Cuadernos Geográficos

Universidad de Granada

Número 57(2) (2018)

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 Edición
Editing Secretary

Jonatan Arias García, Universidad de Granada

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 57(2) (2018)

Mayo-Agosto 2018 | 349 páginas

Sumario
Contents

Artículos / Articles

6-26 Pablo Fraile Jurado | José Álvarez-Francoso | José Ojeda-Zújar
Cartografía de la probabilidad de inundación del litoral andaluz a finales del siglo XXI ante la subida del nivel del mar
Cartography of the probability of inundation of the andalusian coast by the end of the 21st century

27-52 Pedro Dorta Antequera | Abel López Díez | Jaime Díaz Pacheco
El calentamiento global en el Atlántico Norte Suroriental. El caso de Canarias. Estado de la cuestión y perspectivas de futuro
The global warming in the Southeast region of the North Atlantic Ocean. The case of Canary Islands. State of the art and further perspectives

53-71 Ana Isabel Huaico Malhue | Asunción Romero Díaz | Martha Ileana Espejel Carbajal
Evolución de los enfoques en desertificación: una revisión de 170 estudios de casos
Analysis of the evolution on desertification approaches: a review of 170 case-studies

72-91 Basheer Sofiyan Abuelaish | María Teresa Camacho Olmedo
Analysis and Modelling of Groundwater Salinity Dynamics in the Gaza strip
Análisis y modelización de la salinidad del agua subterránea en la Franja de Gaza

92-112 Gema Sánchez Emeterio | Rafael Ubaldo Gosálvez Rey | Máximo Florín Beltrán
Análisis de metapoblaciones de aves acuáticas en La Mancha Húmeda: importancia de la disponibilidad de humedales
Analysis of waterbirds metapopulations in La Mancha Húmeda: availability of wetlands importance

113-137 Miguel Angel Mesa Garrido
La Desamortización civil de Madoz. Resultados para los montes públicos en la provincia de Granada 1855-1924
The Civil Disentailment of Madoz. Outcomes for the Public Forests in the Granada province. 1855-1924

138-161 Antoni Barceló Adrover | Miquel Grimalt Gelabert | Jaume Binimelis Sebastián
Planificación y ordenación territorial de la caza. Hacia una comarcalización cinegética de Mallorca
Territorial planning and game management. A Model of hunting regions in Mallorca

162-188 Pedro Chévez | Irene Martini | Carlos Discoli
Análisis territorial y temporal del consumo eléctrico en el sector residencial de Argentina (1995-2014)
Territorial and temporal analysis of electrical consumption in the residential sector of Argentina (1995-2014)

189-210 Eduardo Olazabal | Carmen Bellet
Procesos de urbanización y artificialización del suelo en las aglomeraciones urbanas españolas (1987-2011)
Urbanisation processes and land artificialisation in Spanish urban agglomerations (1987-2011)

211-236 José Manuel Torrado Rodríguez
¿Seleccionan las ciudades a su población? Tendencias de selectividad residencial en las cabeceras metropolitanas andaluzas
Do the cities select their population? Residential selectivity trends in Andalusian inner-cities

237-260 Juan Francisco Fernández Rodríguez | Esteban De Manuel Jerez
Metodología de diagnosis de la vivienda vacía en ámbito local. El caso de Bormujos (Sevilla)
Methodology for diagnosis of empty housing at local level. The case study of Bormujos (Seville)

261-282 Dania V. Mena Arzú | José A. Gutiérrez Gallego | Francisco J. Jaraíz Cabanillas
Metodología para la clasificación y caracterización de unidades territoriales homogéneas. El caso de los países de Centroamérica
Methodology for the classification and characterization of homogeneous territorial units. The case of Central American countries

283-303 Marcos Horacio Easdale | Martín Roberto Aguiar | Raúl Paz
El proceso de urbanización en un territorio pastoril trashumante del Noroeste de Patagonia, Argentina (1920-2010)
The urbanization process in a transhumant pastoral territory of North-West Patagonia, Argentina (1920-2010)

304-325 Peter Rijnaldus Wilhelmus Gerritsen
Manejo campesino de paisajes rurales: estudio de caso en el Occidente de México
Farmer management of rural landscapes: a case study from western Mexico

326-349 José Antonio López Fernández
Antiguos molinos hidráulicos en la Región de Murcia. Un nuevo enfoque turístico y patrimonial
Old hidraulic mills in the Región of Murcia. A new tourist and patrimonial approach

Artículos
Articles

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5899

Cartografía de la probabilidad de inundación del litoral andaluz a finales del siglo XXI ante la subida del nivel del mar

Pablo Fraile Jurado[1] ✉ | José Álvarez-Francoso[2] | José Ojeda-Zújar[3]

Recibido: 05/04/2017 | Aceptado: 12/02/2018

Resumen

En este trabajo se evalúa la probabilidad de inundación por subida del nivel medio del mar para el conjunto del litoral andaluz empleando un modelo digital de elevaciones con una resolución espacial de 5 metros y los resultados del análisis estadístico de las series temporales de los mareógrafos localizados en esta costa. El método empleado para espacializar la probabilidad de subida del nivel medio del mar en cada celdilla del área de estudio consiste en relacionar los diferentes modelos de probabilidad acumulada de subida del nivel del mar, caracterizados por unos parámetros locales de centralidad y desviación, y la altitud de cada celdilla, obteniéndose un valor p indicador de la probabilidad de que esta sea rebasada por la pleamar en el futuro. Los resultados obtenidos muestran que es probable que amplias zonas de la costa andaluza actualmente no indudables se vean inundadas a finales del siglo XXI. Las diferencias identificadas en los resultados obtenidos entre los cuatro escenarios empleados evidencian que el análisis realizado es altamente dependiente del escenario elegido.

Palabras clave: subida del nivel del mar; probabilidad; exposición; cambio climático; cartografía.

Abstract

Cartography of the probability of inundation of the andalusian coast by the end of the 21st century

The aim of this work is to evaluate the probability of inundation caused by sea level rise for the entire Andalusian coast using a digital elevation model with a spatial resolution of 5 meters and the registers of the local tide gauges located on this coast . The applied methodology involves spatializing the mean sea level rise probability on each cell of the study area, relating the different models of cumulative probability of sea level rise and the altitude of each cell, obtaining a p value that indicates the probability of being exceeded by the future high water. The results show that it is likely that large areas of the Andalusian coast will be flooded by the end of the 21st century. The identified differences in the results for the four scenarios show that the analysis performed is highly dependent on the chosen scenario.

Key words: sea level rise; probability; hazard; climate change; cartography.

1. Universidad de Sevilla. Departamento de Geografía Física y A.G.R. pfraile@us.es
2. Universidad de Sevilla. Departamento de Geografía Física y A.G.R.
3. Universidad de Sevilla. Departamento de Geografía Física y A.G.R.

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

Résumé

Cartographie de la probabilitè d'inondation à l'élevation du nivel de la mer à la fin du xxi^{ème} siècle

L'objectif de ce travail est l'évaluation de la probabilité d'inondation due à la hausse du niveau de la mer en Andalousie, au moyen d'un modèle numérique de terrain de 5 mètres de résolution spatiale et des données issues de marégraphes. La méthodologie utilisée pour la spatialisation de la probabilité dans chaque pixel de l'aire d'étude consiste à mettre en relation les différents modèles de probabilité cumulée de hausse du niveau de la mer (caractérisés par un ensemble de paramètres locaux de centralité et de déviation), et l'altitude dans chaque pixel. Les résultats obtenus montrent qu'une extension importante non-inondable actuellement pourrait être inondable à la fin du XXI^{ème} siècle. Les différences trouvées dans les résultats obtenus pour les quatre scénarios utilisés mettent en évidence que l'analyse est fortement dépendant du scénario choisi.

Mots-clés: hausse de niveau de la mer; probabilité; danger; changement climatique; cartographie.

1. Introducción

De todas las consecuencias del cambio climático, la subida del nivel del mar es probablemente aquella sobre la que existe un mayor grado de consenso acerca de su ocurrencia. Desde principio del siglo XX el nivel del mar ha subido de manera global unos 20 cm, lo cual supone una subida de 1,2 – 1,8 mm / año desde principios del siglo XX hasta el presente (Church y White, 2006; Church *et al.*, 2013).

Pese a que la subida del nivel medio del mar se suele presentar como un fenómeno global, los registros de los mareógrafos evidencian amplias diferencias en las tasas de cambio observadas, tanto por causas hidrológicas (hay zonas del planeta donde el nivel del mar fluctúa de manera diferente de la media, incluso registrándose descensos) como por causas tectónicas (ascensos o descensos de la superficie sobre la que se halla anclado el mareógrafo). El lanzamiento de satélites altimétricos en 1992 permitió la toma de registros de cambio del nivel del mar de forma independiente a los movimientos verticales de la superficie emergida, constatando tanto el fenómeno de subida, como una aceleración de la misma, cuantificada en aproximadamente 3,4 mm/ año desde 1992. Existe un consenso científico casi total en vincular esta subida del nivel del mar con el fenómeno de cambio climático causado esencialmente por las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero (Stocker, 2014; DeConto y Pollar, 2016).

