Título de la obra: *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale*
- Ciudad donde se editó: La Tour d'Aigues
- Editorial: Editions de l'Aube
- Fecha de edición: 2019
- Número de páginas: 165
- ISBN: 978-2815934077

Hervé Le Bras acaba de publicar su último libro titulado *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale* en la editorial de l'Aube cuya colección *Monde en cours* está dirigida por Jean Viard. Conviene recordar que este demógrafo e historiador galo es director de investigación emérito en el Instituto Nacional de Estudios Demográficos y director de estudios en la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales. Simultáneamente, ha ocupado números cargos docentes e investigadores en Francia, tales como la cátedra Colegios de estudios mundiales en la Fundación de la Casa de las Ciencias del Hombre. Fundador y editor de la revista *Mathematical Population Studies,* ha sido redactor jefe de *Populations* y miembro de los comités editoriales de numerosas publicaciones como *Histoire & mesure* o *Demographic research.* Autor de incontables artículos en revistas científicas tanto galas como extranjeras, ha publicado numerosos libros, entre los cuales es preciso mencionar *Les Limites de la planète* (1994), *Le Démon des origines* (1998), *La Démographie* (2005) y, más recientemente, *L'âge des migrations* (2017).

En la introducción de la presente obra, Le Bras constata que "el 94% de los [ciudadanos] franceses se [sienten] felices de vivir en su país, según un sondeo efectuado en marzo de 2018 en los 29 países de la Unión Europea por el Eurobarómetro" (p.7). Semejante proporción está por encima de la media de la Unión (91%) (p.7). Esta felicidad se debe, en parte, a un "sistema social protector. De todos los países [europeos], Francia consagra, en efecto, la mayor parte de su renta a la protección social. El 34% de su PIB [está dirigido] a las prestaciones de sanidad, jubilación, desempleo, vivienda [y] discapacidad" (p.7). En ese contexto, ¿Cómo explicar el movimiento de los Chalecos Amarillos y el apoyo del que goza en la población? (p.8). Para comprender esta paradoja, es preciso analizar "para qué sirven estos 34% del PIB dedicados a la protección social en comparación con las necesidades de la población y aquellos de otros países" (p.8).

En el primer capítulo, dedicado a la desgracia francesa, el demógrafo galo observa que, si una amplia mayoría de los ciudadanos de ese país se siente feliz de vivir en Francia, "simultáneamen-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

te, una fuerte proporción multiplica las valoraciones negativas sobre ese país y sobre su futuro" (p.11). Ese pesimismo supera el de los demás países europeos (p.11). "A la pregunta: ¿Confía en el futuro?, solamente el 58% de los franceses responden positivamente, mientras que los demás habitantes de la Unión son, de media, el 69% en ser confiados" (p.11). El pesimismo hexagonal "se extiende prácticamente a todos los ámbitos de la vida colectiva" (p.11). Así, "el 66% declara no confiar en los medios [de comunicación]", frente al 56% en la UE (p.11). Asimismo, solamente el 7% de la población gala confía en los partidos políticos, frente al 19% en la Unión, y sucede algo parecido con los sindicatos (p.12). Al contrario, confían, en mayor medida, en la instituciones que asumen funciones regalianas. De ese modo, "se declaran, más que la media europea, satisfechos de [la] policía, [del] ejército, e incluso [de la] función pública" (p.12).

Además, a pesar de que el Estado de Bienestar sea el más generoso de Europa, los ciudadanos franceses no hacen una valoración positiva del mismo, "dado que, con el 34% de respuestas favorables, son, de lejos, los que menos lo valoran en Europa, donde se observa globalmente un 67% de respuestas favorables" (p.14). Su opinión es igualmente adversa sobre sus conciudadanos, puesto que el 38% consideran no tener muchos puntos en común con los demás, con diferencia, la proporción más elevada de la UE (p.15). En cambio, su opinión respecto a la familia es netamente positiva (p.15). La diferencia entre los porcentajes de sus valoraciones sobre "su vida en general" y "la situación del país" da cuenta, según Le Bras, "del repliegue en la vida privada" (p.15). De hecho, los ciudadanos galos tienen el segundo desfase más importante (48%) de todos los países europeos (p.15).

En cuanto a su valoración "sobre la evolución de su existencia personal en general y la del país a lo largo de los últimos años, el 82% de los [ciudadanos galos] estiman que la situación de su país se ha deteriorado (…), mientras que solo el 35% piensan que su situación personal se ha degradado" (p.16). Por lo cual, "se encierran, a la vez, en el pasado y en la vida privada" (p.16). Para el autor, el confinamiento en la vida privada está vinculada a otra peculiaridad del Hexágono: "es el país de Europa que tiene la fecundidad más elevada" (p.17).

En el segundo capítulo, consagrado a las desigualdades y a la pobreza, el investigador francés recuerda que "la demanda más frecuente de los Chalecos Amarillos y de los participantes al Gran Debate ha sido la mejora del poder adquisitivo" (p.19). Los datos indican que "la renta disponible de los individuos ha progresado rápidamente durante los Treinta Gloriosos, [se ha estabilizado] entre 1976 y 1987 tras la crisis petrolífera, antes de retomar su ascenso hasta 2008. Pero, desde entonces, ha dejado de crecer" (p.19). Además, "los ganadores y los perdedores no han sido los mismos antes de 2008 y después" (p.20). En efecto, las personas mayores de entre 65 y 74 años han continuado a salir beneficiadas, puesto que "su renta mediana ha seguido siendo superior a la media durante prácticamente todo el periodo. Es [actualmente] superior del 10% al nivel medio" (p.20). En cambio, "las personas menores de 18 años siguen siendo el grupo de edad más pobre, y su situación no ha evolucionado mucho a lo largo de los últimos veinte años" (p.21).