El futuro de este fenómeno es aún muy impreciso y definirlo depende tanto de la calidad de los modelos matemáticos de cambio climático desarrollados, como de los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero que asumen una serie de supuestos sobre el futuro de nuestras sociedades. En cualquier caso, todos los modelos climáticos y escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero coinciden en que el fenómeno se agravará durante el siglo XXI, si bien las predicciones realizadas oscilan entre modelos conservadores, cuyo principal referente son las realizadas por el IPCC (Church y White, 2006; Gregory, 2013) y modelos críticos con estos, considerablemente más pesimistas (Rahmstorf, 2007; Jevrejeva at al., 2008; Pfeffer, *et al.*, 2008). Las críticas de los autores de estos modelos se centran en la aparente evidencia de la existencia de diferencias entre las predicciones realizadas por los modelos del IPCC y los registros observados. Algunos autores han señalado posibles errores en el modelado del fenómeno de deshielo que se

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

está produciendo en Groenlandia como posible causa de estas diferencias entre predicciones y registros, no resueltas en el informe del IPCC de 2013. Los pronósticos realizados a partir de la constatación de estas diferencias implican ascensos de entre 1 y 2 metros a finales siglo XXI, independientemente del escenario elegido, frente a la subida de entre 0,4 y 0,7 metros pronosticada por el IPCC en su último informe.

Las implicaciones de la subida del nivel del mar para la sociedad son evidentes, y se suelen ordenar en torno a cuatro grandes efectos, que se verán incrementados o agravados con respecto a la situación actual: a) los procesos de inundación permanente como consecuencia de la subida del nivel del mar, en los que se centra este trabajo (Marfai y King, 2008), b) la intensidad y frecuencia de los temporales costeros (Dasgupta *et al.*, 2011; Tebaldi *et al.*, 2012), c) los procesos erosivos (Leatherman *et al.*, 2000) y d) los fenómenos de intrusiones de agua salina en las aguas dulces superficiales o subterráneas (Alpar, 2009; Rotzoll y Fletcher, 2012).

La mayor parte de los análisis espaciales sobre el incremento de los procesos de inundación asociados a la subida del nivel medio del mar se han centrado en dos metodologías básicas: por una parte, el uso de índices relativos, como el CVI (Gornitz *et al.*, 1994) basados en la valoración local de parámetros relativos a la exposición de la costa a la subida del nivel del mar; por otra, el empleo de modelos digitales de elevaciones (MDE) para comparar las altitudes de la superficie emergida con las expectativas futuras de subida del nivel del mar, identificando las zonas inundables (Gesch, 2009) o variables temporales derivadas directamente de estas (Fraile-Jurado y Leatherman, 2016). La primera aproximación únicamente permite distinguir entre las zonas más expuestas de cada sector costero objeto de análisis, mientras que la segunda es un análisis absoluto que permite identificar qué celdillas son vulnerables a la subida del nivel del mar y qué celdillas no lo son, a partir de un modelo de subida del nivel medio del mar que se deduce de un modelo matemático de cambio climático, y de un escenario de emisiones de gases de efecto invernadero en el futuro. Los resultados de este tipo de trabajos suelen presentarse frecuentemente de manera dicotómica, es decir, identificando únicamente qué celdillas se verán inundadas bajo unas condiciones determinadas, y qué celdillas permanecerán por encima del nivel del mar en el futuro ante dichas condiciones (Titus y Richman, 2001).

Pese a que todos los modelos de subida del nivel del mar manejan necesariamente una incertidumbre, implícita en el uso de cualquier modelo de probabilidad, es muy frecuente encontrar en la literatura especializada la consideración de un único escenario, y de un único umbral de probabilidad. Este umbral suele ser de p=0,5, ignorando el resto del espectro de probabilidades y generando una falsa sensación de certeza acerca de la ocurrencia del fenómeno analizado. De este modo, son frecuentes los análisis cartográficos que distinguen entre zonas inundables y no inundables en el futuro, sin considerar la existencia de áreas con significativos valores de probabilidad (por ejemplo, con 0,5> p > 0,3), cuyo riesgo no aparece identificado en estos análisis y son clasificadas como «no inundables» (Titus *et al.*, 2009; Gesch, 2009).

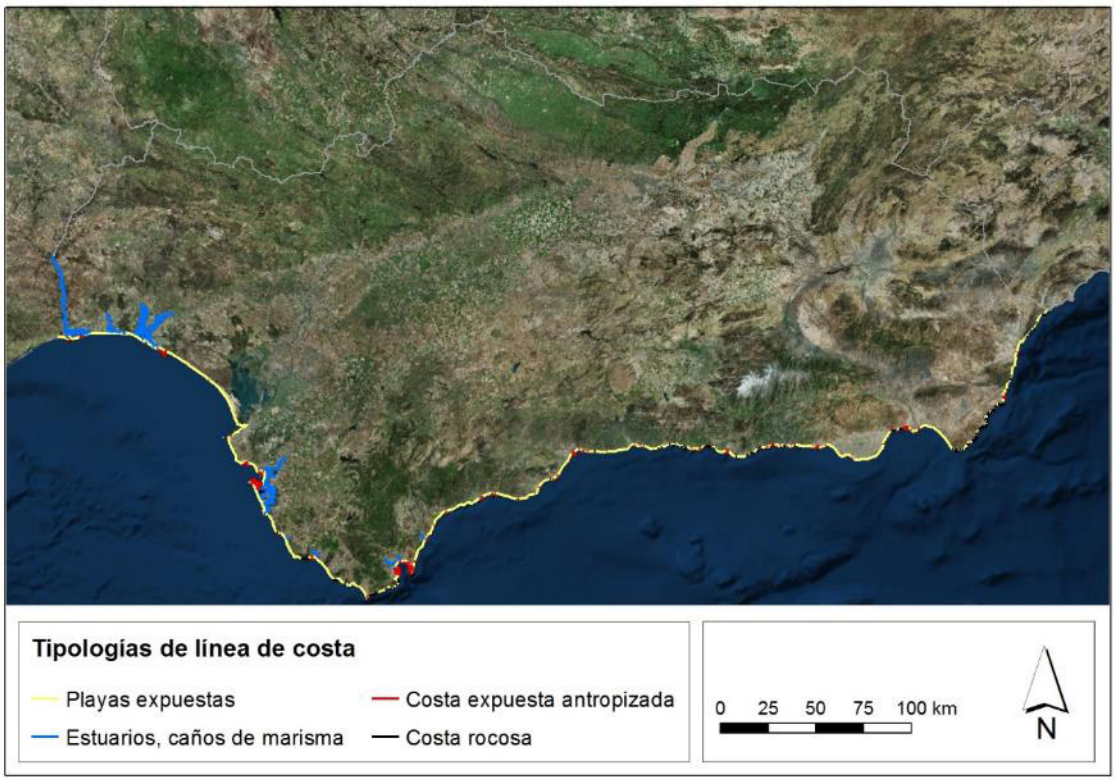
El objetivo de este trabajo consiste en espacializar la probabilidad de la subida del nivel medio del mar en las costas andaluzas, mediante el empleo de los tres escenarios de inundación del IPCC (Gregory, 2013) y un escenario extremo como el de Jevrejeva *et al.* (2014).La principal innovación de este trabajo consiste en realizar un análisis probabilístico de la subida del nivel del mar sobre un área de la magnitud espacial de la costa andaluza. El método empleado es el resultado de la síntesis de dos procedimientos presentados en trabajos anteriores por los autores de este artículo: por una parte, el método para la interpolación de los análisis de inundación en las amplias

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

áreas existentes entre mareógrafo y mareógrafo (Fraile y Ojeda, 2012), por otra, el cálculo de la probabilidad de inundación por subida del nivel medio del mar, aplicada hasta ahora sobre áreas de dimensiones reducidas (Fraile-Jurado *et al.*, 2017).

El área de estudio elegida para este trabajo es la totalidad del frente costero del litoral andaluz, que se extiende desde los municipios de Ayamonte (Huelva) a Pulpí (Almería), a lo largo de unos 6º de longitud y más de 1º de latitud, sumando un total de unos 700 km (mapa 1).

Mapa 1. Área de estudio



La costa atlántica andaluza se desarrolla sobre los materiales de relleno de la prefosa alpina de la Depresión del Guadalquivir en las provincias de Huelva y Sevilla, y los del Subbético y los flysch del Campo de Gibraltar en la costa de Cádiz. Una amplia plataforma litoral de más de 60 km refracta parte del oleaje incidente procedente del SW. La costa de Huelva se caracteriza por amplias morfologías arenosas costeras, marcadas por una fuerte deriva litoral de componente oeste y que tiene al río Guadiana como principal fuente de sedimentos, con un fuerte desarrollo longitudinal (flecha litorales activas o relictas) de diferentes tipos de morfologías arenosas, que a menudo cierran amplios espacios de marismas mareales (desembocaduras de los ríos Guadiana, Carreras, Piedras, Tinto y Odiel) o pluvio-fluviales (Doñana).