Desde la crisis de 2008, "la renta de las personas menores de 65 años ha disminuido del 2,5%, mientras que aquella de los más mayores ha progresado del 9%" (p.22). 2008 ha interrumpido igualmente "la aproximación de la renta de los obreros y aquella de las clases superiores" (p.22). A partir de entonces, "las posiciones se han solidificado, [ya que], ni la renta de los [directivos], ni la de los obreros ha progresado" (p.22). Por último, los hogares se han visto afectados de diferentes maneras por la crisis (p.23). "Las rentas de los hogares monoparentales y de las personas solas activas, que ya habían progresado mucho menos que la media entre 1996 y 2012 (el 8% y el

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

11% respectivamente), han disminuido desde entonces, respectivamente del 1% y del 3,5%. En cambio, las parejas activas, con o sin hijos, cuya renta había progresado significativamente del 21% durante el primer periodo", han visto su renta estabilizarse (p.23).

El índice de Gini muestra que "la desigualdad disminuye netamente entre 1970 y el inicio de los años 1990, [y] luego aumenta lentamente tendencialmente (…). Si se excluye el ligero [repunte] de 2010 y 2012 a causa de las secuelas de la crisis de 2008, la tendencia es a la estabilidad desde 2005" (p.23). Sean cual sean los indicadores elegidos, "Francia ocupa una posición mediana e incluso mediana superior, en el sentido de que las desigualdades son más débiles que la media europea" (p.26).

A su vez, en el Hexágono, la pobreza ha disminuido considerablemente desde hace medio siglo. "Era todavía del 13% en 1970 [y] es [actualmente] del 8%" (p.29). No obstante, "la pobreza no ha evolucionado de la misma manera para las diversas categorías de la población. Entre 1996 y 2016, ha aumentado para los menores de 40 años y disminuido para aquellos mayores de 65 años" (p.29). Asimismo, "las situaciones familiares han acentuado o contenido la pobreza. Ha aumentado para los más frágiles, las personas solas y las familias monoparentales, y disminuido para las parejas, con o sin hijos" (p.31). La tasa de pobreza en Francia es "entre las más bajas, precisamente la sexta tasa más baja de la Unión" (p.31). En materia de desigualdades patrimoniales, si esta ha variado poco en general, en detalle, "el patrimonio medio de los dos tramos más pobres ha disminuido, el del tercer tramo [se ha estabilizado] y del tramo superior ha aumentado" (p.35). En cuanto a la distribución del patrimonio en los 17 países de la eurozona, Francia ocupa una posición mediana.

En resumidas cuentas, en comparación con los demás países europeos, "Francia figura entre aquellos en los cuales la pobreza y las desigualdades están mejor contenidas y mejor corregidas por la política social" (p.37).

En el tercer capítulo, que se interesa por la sanidad, Le Bras pone de manifiesto que "la sobrepoblación de los servicios de urgencias, cuyo número de pacientes se ha duplicado desde hace diez años, la extensión de los desiertos médicos, la disminución del número de [médicos de cabecera] y de ciertos especialistas, tales como los oftalmólogos, el cierre de maternidades y de hospitales de proximidad, el aumento del [copago, o] el no reembolso de un número creciente de medicamentos" parecen indicar que el sistema sanitario galo está en crisis (p.39).

A pesar de ello, la esperanza de vida en Francia es de las más elevadas del mundo, especialmente entre las mujeres, ya que "pueden esperar vivir 85,3 años de media" (pp.39-40). De hecho, "la esperanza de vida ha aumentado mucho en Francia desde mediados de los años setenta, sobre todo en razón de la bajada de la mortalidad en edades [avanzadas]" (p.42). No obstante, desde 2015, "una ralentización próxima a la estabilización se perfila. (…) La misma ralentización se ha producido en una mayoría de países desarrollados" (p.42).

De cara al futuro, "el optimismo en cuanto a la evolución (…) de la mortalidad está a menudo justificado por el avance de la medicina" (p.43). Además, "si las rentas progresan, si la proporción de categorías sociales populares disminuye, si la educación se generaliza, la parte de las esperanzas de vida más altas debería aumentar y, con ella, la esperanza de vida de toda la población" (p.43). Pero, las diferencias de esperanza de vida son notables en función de la categoría socio-profesional, la renta, el nivel educativo o el género (p.44). Además, varios factores aumentan el riesgo de fallecimiento, tales como el consumo de opiáceos en Estados Unidos. "En Europa, los principales

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

factores de riesgo son (…) la adicción al tabaco y al alcohol" (p.44). En materia de consumo de tabaco, "Francia está únicamente superado por los antiguos países del bloque soviético", mientras que, en cuanto al consumo de alcohol, el Hexágono ocupa el noveno lugar (p.46).

En lo que se refiere al número de médicos para mil habitantes, Francia se sitúa en una posición mediana, al ocupar el 24 lugar sobre un total de 44 países. Su clasificación mejora en lo que atañe al número de enfermeras y comadronas, al situarse en el 13 lugar (p.46). Y, en materia de gasto sanitario con respecto al PIB, Francia se sitúa en el cuarto lugar, por detrás de Alemania, Holanda y Reino Unido, pero por delante de los países nórdicos (p.48).