La costa de Cádiz presenta una fuerte compartimentación en bloques, por la presencia de fallas noroeste-sudeste, con importante promontorios como Tarifa o Trafalgar. Este hecho, junto con la ausencia de grandes ríos que aporten amplios excedentes sedimentarios, condiciona la existencia de unidades de menor tamaño que en la costa de Huelva. Por lo tanto, este sector se caracteriza por la existencia de amplias bahías, y por la sucesión de playas con acantilados. En el sector costero del Estrecho de Gibraltar destaca la presencia de una costa rocosa formada por flysch que solo permite la presencia de escasas y pequeñas playas (Fraile Jurado, 2011).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La costa mediterránea andaluza está marcada por la presencia de las Béticas a lo largo de todo el litoral. Por este motivo, los ríos que aportan sedimentos a las costas mediterráneas presentan cuencas de pequeña entidad y fuertes pendientes. Este hecho, sumado a unas precipitaciones escasas, irregulares y frecuentemente torrenciales provoca un desarrollo irregular de las formaciones arenosas a lo largo de la costa. Adicionalmente, la plataforma continental presenta un escaso desarrollo, generalmente inferior a 3 km, lo que permite un oleaje de alta energía procedente de diferentes sectores. Las características locales de la marea en este sector, de rango micromareal, condicionan el desarrollo de unidades mareales específicas como lagoons y albuferas. Los deltas forman las mayores planicies costeras de todo este sector, si bien las formas acantiladas son las predominantes.

2. Métodos

Para el desarrollo del presente trabajo se han empleado datos procedentes de dos tipos de fuentes:

- Las expectativas de cambio del nivel del mar en los mareógrafos de la costa andaluza a finales del siglo XXI, calculadas por Fraile y Fernández (2016) a partir de la integración de los registros de las series temporales de los mareógrafos con los escenarios climáticos globales elaborados por el IPCC (Gregory, 2013) y por Jevrejeva *et al*. (2012) (denominado «modelo de Jevrejeva» para los propósitos de este artículo, en lo sucesivo)
- Modelo Digital de Elevaciones del área de estudio, elaborado para la totalidad del territorio de España por el Instituto Geográfico Nacional, con una resolución espacial de 5 metros(Instituto Geográfico Nacional, 2013). Las marismas de Doñana fueron eliminadas del área de estudio de este trabajo debido a que las características del MDE no se adecuan correctamente al modelado hidrológico de este territorio: al tratarse de una zona extraordinariamente llana, es muy dependiente de la existencia de barreras que delimiten la circulación de las aguas, tanto en los estuarios como en las zonas de cultivos de arroz. Este tipo de estructuras se encuentran presentes en amplios territorios de Doñana, y resultan prácticamente invisibles para celdillas de 5 metros de resolución espacial.

A partir estos datos, el proceso metodológico desarrollado constó de las siguientes fases:

FASE 1. Identificación de los niveles de inundación por pleamar para cada mareógrafo a finales del siglo XXI. De acuerdo con la bibliografía, el cálculo de inundaciones por la marea ante la subida del nivel del mar responde a la suma de dos variables: altura de la marea local sobre el cero topográfico, y subida del nivel del mar local (Fraile Jurado *et al*., 2014; Pugh, 1996). No obstante, y puesto que en la costa andaluza existen diferencias notables entre el cero topográfico local y el nivel medio del mar local, el cálculo de una cota de inundación futura se obtiene a partir de la ecuación 1:

$$Ni = NMML + SLRL + PL \quad (1)$$

Siendo:

- Ni, el nivel de inundación local a finales del siglo XXI para una probabilidad dada, en este caso p >= 0,5.
- NMML, la posición del nivel medio del mar con respecto al cero topográfico de Alicante. Este valor permite una adecuada representación espacial de los niveles del mar sobre el MDE,

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

puesto que relaciona el nivel medio del mar local (variable espacialmente) con respecto al datum altimétrico (o cero topográfico de Alicante) a partir del cual se representan las altitudes en mapas topográficos y por tanto en los MDE. Los valores empleados se obtuvieron del trabajo de Fraile Jurado (2011).

- SLR, la subida del nivel medio del mar esperada a finales del siglo XXI para una probabilidad p >= 0,5. Esta variable estima la subida del nivel del mar para cada mareógrafo a partir de la relación existente entre los cambios globales descritos por Church y White (2012) y los registros locales observados. Los datos empleados para el presente artículo están recogidos en el trabajo de Fraile y Fernández (2016).
- PL, la pleamar local para cada uno de los mareógrafos de la costa andaluza analizados. Los registros corresponden al 19 de marzo de 2011, fecha en la que se produjo una marea cercana a la más alta posible de acuerdo a la posición relativa de los cuerpos celestes (marea astronómica o *king tide*). Los valores empleados están recogidos en los repositorios de datos de Puertos del Estado y del Instituto Español de Oceanografía.

Un ejemplo de los valores identificados en la bibliografía aparece en el Cuadro 1, en el que se recogen las variables sobre nivel medio del mar local (NMML), tasa de subida del nivel medio del mar (SLR) y la altura de la pleamar local sobre el nivel medio del mar (PL). En el caso de los mareógrafos en los que el valor de cada variable no pudo ser identificado por no existir datos suficientes o porque en la bibliografía consultada se señalase la baja fiabilidad del mismo, se empleó la técnica de interpolación espacial descrita en la fase 3.

Cuadro 1. Valores de nivel medio del mar local (NMML), tasa de cambio del nivel medio del mar (SLR), y altura de la pleamar sobre el nivel medio del mar (PL).

Mareógrafo	NMML	SLR	PL
Huelva	0,41 m	5,63 mm/ año	1,71 m
Bonanza	0,29 m	5,69 mm/ año	1,69 m
Cádiz	0,17 m	3,95 mm/ año	1,72 m
Tarifa	0,06 m	-	1 m
Algeciras	0,04 m	0,40 mm/ año	0,9 m
Málaga	0,01 m	2,34 mm/ año	0,6 m
Motril	0,06 m	-	0,4 m
Almería	-	0,29 mm/ año	0,4 m

FASE 2. Interpolación espacial de los niveles de inundación esperados a finales del siglo XXI a lo largo de la costa andaluza. Dado que, por una parte, la red de mareógrafos situados en la costa andaluza es relativamente pobre en cuanto a su densidad, especialmente en su vertiente mediterránea, y por otra, la variabilidad espacial de las tres variables consideradas en la fase anterior es significativa en el área de estudio, fue necesario interpolar las tres variables analizadas a lo largo de la costa, obteniendo datos continuos en todo frente costero. La técnica de interpolación de los niveles del mar a lo largo de la costa requiere que las variaciones de dichos niveles entre dos mareógrafos sean perpendiculares a la orientación general del frente costero. El proceso de interpolación necesario para ello está descrito en Fraile y Ojeda (2012). Con este método se obtuvieron cuatro superficies de tendencia para la variable SLR, correspondientes a cada uno de los escenarios climáticos considerados (cuadro 1) con una p >= 0,5, una superficie de tendencia correspondiente a la variable PL, y otra superficie de tendencia correspondiente a la variable NMML.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

FASE 3. Modificación del MDE. La tercera fase consiste en modificar el MDE de manera que la cota máxima de inundación, integrada mediante la suma de las variables PL, SLR y NMML, coincida con un nuevo valor «cero», que se correspondería con la cota altimétrica local a lo largo de toda la costa andaluza en una situación de pleamar y subida del nivel del mar con una probabilidad p = 0,5. Para ello, se sumaron las tres superficies de tendencia generadas en la fase anterior de acuerdo con la ecuación 1. La superficie resultante se restó al MDE original, obteniéndose una nueva superficie en la que la altitud de cada celdilla es relativa al nivel de inundación futuro para una probabilidad de p>=0,5.

FASE 4. Cálculo de la probabilidad de inundación por celdilla. Se implementó la ecuación de la curva normal acumulada para cada uno de los cuatro escenarios considerados en cada una de las celdillas del MDE (Fraile-Jurado *et al*., 2017), a partir de los parámetros de media y desviación típica que se muestran en el cuadro 2. El resultado obtenido representa el valor de la probabilidad de inundación para cada celdilla en una situación de pleamar a finales del siglo XXI. Al tratarse de un modelo asintótico, se limitó el área potencialmente inundable por la pleamar a la media más 3 desviaciones típicas en el caso de las celdillas situadas a más altitud y por lo tanto con menos probabilidad de inundación, y al límite con las zonas inundables en la actualidad en las áreas situadas a menor altitud.

Cuadro 2. Parámetros de centralidad y desviación de los modelos y escenarios de subida del nivel medio del mar empleados.