En el cuarto capítulo, referente a las prestaciones sociales y a las pensiones, el demógrafo galo observa que, aunque el nivel de las prestaciones sociales sitúe a Francia en la primera posición europea con el 34% del PIB, la opinión pública considera que "el nivel elevado de las prestaciones está causado por la punción que opera la burocracia a causa de procedimientos ineficaces", olvidando que la gestión solo representa una pequeña parte del total de las prestaciones, en torno al 4% (p.55). "Estas prestaciones sociales aseguran una importante redistribución de las rentas. (…) Representan el 45% de la renta disponible por encima del primer decil", es decir para los 10% más pobres (p.57).

En esta materia, "la situación de las personas mayores ha mejorado considerablemente desde los años sesenta" (p.59). Hoy en día, solamente el 4,5% de las personas mayores de 65 años cobran la pensión mínima, lo que significa que su proporción "ha sido dividida por diez y su número por cinco" (p.60). El elevado nivel de las pensiones y "su generalización han reducido eficazmente la pobreza de las personas mayores, tal como existía hace medio siglo" (p.60). Esto tiene repercusiones presupuestarias, dado que "Francia es (…) el tercer país de la Unión Europea que atribuye el mayor porcentaje de su PIB a la vejez" (p.60). Esto se explica por el elevado nivel de las pensiones en comparación con la mayoría de los países europeos (p.61). Además, en 2016, los ciudadanos galos se jubilan de media a los 60 años. Y, como la esperanza de vida es elevada en Francia, "la duración de vida media tras jubilarse es, ella también, la más elevada de los países europeos, tanto para los hombres (23,6 años) como para las mujeres (27,6 años)" (p.62). A su vez, la duración del trabajo semanal es una de las más bajas del Viejo Continente (p.63).

Según Le Bras, los ciudadanos franceses no son conscientes de su situación ventajosa con respecto a otros países, ya que una proporción no desdeñable desean jubilarse de manera anticipada, aunque sean realistas al respecto (pp.66-67). Pero, ese realismo no es aceptado de buen gusto (p.67). A menudo, justifican su demanda de aumento de las pensiones por su deseo de "ayudar a sus hijos que tienen dificultades para encontrar un trabajo o alojarse" (p.67).

En el quinto capítulo, que aborda las familias y la vivienda, el demógrafo francés pone de relieve que "el malestar francés se traduce por una proporción elevada de suicidios", en comparación con los países vecinos (p.69). "La tasa se eleva durante los años sesenta, se estabiliza a 20 por 100.000 de 1980 a 1995, y luego se inicia una decrecida hacia su valor actual de 14 [por 100.000]" (p.69). Esta bajada afecta a todos los grupos de edad por igual y "la crisis de 2008 no tiene ningún efecto sobre esta evolución, así como el auge del desempleo" (p.70).

Asimismo, a partir de mediados de los años setenta, la mayoría de los comportamientos familiares cambia. Repentinamente, "el número de matrimonios disminuye y la bajada prosigue hasta hoy en día" (p.71). La fecundidad retrocede a su vez. Esto se debe ampliamente al incremento de la edad de matrimonio y, por lo tanto, a la edad del primer nacimiento (p.71). De la misma forma,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

el número de nacimientos fuera del matrimonio crece así como la cantidad de divorcios (p.71). En 2015, "la proporción de divorcios se eleva en Francia al 46% de los matrimonios celebrados siete años antes" (p.76). Francia se sitúa en una posición un poco superior a la media, "pero inferior a la de una decena de países" (p.76).

Esto se traduce por "un aumento de la proporción de personas que viven solas y de la proporción de familias monoparentales" (p.72). Así, si en 1962, el 6,5% de las personas viven solas en Francia, esta proporción alcanza el 16% hoy en día, es decir una de cada ocho personas (p.73). A su vez, la proporción de familias monoparentales ha aumentado considerablemente con el incremento del número de divorcios. "En 2015, el 24,5% de las familias eran monoparentales, frente al 7% en 1982" (p.74). En esta materia, "sobre los 29 países [europeos], Francia es el 11 país con la menor proporción de familias monoparentales" (p.75).

En cuanto a la vivienda, su peso "ha aumentado en el consumo final de los [ciudadanos galos], pasando del 21% al 26% entre 1982 y 2015, lo que ha sido una de las causas importantes del reciente descontento" (p.80). No en vano, "Francia [dedica] uno de los presupuestos más importantes de la Unión a ayudar a los más pobres a [pagar] sus gastos de alojamiento" (p.80). A pesar de ello, el Hexágono sufre de sobrepoblación en las viviendas, situándose en el octavo lugar en esta materia con el 7,5% (pp.82-83).

En el sexto capítulo, que aborda la cuestión de la seguridad, el autor observa que, "en Francia metropolitana, desde hace veinte años, el número de homicidios evoluciona [claramente] a la baja" (p.86). No obstante, comparando el Hexágono con los demás países de Europa del Oeste y del Norte, "el lugar de Francia es malo", dado que, en 2014, sobre los 15 países de esta zona geográfica, tiene la tercera tasa más elevada de homicidios (p.86). Asimismo, en cuanto a la proporción de presos por habitante, "Francia no se encuentra en una muy buena posición", dado que, "encarcela menos que Reino Unido y España, pero más que Alemania" (p.88). En resumidas cuentas, en materia de seguridad, "Francia ocupa un lugar mediano o por encima de la media" europea (p.92).