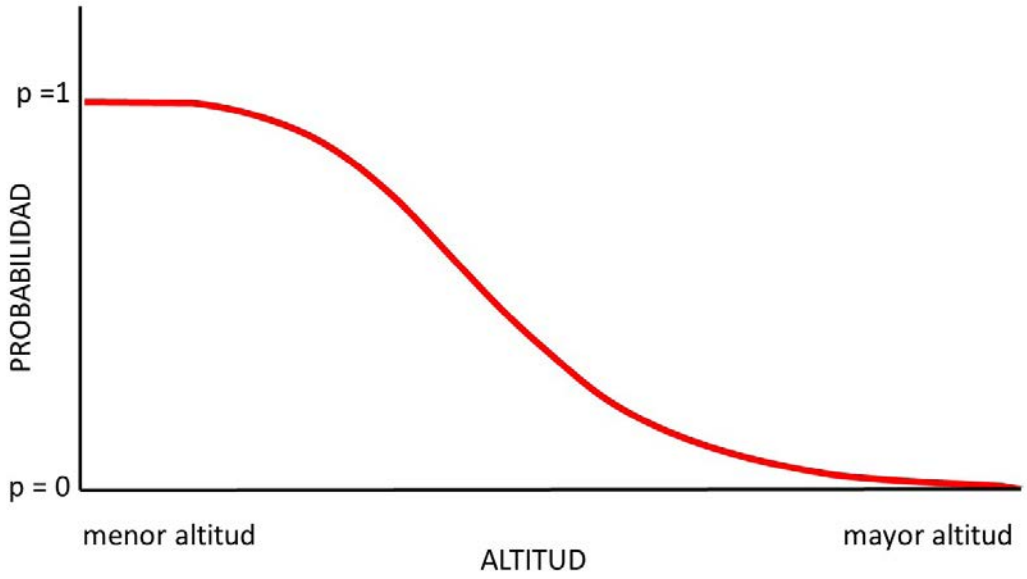
MODELO	ESCENARIO	MODELO DE PROBABILIDAD	MEDIA	DESVIACIÓN
IPCC (2013)	RCP2.6	Normal	0,40 m	0,091 m
IPCC (2013)	RCP4.5	Normal	0,47 m	0,097 m
IPCC (2013)	RCP8.5	Normal	0,63 m	0,115 m
Jevrejeva *et al*. (2012)	-	Normal	0,84 m	0,12 m

El gráfico 1 representa el modelo de probabilidad normal acumulada resultante de la integración de las tres variables descritas en la ecuación 1 con respecto a la altitud de la celdilla sobre la que se realiza el cálculo. De acuerdo con este modelo, existe una relación por la cual a cada celdilla le corresponde un valor de probabilidad determinado por la curva de la función que aparece en el ejemplo. Las celdillas situadas a menor altitud presentan probabilidades más altas de inundación, próximas a p = 1 en el caso de aquellas situadas muy cerca de la actual línea de costa, mientras que las celdillas situadas a mayor altitud se corresponden con valores bajos o muy bajos de probabilidad de inundación.

Esta relación varía a lo largo de toda la costa y solo tiene sentido con carácter local, debido a las variaciones espaciales del rango mareal, de la altura del nivel medio del mar local o de los registros de las tasas de cambio del nivel del mar observados en los mareógrafos y más recientemente por los satélites altimétricos. Por ello, en la fase anterior fue imprescindible modificar el MDE original obteniendo una superficie en la que el valor 0 de las cedillas resultantes se correspondiese, a lo largo de toda la costa andaluza, con la probabilidad p 0 = 0,5.

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

Gráfico 1. Modelo del probabilidad normal acumulado en función de la altitud.



3. Resultados

3.1. Descripción de los resultados

Los mapas completos obtenidos se hallan a disposición pública en la web https://www.excelencia.gis-and-coast.org/. Algunas de las localizaciones más relevantes, así como las principales estadísticas derivadas de este trabajo aparecen sintetizadas en las los mapas 2 al 11, en los gráficos 3, 4 y 5 y en el cuadro 3. Tal y como se puede observar en los gráficos, existe un amplio abanico de situaciones que se pasan a describir a continuación. En general, se puede observar que existe una alta probabilidad de que la mayoría de las formaciones arenosas litorales existentes en el litoral andaluz se vean inundadas durante la situación de pleamar. En la actualidad, tal y como se puede observar en los mapas 2 a 11, ya se ven inundadas (gama de azules en todos los mapas), si bien los resultados obtenidos indican que se producirá un amplio incremento de la cota de inundación por pleamar, ocupando amplios espacios de cada playa alta. Se identifican numerosos espacios en los que la probabilidad de inundación es muy elevada (superior al 90%) hasta la base de las dunas litorales.

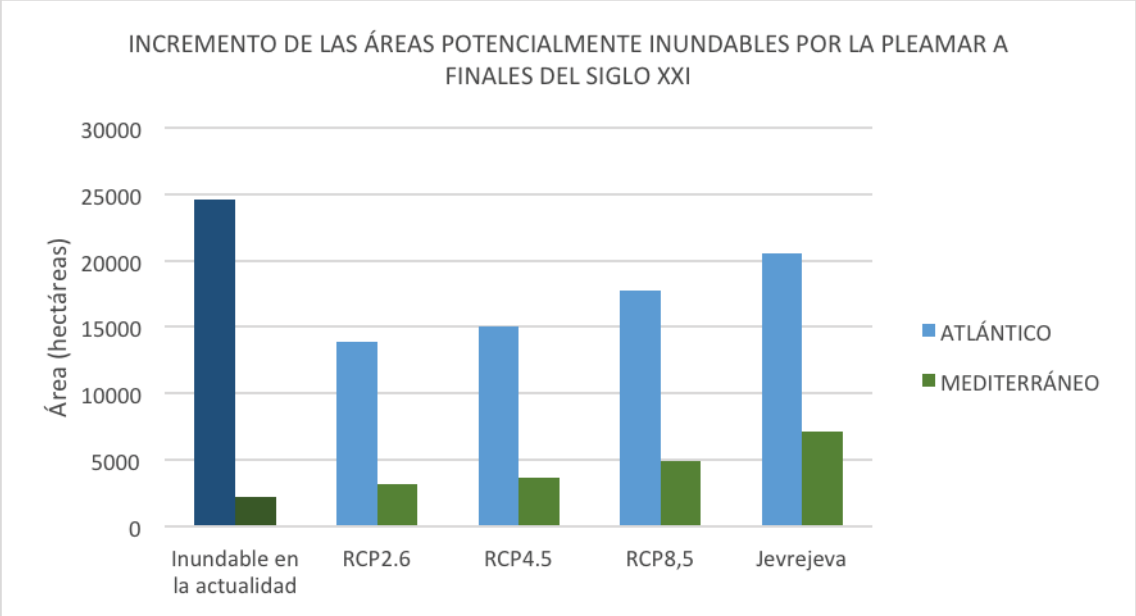
Debido a la configuración topográfica de los espacios litorales andaluces, el área inundable por la pleamar en el futuro es mucho más amplia en la costa atlántica que en la mediterránea en la actualidad (cuadro 3). No obstante, y tal y como se identifica en el gráfico 2, las áreas con alguna probabilidad de inundación en el ámbito mediterráneo en el futuro son incluso mayores que las áreas inundables en la actualidad, independientemente del escenario elegido, lo que implica un incremento relativo de las áreas inundables muy superior al observado en la costa atlántica. Este fenómeno no se produce en la costa atlántica, donde ni siquiera en el escenario más extremo de los considerados (el de Jevrejeva) se llegaría a un incremento neto del área inundable por encima de la situación actual. Adicionalmente, tal y como se puede comprobar en el cuadro 3, los espacios con una alta probabilidad de ser inundados por la pleamar en el futuro ($p<0,9$) son muy extensos. En el caso de ocurrir el escenario de Jevrejeva en el área mediterránea, se duplicaría el área inundable con respecto a la zona actual solamente considerando $0,9 < p < 1$ es decir, los territorios con una alta probabilidad de inundación según este modelo.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 3. Resultados del análisis (en hectáreas).

	Atlántico				Mediterráneo			
Probabilidad (%)	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	JEVREJEVA	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	JEVREJEVA
0-10	4856	5194	6193	4739	1611	1905	2674	2865
10-20	403	434	492	355	97	106	158	165
20-30	302	321	375	255	85	73	108	121
30-40	267	282	324	231	81	65	89	102
40-50	256	268	322	201	171	78	111	90
50-60	263	277	324	210	64	72	82	89
60-70	285	306	348	230	89	197	84	96
70-80	332	372	424	261	72	88	67	83
80-90	460	527	611	364	98	143	59	79
90-100	6463	7084	8373	13659	790	916	1493	3448
Actualidad	24642	24642	24642	24642	2221	2221	2221	2221

Gráfico 2. Incremento de las áreas potencialmente inundables por la pleamar en el litoral andaluz a finales del siglo XXI.



Atendiendo a la distribución de probabilidades generadas en cada escenario y cada ámbito del litoral andaluz (gráficos 3 y 4), se observa que los valores extremos de probabilidad, es decir, aquellos por encima de $p>0,8$ y $p<0,2$ en los gráficos 3 y 4, representan la mayor parte del área de estudio, mientras que las áreas con probabilidades intermedias son menos numerosas. Este fenómeno es común en los cuatro escenarios empleados.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Gráfico 3. Distribución de probabilidades por escenario de inundación de nueva áreas en la costa atlántica andaluza a finales del siglo XXI.