En el séptimo capítulo, que analiza la situación de la periferia, Le Bras subraya que una de las explicaciones de la revuelta de los Chalecos Amarillos es geográfica, puesto que "las metrópolis han sido acusadas de acaparar la atención y los medios [del país], rechazando en la sombra [la] periferia (…). No solamente esta periferia sería más pobre, menos educada [y] más mayor, sino que los políticos la descuidarían" (p.99). Esta representación no se ajusta del todo a la realidad.

Bien es cierto que el reparto geográfico de los Chalecos Amarillos corresponde a "la Francia del vacío, la que está poco poblada y que continúa a despoblarse, aquella en la cual los servicios públicos y privados cierran, una Francia cada vez más alejada" (p.102). De hecho, "la despoblación tiene inevitablemente consecuencias. Las oficinas de correos, las escuelas, las maternidades, los pequeños comercios cierran, por falta de público. El desierto no es solamente humano, es también administrativo" (p.102). No es casual que los Chalecos Amarillos estén especialmente movilizados en estas zonas. En efecto, "el incremento del coste de los carburantes no era solamente una cuestión coyuntural, [ya que] cuestionaba globalmente un modo de vida" (p.104).

En general, en la elección presidencial gala de 2017, "el voto FN [de extrema derecha] aumenta rápidamente con el alejamiento de una gran ciudad" (p.105). Corresponde a las zonas en las cuales el hábitat periurbano [predomina], aquellas donde los habitantes trabajan (…) en el centro o cerca del centro de la gran ciudad [más] próxima" (p.105). Asimismo, en los pequeños municipios rurales, el voto frentista es elevado. En varios aspectos, "los territorios alejados de las grandes

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

ciudades parecen estar desfavorecidos", como lo muestra la cartografía del nivel de vida mediano del municipio (p.107). Así, "los niveles de vida más elevados se encuentran en la primera corona que rodea las grandes ciudades", mientras que disminuyen a medida que nos alejamos de ellas (p.107). De hecho, "hasta una distancia de 50 kilómetros del centro de las grandes ciudades, el nivel de vida decrece" (p.107).

A ese respecto, es preciso indicar que "el nivel de vida de los municipios depende (…) de su composición social. Desde ese punto de vista, existe una gran diferencia entre los pequeños municipios (…) y las grandes ciudades (…). Los primeros solo constan del 10% de [directivos] y de profesiones liberales, [mientras que] los segundos [concentran] el 30%" (p.109). Y, "dado que el título académico está estrechamente vinculado a la posición social, se puede hacer la misma constatación con la educación" (p.110).

En cambio, "el alejamiento de la gran ciudad no concentra los problemas sociales. Al contrario, estos son más agudos en el centro que en la periferia próxima o lejana" (p.117). De hecho, "los más pobres y los más ricos están interesados en vivir a proximidad del centro por razones diferentes, [unos] para utilizar mejor su red de relaciones y los recursos culturales, y [otros] para aprovechar las oportunidades de empleo que las zonas rurales no les ofrecían. Fuera de los grandes centros, una mayor igualdad [prevalece]" (p.115). En otros términos, mientras que las grandes ciudades ofrecen la esperanza de acceder a un estatus superior, los territorios alejados protegen socialmente (p.115). De modo que sea necesario abandonar "una visión binaria de la sociedad en la cual los problemas se incrementarían a medida que unos se alejan de las grandes aglomeraciones" (p.114).

En el octavo capítulo, que se adentra en la educación y la movilidad social, el demógrafo galo constata que, en un país meritocrático como Francia, se ha producido últimamente "un deslizamiento de la escala social hacia las categorías superiores (…) más lento que el de la [obtención de títulos académicos]. Ese divorcio tiene graves consecuencias tanto para el valor de los diplomas como para su utilidad social. La confianza en su valor se ha [reducido]. El malestar social de Francia está ampliamente vinculado a ese desajuste", nos dice el autor (p.119).

En efecto, si, en 1968, el 36% de los habitantes de entre 25 y 54 años carece de cualquier título, esta proporción representa el 12% hoy en día. A su vez, la proporción de diplomados de la enseñanza superior ha pasado del 5,7% al 36% durante el mismo periodo" (p.119). Esta evolución resulta de "una progresión sin precedentes de la duración de los estudios entre 1975 y 1995 (…). Los jóvenes franceses han [tenido la esperanza de] encontrar en los títulos académicos un antídoto al desempleo de masas que se amplificaba entonces" (p.120). Aunque hayan sido rápidos, "el crecimiento de la proporción de [directivos] y el de la proporción de aquellos que han proseguido sus estudios después del bachillerato (…), no son del mismo orden de grandeza. La proporción de [directivos] ha aumentado, en valor absoluto, de 10 puntos", mientras que la de los titulados de la enseñanza superior lo ha hecho de 30 puntos (pp.121-122). Por lo cual, "la posesión de un [título] superior al bachillerato ya no garantiza el acceso a la clase superior" (p.122). De hecho, "la economía real y la educación no han evolucionado al mismo ritmo", lo que es difícilmente soportable en un país que aspira a ser meritocrático (p.122). Y, "cuando la oferta de diplomas supera ampliamente la demanda de titulación, la selección se basa en otros criterios", tales como el entorno social de la familia y su red de influencia (p.122). En este caso, la meritocracia deja su lugar a la reproducción social (p.122).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

De manera general, en la actualidad, la estagnación social prevalece en Francia (p.126). Mientras que, entre 1999 y 2007, la movilidad social ha sido efectiva, esta se ha estancado entre 2007 y 2015 (p.128). Y así lo perciben los ciudadanos. "A la pregunta: ¿Con respecto a hace treinta años, las posibilidades de éxito en la vida se han convertido en más equitativas en Francia?, el 57% de las personas interrogadas responden por la negativa y solamente el 22% positivamente. De los 29 países de la Unión Europea, Francia tiene el porcentaje más elevado de respuestas negativas (…). La media europea es del 29% de respuestas negativas y del 46% de positivas" (p.129). Asimismo, "la proporción de [ciudadanos galos] que piensan haber conocido un menor éxito que sus padres supera de cinco puntos la proporción de aquellos que piensan haberlo hecho mejor que la generación [anterior]" (pp.129-130). Francia obtiene el peor resultado de toda Europa" (p.130). Pero, cuando comparan su éxito al de sus abuelos, su valoración es positiva y se halla en la media europea (p.130).

En resumidas cuentas, "los franceses tienen una sensación de fracaso más fuerte que en los países vecinos", pero son incapaces de dar una explicación racional (p.131). "Ni los estudios, ni el origen familiar, ni el origen étnico, ni las relaciones políticas parecen ser capaces de explicar su sensación de fracaso" (p.131). En realidad, los ciudadanos galos no valoran su situación presente, sino sus perspectivas de futuro, ya que la movilidad social ascendente parece haberse estancado (p.131).

Además, la inserción de las mujeres en el mercado laboral es una de las transformaciones más importantes de la segunda mitad del siglo XX. "Mientras que menos de 50% de las mujeres de entre 25 y 55 años eran activas en 1962, son más del 80% hoy en día" (p.133). Una de las consecuencias de esta transformación ha sido "la estabilidad de la tasa de empleo de las personas de más de 20 años desde el inicio de los años setenta" (p.134). Ese incremento de la presencia femenina en el empleo ha significado también que "las mujeres pasen del espacio privado, donde se hallaban bajo la dependencia [de los hombres], al espacio público, donde pueden gozar de autonomía" (p.137).

No en vano, la igualdad salarial entre hombres y mujeres es todavía lejana, dado que, "entre 2005 y 2015, la diferencia de salario medio entre los dos sexos tan solo ha bajado del 20% al 18%" (p.137). Todo ello, a pesar de que, a nivel de la titulación académica, las mujeres han superado a los hombres. Pero, "la progresión de la educación no se ha traducido por una progresión social", no al menos en las mismas proporciones (p.140). "A títulos iguales, las mujeres están lejos de tener las mismas posiciones que los hombres. Esto es especialmente claro en los niveles más altos de educación" (p.140). Y si los ciudadanos galos aspiran a una mayor igualdad de género, "siguen siendo pesimistas en cuanto a la posibilidad de alcanzarla" (p.144). Ese pesimismo se explica por su escepticismo en cuanto a las posibilidades legales y por su sobreestimación del rol desempeñado por los medios de comunicación (p.147).

En el apartado de conclusiones, el autor recuerda que "un país no está bien o mal [en sí] sino respecto a otros países y en relación a su pasado [reciente]" (p.150). En comparación con los demás países europeos, Francia es "uno de los menos pobres y uno de los más igualitarios. Posee uno de los sistemas sanitarios más eficaces y uno de los sistemas de pensiones más generosos. Sus territorios rurales son más seguros, padecen menos paro y sub-educación que el corazón de las grandes ciudades" (p.150). En referencia al pasado, el panorama es menos halagüeño. "A un periodo de crecimiento rápido hasta 1974, ha sucedido hasta 2008 un crecimiento más débil e irregular, y luego, en los últimos diez años, una práctica estagnación" (p.150). "La pobreza ha

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

crecido ligeramente, la esperanza de vida tiende a estancarse, la criminalidad no disminuye [y] el número de presos aumenta" (p.150).

De cara al futuro, "para numerosos franceses que han salido de la pobreza, el acceso a la profusión de bienes de consumo estaba a [su alcance] y, de repente, [esta expectativa se ha difuminado]. Las demandas recurrentes de incremento del nivel de vida, de revalorización del salario mínimo interprofesional y de las pensiones de jubilación traducen ese desencanto" (p.151). Se sienten decepcionados por su inmovilización en un estatus social determinado, sensación reforzada por las escasas perspectivas ofrecidas a sus hijos (p.152).

En cualquier caso, "la dificultad de la situación francesa no estriba (…) en unas causas puramente socioeconómicas, sino en unas percepciones, representaciones [y] mitos que, por definición, no [se corresponden con] la realidad" (p.153). En definitiva, "Francia está bien según numerosos criterios pero los franceses no se dan cuenta de ello a causa de segregaciones cada vez más numerosas en función de la educación, la distancia [respecto] a las grandes ciudades, los orígenes sociales, [e incluso] la separación entre actividades intelectuales y manuales" (p.155).