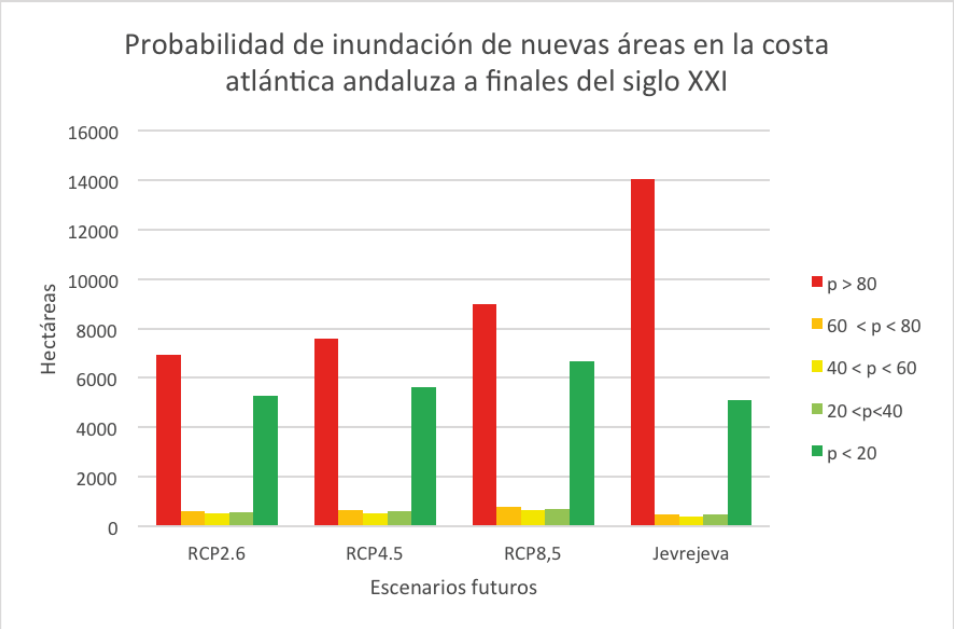
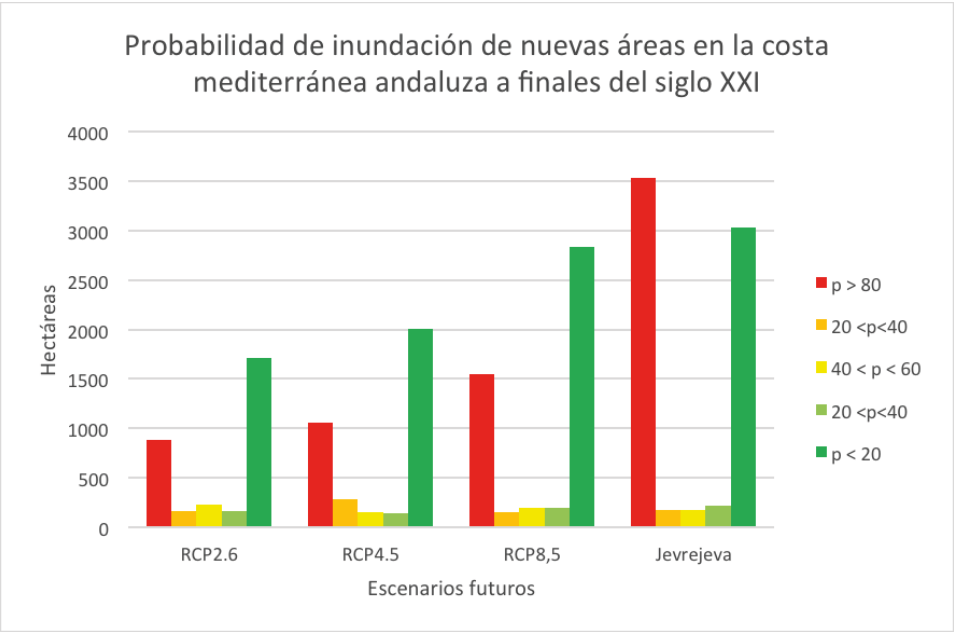


Gráfico 4. Distribución de probabilidades por escenario de inundación de nueva áreas en la costa mediterránea andaluza a finales del siglo XXI.



En el mapa 2 se representa la probabilidad de inundación en el futuro en el entorno de la ciudad de Huelva y Marismas del Odiel de acuerdo con el escenario del IPCC RCP2.6 y el modelo de Jevrejeva. Aunque las áreas con alguna probabilidad de inundación son semejantes en cuanto a extensión, las diferencias observadas en la probabilidad de inundación entre ambos escenarios son significativas, apreciándose amplios sectores con alta probabilidad de inundación en el escenario de Jevrejeva que en el escenario RCP2.6 aparecen con probabilidades medias o bajas al sudoeste del núcleo urbano.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5899

Mapa 2. Probabilidad de inundación en el entorno del núcleo urbano de Huelva a finales del siglo XXI según el escenario RCP2.6 y el de Jevrejeva. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.

Los resultados obtenidos pronostican un probable incremento del área inundable en el entorno de los humedales costeros, como es el caso de los lagoons mediterráneos. En el mapa 3 se identifica el caso de los aplanamientos litorales del entorno de Motril donde, según el escenario de Jevrejeva, la agricultura intensiva bajo plásticos podría llegar a verse muy afectada por el fenómeno de la inundación directa de extensas superficies actualmente cultivables, más allá del previsible impacto que podría llegar a producirse sobre las aguas subterráneas empleadas a menudo para el riego de este tipo de explotación.

Mapa 3. Probabilidad de inundación en Calahonda (Granada) a finales del siglo XXI de acuerdo con el escenario de Jevrejeva. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5899

Un caso semejante se produce en Campo de Dalías, donde se obtienen probabilidades medias de inundación en los humedales costeros en la franja no cubierta por plásticos según el escenario RCP4.5 (mapa 4). Estas probabilidades son cercanas a p=1 en el escenario de Jevrejeva y muy altas (p>0,7) en el escenario RCP8.5, mientras que presentan valores bajos en el escenario RCP2.6.

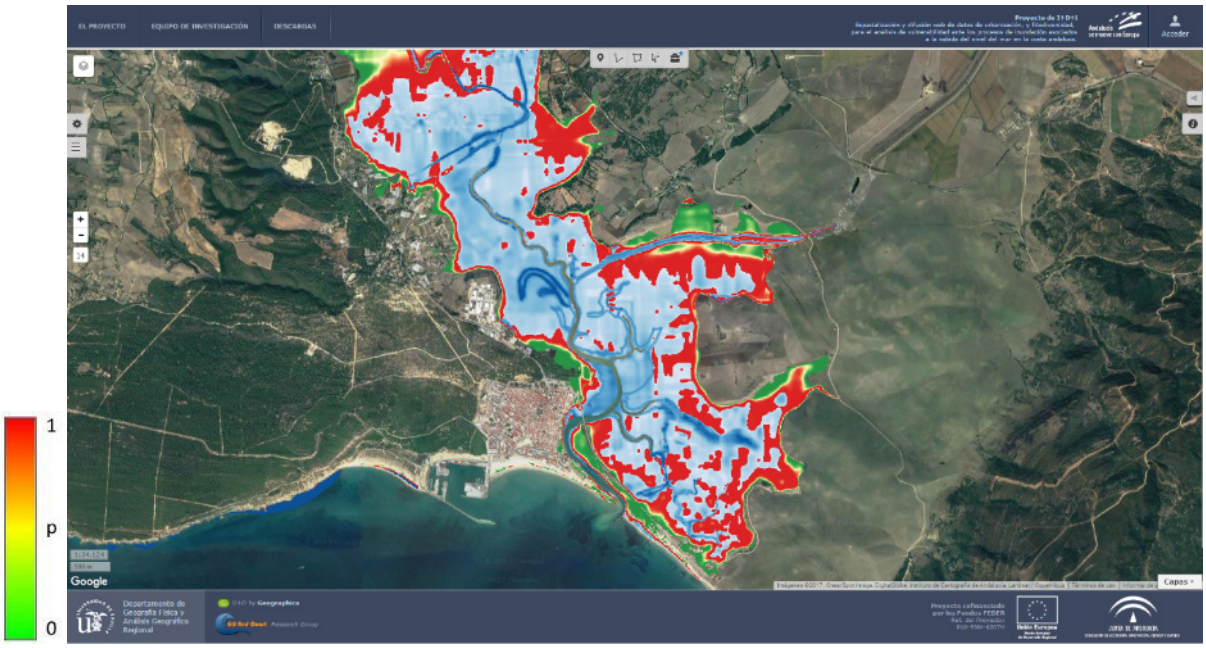
Mapa 4. Probabilidad de inundación en Campo de Dalías (Almería) a finales del siglo XXI de acuerdo con el escenario RCP4.5. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.

Mapa 5. Probabilidad de inundación en la desembocadura del río Palmones (Cádiz) a finales del siglo XXI de acuerdo con el escenario de Jevrejeva. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.

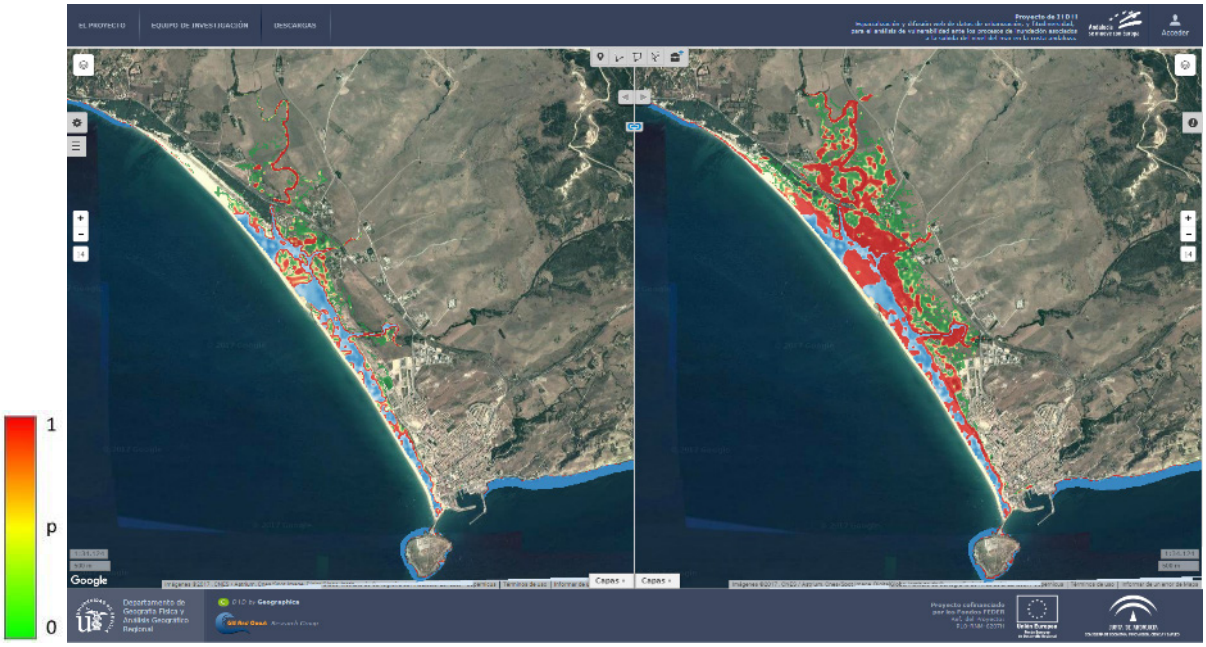
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