Al término de la lectura de la obra *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale*, es preciso subrayar la gran actualidad del tema elegido, un año después del inicio del movimiento de los Chalecos Amarillos que ha sacudido a Francia, tratando de comprender las razones que han provocado esta movilización y poniendo de manifiesto los desfases existentes entre los datos objetivos y las percepciones subjetivas. Lo hace utilizando diversas técnicas estadísticas, que domina a la perfección, y que dan lugar a un gran número de cuadros, gráficos y mapas que, a la vez, ilustran la demostración y propician su comprensión por el lector. No en vano, si su razonamiento es convincente a la hora de explicar el desfase existente entre realidad empírica y percepción social, no lo es tanto cuando trata de dar cuenta del porqué del malestar y del descontento social que expresan las personas que forman parte del movimiento de los Chalecos Amarillos.

En todo caso, la lectura de esta obra es indispensable para tener una visión documentada y pormenorizada de la sociedad gala.

2. Bibliografía

- LE BRAS, H. (1994): *Les Limites de la planète: mythes de la nature et de la population.* París: Flammarion.
- LE BRAS, H. (1998): *Le Démon des origines: Démographie et Extrême Droite.* La Tour d'Aigues: Éditions de l'Aube.
- LE BRAS, H. (2005): *La Démographie.* París: Odile Jacob.
- LE BRAS, H. (2017): *L'âge des migrations.* París: Autrement.
- LE BRAS, H. (2019): *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale.* La Tour d'Aigues: Editions de l'Aube.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Reseña de *España: Geografías para un Estado posmoderno*

Marina Frolova

Universidad de Granada

1. Datos Bibliográficos

- Nombres y apellidos de los editores: Farinós Dasí, Joaquín, Ojeda Rivera, Juan Francisco y Trillo Santamaría, Juan Manuel
- Título de la obra: *España: Geografías para un Estado posmoderno*
- Ciudad donde se editó: Madrid/Barcelona
- Editorial: AGE/Geocrítica
- Fecha de edición: 2019.

El libro electrónico *España: Geografías para un Estado posmoderno*, publicado por la Asociación de Geógrafos Españoles, en coedición con la editorial Geocrítica (Madrid/Barcelona), se ha nutrido de las aportaciones y reflexiones compartidas en el marco del IX Coloquio de Historia del Pensamiento Geográfico de la Asociación Española de Geografía, celebrado en el verano de 2018 en Cocentaina (Alicante). Tal como apuntan sus editores, J. Farinós Dasí, J. F. Ojeda Rivera y J.M. Trillo Santamaría, la obra no es una simple acta del Coloquio sobre la organización territorial del Estado en la España actual, sino el fruto de un diálogo entre expertos en asuntos territoriales de diversos campos disciplinares, con una importante contribución de geógrafos. El libro recopila tanto resultados de investigaciones, en sentido estricto, como algunos capítulos de carácter más divulgativo e, incluso, alguna propuesta concreta en materia de políticas territoriales.

En la presentación de la obra sus editores destacan que en España, "Estado compuesto por naciones de distintas y asimétricas entidades", no se ha llegado a establecer consensos básicos y duraderos en algunos asuntos fundamentales de la política territorial. Tampoco parece existir una Geografía Política estatal "que se posicione teórica y prácticamente en la comprensión de un Estado complejo de naciones plurales". Por tanto, partiendo de la idea de que la "herencia geográfica más preciada" de España es "el reconocimiento de la diversidad de la Península Ibérica y de todos los territorios del Estado español", los editores establecen como meta para la Geografía Regional actual, en general, y los estudios sobre el modelo territorial español, en particular: 1) la revalorización de una geografía descriptiva y analítica, imprescindible para entender la complejidad de los procesos territoriales; 2) la promoción de consensos en la definición de términos clave de índole socio-territorial (nación, estado, país, flujo, red, lugar, etc.), que adquieren un sentido renovado en el contexto de un nuevo Estado red posmoderno. En tal sentido, los autores del libro realizan el esfuerzo de explorar los retos del estudio geográfico del Estado posmoderno en España. La abundante bibliografía existente en diferentes idiomas, tanto de España (castellano, catalán, valenciano, gallego) como de Europa (inglés, francés, portugués…), nos facilita el acceso a

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

las referencias de la producción geográfica histórica y actual, sobre las diversas cuestiones relacionadas con los modelos territoriales del Estado, en general, y con la crisis catalana, en particular.

Los veinte capítulos del libro se organizan en tres bloques diferenciados, pero al mismo tiempo interrelacionados por algunos temas transversales como, por ejemplo, el tema de la complejidad y diversidad geográfica y cultural de España.

El primer bloque, dedicado al proyecto y la idea de España, empieza con el capítulo de J. Mora Galiana, J.F. Ojeda Rivera y J. Tort i Donada. Sus autores exploran el contexto geográfico de la configuración geopolítica de España, su plurinacionalidad y complejidad territorial, y el problema de la "compatibilidad" entre la idea de España y la idea de Europa. En el capítulo 2, J. Gómez Mendoza establece un paralelismo entre las obras geohistóricas de Braudel y Vicens Vives y muestra que ambos "compartieron el modo de concebir la relación de los factores geográficos con los procesos históricos, que aplicaron a escalas de espacio y de tiempo variables, pero casi siempre de ámbitos grandes y procesos pluriseculares" (p. 38). La autora destaca que Vicens fue descubriendo "los defectos que presentaba la historiografía catalana…, lo que le llevó a terminar interpretando la historia de España en términos de desencuentros entre Castilla y Cataluña" (p. 39).