En la mayoría de las desembocaduras fluviales se observa cierta probabilidad de incremento del área indudable, que en algunos casos es baja, como en el río Palmones para el escenario RCP4.5 (mapa 5), o prácticamente nula en el caso de los ríos que presentan un mayor confinamiento en su tramo bajo, como es el caso del río Barbate (escenario RCP8.5, mapa 6), independientemente de los escenarios elegidos para la representación cartográfica presentada en este trabajo.

Mapa 6. Probabilidad de inundación en la desembocadura del río Barbate (Cádiz) a finales del siglo XXI de acuerdo con el escenario RCP8.5. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.



Mapa 7. Probabilidad de inundación en la playa de Los Lances (Cádiz) a finales del siglo XXI según el escenario RCP2.6 y el de Jevrejeva. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.

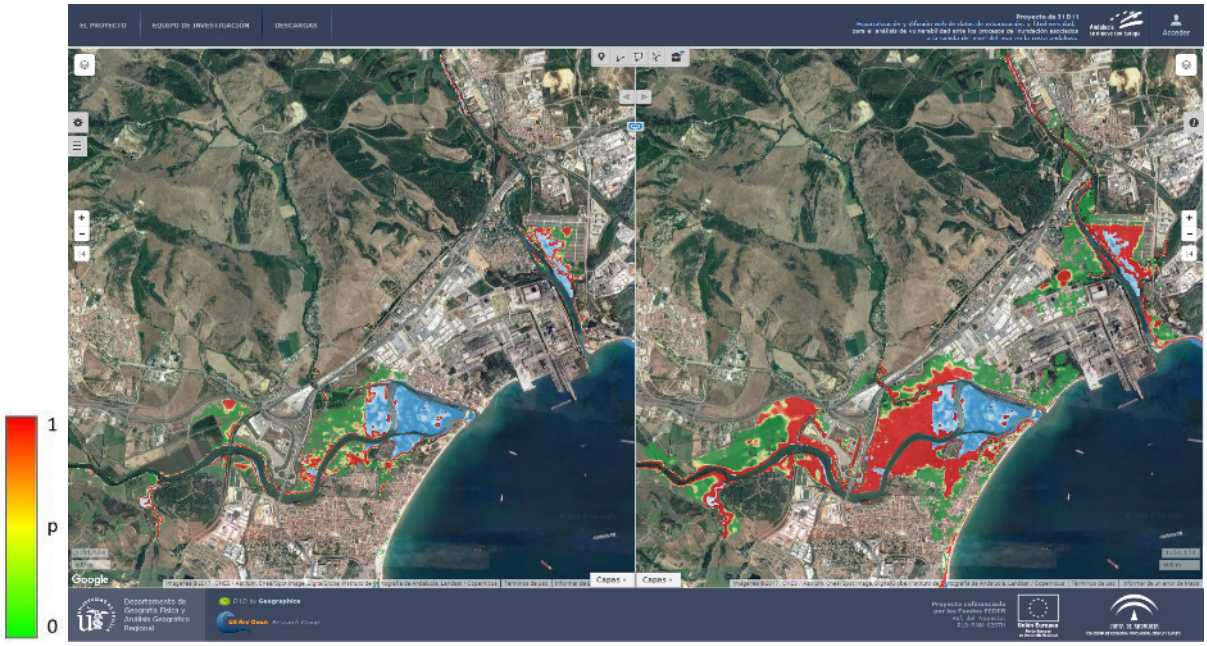


BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

En espacios litorales con un mayor confinamiento también se observan diferencias significativas entre los distintos escenarios estudiados, como la playa de Los Lances (Cádiz): en escenarios con expectativas de cambios del nivel del mar más bajas como el RCP2.6 o el RCP4.5 apenas se identifica celdillas con probabilidades altas o medias de inundación, mientras que las celdillas con este tipo de probabilidades suponen un amplio incremento en los escenarios más pesimistas, como el RCP8.5 o el de Jevrejeva (2014) (mapa 7). No obstante, en este tipo de espacios, de fuertes pendientes, se suelen identificar áreas con alta probabilidad de inundación rodeadas de una estrecha orla de probabilidades medias y bajas (como el escenario de Jevrejeva reflejado en el mapa 8).

En otros tipos de espacios confinados, como las desembocadura de los río Palmones y Guadarranque, en la Bahía de Algeciras (Cádiz), las diferencias entre los escenarios estudiados se evidencian más en cuanto a la menor probabilidad de inundación de los escenarios más conservadores, como el RCP 2.6, que en los incrementos de las áreas con alguna probabilidad de inundación, tal y como se observa en el mapa 8.

Mapa 8. Probabilidad de inundación en las desembocaduras de los ríos Palmones (al sudoeste)y Guadarranque (al noreste) en la Bahía de Algeciras (Cádiz) a finales del siglo XXI según el escenario RCP2.6 y el de Jevrejeva. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.



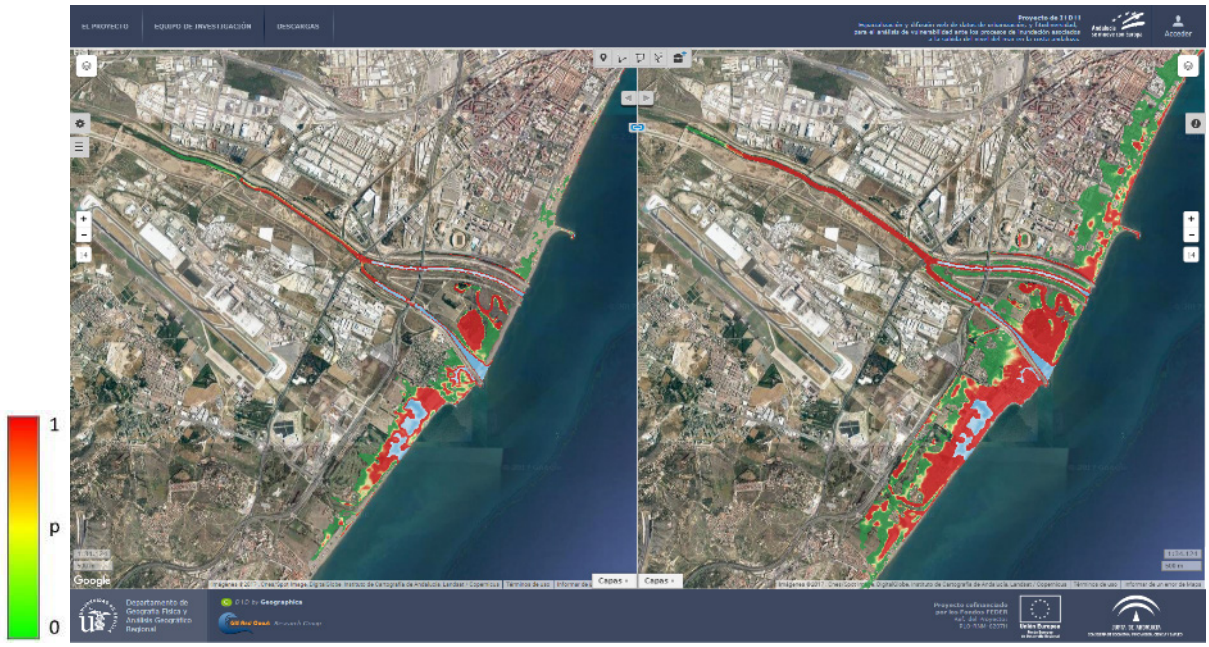
En espacios con pendientes suaves y constantes hacia el mar, como la costa sur del municipio de Málaga (mapa 9), en la desembocadura del río Guadalhorce, se observa una gradación de probabilidades análoga a la altimetría local, más evidente en los escenarios pesimistas que en los más optimistas. En el escenario de Jevrejeva se observan probabilidades bajas y medias de inundación de espacios urbanos consolidados situados al norte de la desembocadura del río, y alta probabilidad de inundación del campo de golf situado al sur.

En determinados espacios se observan diferencias absolutas en cuanto a la inundabilidad del territorio, como en el caso de las salinas del Cabo de Gata. La diferencia entre cualquier escenario del IPCC, incluyendo el escenario RCP8.5, y el de Jevrejeva (mapa 10) estriba en la inundabilidad o no del amplio espacio de salinas situado al oeste del Cabo de Gata.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5899

Mapa 9. Probabilidad de inundación en la desembocadura del río Guadalhorce (Málaga) a finales del siglo XXI según el escenario RCP2.6 y el de Jevrejeva. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.