Los capítulos 3, 4 y 5 abordan la cuestión catalana en el proyecto de España desde perspectivas diferentes. J. Oliveras Samitier la estudia "en relación con determinadas actuaciones llevadas a cabo por el gobierno y parlamento autónomo, y por el gobierno y altas instituciones del Estado" (p. 45). J. Vicente Rufi la sitúa en un contexto más amplio, el de la globalización del sistema mundial. Para él, "el conflicto entre 'Cataluña' y 'España' consiste en el choque entre dos soberanismos/nacionalismos" antagónicos, acentuándose este antagonismo por la globalización, el re-escalamiento, la crisis de 2008 y la re-territorialización (p. 66). L. Frago Clols se aproxima al proceso de difusión del independentismo catalán como fenómeno social y producto de las transformaciones territoriales de Cataluña, y plantea "la necesidad de repensar la geopolítica interna catalana a la luz de las nuevas fronteras metropolitanas, con sus tensiones y su permanente expansión" (p. 79).

Los capítulos 6 y 7 se enfocan en la problemática de la organización territorial de España y la reforma constitucional. Así, L. López Trigal reflexiona sobre el modelo de organización territorial de España y sus escenarios en el marco de una "presumible y necesaria reforma de la Constitución vigente o en la perspectiva de un nuevo periodo constituyente" (p. 89). Por su parte, M. Alcaraz Ramos -Conseller de la Generalitat Valenciana- presenta la propuesta federal contenida en un acuerdo concreto de reforma constitucional aprobado por el Consell de aquel Gobierno.

Los distintos capítulos del segundo bloque exploran la problemática de la articulación del modelo territorial de España, comenzando por el abordaje —en los capítulos 8, 9 y 10— del propio concepto de modelo territorial español. Así, F. Zoido Naranjo cuestiona su significado actual, destacando que no debe reducirse la organización político-territorial del Estado al mapa autonómico. Por ello, propone que, ante una posible reforma de la Constitución Española de 1978, se subsanen las insuficiencias, debiendo figurar la ordenación del territorio como competencia estatal e incluirse en el texto constitucional una mención explícita del término paisaje.

J. Cruz Villalón, en el capítulo 9, critica igualmente el uso del término "modelo territorial" en España y propone distinguir, por un lado, el marco de organización territorial, o marco de organización político-administrativa del Estado español, y, por otro, el concepto de modelo territorial; este quedaría reservado para los modelos que han establecido las distintas Comunidades

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Autónomas (CCAA) en España, otras regiones europeas, otros gobiernos nacionales o, incluso, la propia Unión Europea, a través de sus documentos de planificación territorial estratégica (pp. 109-110). Otra sugerencia de la autora es debatir sobre la conveniencia del "reconocimiento de un nivel intermedio de organización político-administrativa entre la provincia y la comunidad autónoma, más específicamente las áreas metropolitanas" (p. 110).

A. Serrano Rodríguez, en el capítulo 10, investiga la evolución del modelo territorial español hasta 2030, partiendo de la situación preconstitucional y de sus dinámicas inherentes. El autor señala que es necesario sustituir el concepto de competencia, en su sentido económico y territorial, por los de concertación y cooperación, para poner las bases que reviertan las crecientes desigualdades sociales en oportunidades y en riqueza. Por otra parte, enfatiza que las políticas de equilibrio territorial deben diferenciarse espacialmente, combatiendo desigualdades con desigualdades compensatorias (discriminación positiva).

Los siguientes capítulos de este bloque se aproximan a la articulación del modelo territorial desde las perspectivas de red de transporte (M. Pazos Otón), de la despoblación (M. Molina Ibañez), la cohesión territorial (J. I. Plaza Gutiérrez) y la cooperación entre CCAA (J. Farinos Dasi). M. Pazos Otón (capítulo 11) analiza el desarrollo de la alta velocidad en España en las últimas décadas y el papel que desempeñan las infraestructuras de transportes en la ordenación del territorio a nivel estatal. El autor demuestra que el modelo del tren de alta velocidad ferroviaria, por el que ha apostado España en las últimas décadas, es insostenible desde el punto de vista económico, e insolidario desde el punto espacial, ya que permite solo la movilidad inter-ciudades y refuerza los desequilibrios territoriales. Por último, señala que el AVE no actúa en sinergia con otros medios y modos de transporte capaces de vertebrar el territorio.

En el capítulo 12, M. Molina Ibáñez se centra en la dimensión territorial de la despoblación en el contexto de las políticas públicas del entorno europeo. Para ella "la despoblación constituye una crisis de territorios y deriva de la configuración de un modelo territorial de concentración de la inversión, del empleo y por consiguiente de la población, creándose sistemas urbanos-metropolitanos dinámicos, pero ya con importantes externalidades negativas frente al abandono rural" (pp. 153-154). Por lo tanto, la despoblación debe entenderse en relación con el modelo dual "de concentración/desertización, de dinamismo/estancamiento-retroceso", y obedece tanto a "la dinámica del mercado como al diseño de políticas públicas que han estado orientadas a generar crecimientos rápidos, antes que verdaderos desarrollos, a partir de economías de escala, desde una óptica sectorial y no socio-territorial, sustentados sobre variables e indicadores tradicionales vinculados al PIB o a la renta" (p. 154).