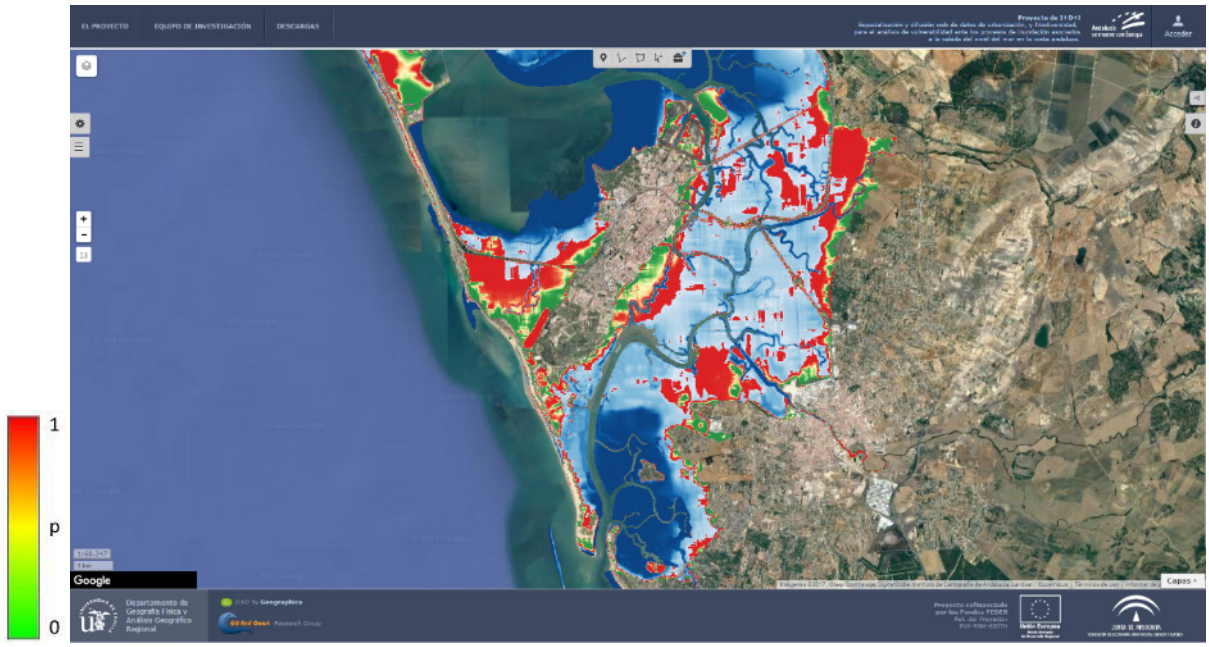


Mapa 10. Probabilidad de inundación en la costa occidental del Cabo de Gata (Almería) a finales del siglo XXI según el escenario RCP8.5 y el de Jevrejeva. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.

Los resultados obtenidos indican que es muy probable que el área inundada por la pleamar se incremente, desconectando el istmo entre los núcleos de San Fernando y de Cádiz, independientemente del escenario empleado. Incluso en el caso del escenario más conservador (RCP2.6, mapa 11), se observa una alta probabilidad del incremento del área inundable.

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

Mapa 11. Probabilidad de inundación en la desembocadura de los municipios de San Fernando y Chiclana de la Frontera (Cádiz) a finales del siglo XXI de acuerdo con el escenario RCP2.6. En la gama de azules aparece representada la superficie inundable en la actualidad.



3.2. Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos permiten aplicar un método probado en la actualidad para espacios reducidos (Fraile-Jurado *et al.*, 2017)en un área tan amplia como la costa andaluza, con resultados satisfactorios, al no detectarse más aberraciones que las propias derivadas del empleo de un MDE de una resolución espacial media. Los resultados obtenidos son coherentes con análisis de inundabilidad realizados a esta misma escala en la misma área (Fraile, 2011) con MDE menos precisos, así como con análisis de detalle (Benavente *et al.*, 2006; Raji *et al.*, 2011). Igualmente, los resultados son coherentes con los derivados de metodologías diferentes aplicadas a la misma área de estudio, como el CVI (Gornitz *et al.*, 1994), que en el caso de la costa andaluza permite identificar como espacios más expuestos a la subida del nivel del mar a la mayoría de los aplanamientos litorales costeros propios de la costa atlántica y los deltas y desembocaduras fluviales mediterráneos (Ojeda *et al.*, 2009).

Pese a que la tendencia de subida del nivel del mar se puede apreciar en los cuatro escenarios empleados para el análisis espacial, las diferencias existentes entre cada uno de ellos son significativas. En algunos casos llegan a ser absolutas, como se aprecia en el mapa 10 para las salinas del Cabo de Gata, mientras que en otros territorios (mapas 2 y 9, especialmente) las diferencias resultan menos evidentes. No obstante, es preciso destacar que el hecho de que las diferencias sean más o menos ostensibles en un territorio u otro se debe a las características topográficas locales y no al comportamiento local de las proyecciones del nivel del mar elaboradas. En cualquier caso, la resolución del debate científico planteado por Rahmstorf (2007) desde 2007, así como por varios autores más en el resto de la década (Church *et al.* 2013; Pfeffer *et al.*, 2008) acerca de las diferencias empíricas observadas entre los modelos tradicionales del IPCC (Parry *et al.* 2007; Warrick y Oerlemans 1990) y los análisis de los registros de mareógrafos y satélites altimétricos (Cazenave y Llovel 2010) debería permitir descartar –o aceptar- modelos como el de Jevrejeva. En cualquier caso, los resultados evidencian la sensibilidad del método empleado a los datos de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

entrada del escenario climático empleado, lo cual se puede considerar como un modo indirecto de validar la calidad del modelo

El fenómeno identificado en los gráficos 2 y 3 por el cual los valores extremos de probabilidad, es decir, aquellos por encima de p>0,8 y p<0,2 en dichos gráficos, representan la mayor parte de las áreas identificadas como inundables por la pleamar en el futuro, mientras que las áreas con probabilidades intermedias son menos numerosas se debe en parte a las características del método elegido, así como a la morfología del litoral andaluz. El modelo de probabilidad empleado es el normal, que se caracteriza por ser asintótico, es decir, que es posible identificar valores de probabilidad infinitesimales para cualquier área, incluyendo valores extraordinariamente bajos en áreas no inundables como zonas de montaña. Pese a que tanto el análisis realizado como la representación cartográfica incluida en el trabajo limitan la cola de la distribución de probabilidad asociada a cada escenario a la media más 3 desviaciones típicas, el límite de 3 desviaciones típicas incluye una gran cantidad de celdillas con valores de probabilidad próximos a 0 (a altitudes moderadas como 2, 3 y 4 metros de altitud, en función de la zona), y que hacen que la categoría extrema del lado derecho de la distribución de probabilidades (los valores más bajos) abarque un área muy extensa. Por el contrario, las celdillas con una alta probabilidad de inundación no requieren de esta consideración a la hora de interpretar estos altos valores, ya que existe un límite natural no vinculado a parámetros estadísticos, que es el área inundable en la actualidad.

En cualquier caso, la escasa resolución horizontal y precisión vertical propias de un MDE de 5 metros obligan a considerar con cautela los resultados obtenidos. En este sentido son numerosas la publicaciones que han identificado la importancia de la resolución espacial en la simulación de inundaciones como una de las limitaciones más importantes a la hora de realizar este tipo de análisis (Gesch, 2009). La importancia del MDE empleado para el análisis resulta evidente en el sector de Valdelagrana, donde se han realizado análisis semejantes sobre un MDE lidar (Fraile-Jurado *et al*. 2017). Aunque los resultados obtenidos en este trabajo son parecidos a los obtenidos al emplear el MDE lidar, la importancia de las infraestructuras se amplifica en los espacios llanos, tal y como ha sido señalado por Leon, Heuvelink, y Phinn (2014).

Igualmente, en trabajos anteriores de estos mismos autores se ha subrayado que, en áreas particularmente llanas como muchos de los aplanamientos litorales atlánticos, la resolución espacial pierde importancia frente a la precisión vertical (Fraile y Ojeda 2013), que resulta crítica a la hora de identificar elementos lineales confinadores de la inundación, como carreteras o vías férreas.

Aproximaciones semejantes a la propuesta metodológica aplicada fueron realizadas con anterioridad (Purvis *et al*., 2008), empleando un modelo más sencillo en el que la probabilidad estaba representada por una forma triangular en lugar de por la campana de Gauss.

El método desarrollado permite implementar una ecuación aparentemente única para cada punto de la costa (puesto que las tres variables PL, SLR y NMML varían espacialmente) en cualquier celdilla, independientemente de las características locales de las variables consideradas. Con ello, se evita tener que adaptar la ecuación 1 en función del rango mareal local, los registros de los mareógrafos o la posición local del nivel medio del mar, empleando una superficie elaborada a partir de la rectificación del MDE original.