En el capítulo 13, J. I. Plaza Gutiérrez reflexiona sobre los desequilibrios interregionales y la cohesión territorial. El autor hace un repaso de la evolución de los desequilibrios regionales en España y de las políticas e instrumentos puestos en marcha para lograr la cohesión. Como factores que dificultan la cohesión interterritorial J. I. Plaza menciona las desigualdades interterritoriales, los sistemas de financiación de las CCAA y la persistencia de las asimetrías regionales, creadas por la urbanización, las infraestructuras de transporte, la localización de la población y de la actividad productiva, la competencia por algunos recursos, etc. Además, según él, la crisis iniciada hace ya casi una década acentúa las desigualdades interregionales.

En el último capítulo de este bloque, J. Farinós Dasí plantea la cooperación horizontal de carácter territorial entre CCAA, abordando tanto la cuestión de la organización territorial del Estado, como la problemática del modelo territorial del conjunto. Destaca, asimismo, que es necesario

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

avanzar hacia un Estado posmoderno, de multiterritorialidades y en red, en el que las nuevas formas de gobernanza se apoyen en el principio de cooperación, no recogido en el texto constitucional, circunstancia que, según él, debería corregirse. Por lo tanto, "el reto del Estado posmoderno es ser capaz de articular un proyecto no solo regional (de regiones económicas) sino territorial (social, en valores y pegado al propio territorio y su carácter, como parte de un sistema mayor, creado desde abajo con una lógica de conjunto –subsidiaria -)" (p. 201).

En último término, el tercer bloque, "Fronteras, entre la cooperación y el conflicto", recoge seis contribuciones que exploran el tema de las fronteras en diferentes contextos regionales y nacionales. En el primer capítulo de este bloque (capítulo 15), R. C. Lois González reflexiona acerca de la diversidad de los límites y las fronteras geográficas. Pone de manifiesto que la existencia de territorios y territorialidad va ligada al establecimiento, "sobre bases reales o forzadas", de límites y fronteras, que pueden ser físicas o mentales. El autor analiza la diversidad de las fronteras y finaliza su capítulo con unas preguntas que habría que plantearse en un estudio de las fronteras.

Los capítulos 16, 17 y 20, escritos, respectivamente, por A. Durà Guimerà, M. Berzi, F. Camonita, A. Noferini (16), L. López Trigal (17), J.M. Trillo Santamaría y V. Paül Carril (20), exploran la problemática de las fronteras estatales, tanto desde la perspectiva europea, en concreto de las euroregiones (capítulo 16), como desde la perspectiva de escalas territoriales de mayor detalle (capítulos 17 y 20), centrándose esos dos últimos capítulos en las cuestiones de las fronteras estatales de España con Francia, Andorra y Portugal. Todas estas contribuciones muestran que aunque se está produciendo un proceso de consolidación de la cooperación transfronteriza, esta cooperación no está exenta de fragilidades, que se manifiestan a diferentes escalas territoriales. En concreto, J. M. Trillo y V. Paül apuntan a que ciertas problemáticas detectadas en los proyectos de cooperación transfronteriza a nivel inter-estatal acaban por reproducirse a escala inter-autonómica, lo que invita a reflexionar sobre la necesidad de vehicular políticas de cooperación efectiva entre administraciones públicas. En este sentido, el estudio de R. Galindo Caldés, A. Santasusagna Riu y J. Tort i Donada (capítulo 19) aborda cuestiones de ordenación territorial relacionadas con las fronteras entre CCAA de España. Centran su atención en la Ribagorza, una región histórica de los Pirineos situada en los límites entre la Comunidad Autónoma de Cataluña y la de Aragón. A partir del análisis de las disfunciones y conflictos, y de algunas buenas prácticas que se han desarrollado en ese espacio fronterizo, los autores concluyen que el límite administrativo, entendido como barrera, "deviene un síntoma del funcionamiento deficiente del sistema autonómico y del sistema de Administraciones Públicas en su conjunto: una anomalía que permite entender, en última instancia, que acaben surgiendo con fuerza las denominadas fronteras interiores" (p. 266).

El capítulo 18, de J. García Álvarez, explora la relación entre la territorialidad estatal y el conocimiento geográfico a partir del análisis del proceso de delimitación de las fronteras ibéricas. El autor demuestra que las fronteras luso-española y franco-española son, en buena medida, "fronteras de posesión", pero su trazado responde también a las "políticas de delimitación impulsadas por los gobiernos centrales como parte de la construcción de los Estados-nación" (pp. 250-251).

El libro se cierra con el Epílogo de H. Capel. El autor vuelve a la cuestión del modelo territorial español. Basándose en un análisis del significado político e histórico y las limitaciones de la Constitución de 1978, señala la necesidad de "una reforma de la Constitución en sentido federal o confederal, en el contexto de la Unión Europea" (p. 291), que podría permitir resolver algunos problemas actuales del modelo territorial español.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

En definitiva, el libro España: Geografías para un Estado posmoderno, editado por J. Farinós Dasí, J. F. Ojeda Rivera y J. M. Trillo Santamaría, es una obra novedosa y necesaria. Representa además una meta difícil, ya que recopila contribuciones de una treintena de autores procedentes de diferentes campos disciplinares y diferentes regiones de España, de posiciones políticas a veces contrastadas, sobre el pasado, presente y futuro del modelo territorial español.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129