El trabajo presentado en este artículo responde a la propuesta de Gesch (2009), según la cual es preciso realizar análisis espaciales de subida del nivel medio del mar considerando la incertidumbre asociada al proceso de modelado del fenómeno. Si bien en dicha propuesta se hace referencia

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

a identificar los errores inherentes asociados al empleo de un MDE (tanto por la precisión vertical como por la resolución espacial de este) para poder valorar adecuadamente los mapas resultantes, es evidente que la propuesta metodológica aplicada en este trabajo permite valorar adecuadamente toda la incertidumbre asociada al modelo de cambio del nivel del mar. No obstante, aún es preciso profundizar considerablemente en esta línea de trabajo, ya que para poder valorar adecuadamente las incertidumbres asociadas al modelado sobre MDE de la subida del nivel del mar será preciso integrar las incertidumbres asociadas al MDE (Gesch, 2009), al modelo de cambio del nivel del mar (realizado en este trabajo), pero también al análisis temporal de los registros del mareógrafo.

4. Conclusiones

El método elegido resulta útil para evaluar la probabilidad de inundación por subida del nivel del mar de la totalidad de la costa andaluza para diferentes escenarios climáticos. Este fenómeno requerirá de análisis cada vez más precisos, como el que se aborda en este trabajo, que permitan superar la dicotomía de los mapas clásicos entre celdillas indudables y no inundables, asociadas a un determinado umbral de probabilidad, comúnmente de p = 0,5.

Esta aproximación metodológica permite no solo describir de forma pormenorizada las probabilidades de inundación en el área de estudio, sino también abordar la primera fase del análisis común de riesgos naturales mediante la representación de la peligrosidad, al calcular la probabilidad de inundación de cada elemento de la superficie emergida. Por lo tanto, una línea futura de trabajo consistirá en realizar el cálculo de la vulnerabilidad de la costa andaluza (de la población, de la vivienda, de las infraestructuras…) para completar la ecuación en la que el riesgo es el producto de la exposición, aquí calculada, por la vulnerabilidad.

El método presentado representa un considerable avance en el análisis de la exposición a la subida del nivel del mar de las áreas costeras, al permitir adaptar cualquier tramo costero a un análisis considerablemente más profundo que los mapas comunes de análisis de inundaciones ante la subida del nivel del mar, en los que se identifica un único umbral mediante el cual se distingue entre celdillas inundables y no inundables en función de si están por encima o por debajo de un valor determinado comúnmente por un valor de probabilidad fijo. Aunque se hayan publicado trabajos con premisas semejantes a las aquí descritas, la aportación principal estriba en adaptar metodologías empleadas previamente en áreas muy reducidas a un territorio tan amplio como la costa de Andalucía, con su importante variabilidad espacial tanto en la configuración de sus geoformas como en la distribución de las variables consideradas.

Pese a la cautela necesaria a la hora de trabajar con análisis elaborados a partir de fuentes espaciales de resolución intermedia, como el MDE de 5 metros empleado, de los resultados obtenidos pueden derivarse dos cuestiones principales. En primer lugar, que la subida del nivel del mar es un fenómeno que va a tener un fuerte impacto en amplias zonas costeras de Andalucía independientemente del escenario estudiado, tal y como se ha reportado para la mayoría de las costas del planeta. En segundo lugar, que la intensidad de este fenómeno, así como el hecho de que algunas áreas se vean más o menos afectadas por dicha subida, es aún fuertemente dependiente del escenario climático futuro elegido. El impacto de la subida del nivel del mar exigirá tomar medidas de adaptación y mitigación lo antes posible, tanto a escala municipal como a escala regional y estatal. Los costes que se podrían derivar de cualquiera de los escenarios considerados en este trabajo serían desmesurados, en caso de no tomarse decisiones basadas en una adecuada planificación lo

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

antes posible. En cualquier caso, las decisiones que se tomen durante las próximas décadas como sociedad en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero condicionarán que el futuro se pueda predecir con mayor precisión de acuerdo con alguno de los escenarios empleados en este trabajo.

5. Referencias

- Alpar, Bedri (2009), «Vulnerability of Turkish Coasts to Accelerated Sea-Level Rise». *Geomorphology* 107(1–2), 58–63.
- Benavente, Javier; Del Río, Laura; Gracia, Francisco Javier y Martínez-del-Pozo, J. Antonio (2006), «Coastal Flooding Hazard Related to Storms and Coastal Evolution in Valdelagrana Spit (Cadiz Bay Natural Park, SW Spain)». *Continental Shelf Research* 26(9), 1061– 1076.
- Cazenave, Anny y William Llovel, (2010), «Contemporary Sea Level Rise». *Annual Review of Marine Science* 2(1), 145– 173.
- Church, John A.; Clark, Peter U.; Cazenave, Anny; Gregory, Jonathan M.; Jevrejeva, Svetlana; Levermann, Anders; Merrifield, Mark A.; Milne, Glenn A.; Nerem, Steve;. Nunn, Patrick; Payne, Anthony J.; Pfeffer, W. Tad; Stammer, Detlef; y Unnikrishnan, Alakkat S. (2013), «Sea Level Change» , *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1137–1216.
- Church, John A., y White, Neil J. (2006), «A 20th Century Acceleration in Global Sea-Level Rise». *Geophysical Research Letters* 33(1).
- Dasgupta, Susmita; Laplante, Benoit; Murray Siobhant, y Wheeler, David (2011), «Exposure of Developing Countries to Sea-Level Rise and Storm Surges».*Climatic Change* 106(4), 567– 579.
- DeConto, Robert M. y Pollard, David (2016), «Contribution of Antartica to past and future sea-level rise». *Nature*, 531, 591 - 597.
- Fraile Jurado, Pablo; Sánchez-Carnero, Noela y Ojeda Zújar, José, (2014), «Sensibilidad del cálculo de los niveles medios del mar al método y período de las series temporales de los mareógrafos en los procesos de inundación: Valdelagrana (Cádiz)». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,* 65, 59-70.
- Fraile Jurado, Pablo (2011),*Análisis de Las Problemáticas Asociadas a La Espacialización, Evolución Y Representación de Niveles Del Mar Presentes Y Futuros En Andalucía,* Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.
- Fraile-Jurado, Pablo; Álvarez-Francoso, José; Guisado-Pintado, Emilia; Sánchez-Carnero, Noela; Ojeda-Zújar, José, y Leatherman, Stephen B. (2017), «Mapping Inundation Probability due to Increasing Sea Level Rise along El Puerto de Santa María (SW Spain)». *Natural Hazards*, 87 (2), 581-598.
- Fraile Jurado, Pablo y Ojeda Zújar, José (2012), «Evaluación de la peligrosidad asociada al aumento de la superficie inundable por la subida del nivel medio del mar en la costa entre Cádiz y Tarifa«. *Geofocus*, 12, 329-348.
- Fraile Jurado, Pablo y Ojeda Zújar, José (2013), «The Importance of the Vertical Accuracy of Digital Elevation Models in Gauging Inundation by Sea Level Rise along the Valdelagrana Beach and Marshes (Bay of Cádiz)». *Geo-Marine Letters* 33, 225-230.
- Fraile Jurado, Pablo y Leatherman, Stephen B., (2016), «Alternativas Al Análisis Y Representación Cartográfica de La Subida Del Nivel Del Mar Sobre Modelos Digitales de Elevaciones: El Caso de Miami-Dade County (Florida, EEUU)». *GeoFocus* (17), 115– 132.
- Gesch, Dean B., (2009), «Analysis of Lidar Elevation Data for Improved Identification and Delineation of Lands Vulnerable to Sea-Level Rise». *Journal of Coastal Research* 10053(10053), 49–58.
- Gornitz, Vivien M.;Daniels Richard C.;White, Tammy W., y Birdwell Kevin R. (1994), «The Development of a Coastal Risk Assessment Database: Vulnerability to Sea-Level Rise in the U.S. Southeast». *Journal of Coastal Research*, 12, 327.
- Gregory, Jonathan, (2013), «Projections of Sea Level Rise» ,*IPCC Fifth Assessment Report*: 16. http://www.ipcc.ch/pdf/unfccc/cop19/3_gregory13sbsta.pdf.
- Instituto Geográfico Nacional, (2013), «Modelo Digitsal de Elevaciones. 5 metros». *Centro National de Información Geográfica*. http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscar.do [consulta: abril de 2017].

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

- Jevrejeva, Svetlana; Moore, John C. y Grinsted, Aslak (2008), «Relative Importance of Mass and Volume Changes to Global Sea Level Rise» ,*Journal of Geophysical Research* 113(D8): D08105. http://doi.wiley.com/10.1029/2007JD009208.
- Leatherman, Stephen P.; Zhang,Keqi y Douglas, Bruce C.(2000), «Sea Level Rise Shown to Drive Coastal Erosion». *Eos,* 81(6), 55–57.
- Marfai, Muh Aris, y King, Lorenz (2008), «Potential Vulnerability Implications of Coastal Inundation due to Sea Level Rise for the Coastal Zone of Semarang City, Indonesia». *Environmental Geology* 54(6), 1235– 1245.
- Ojeda Zújar, José; Álvarez Francoso, José; Martín Cajaraville, Daniel, y Fraile Jurado, Pablo (2009), «El Uso de Las TIG Para El Cálculo Del Indice de Vulnerabilidad Costera (CVI) Ante Una Potencial Subida Del Nivel Del Mar En La Costa Andaluza (España)». *GeoFocus (Artículos)* 9, 83-100.
- Parry, Martin L. *et al.*, (2007), «IPCC, 2007: Summary for Policymakers». *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution ofWorking Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: 7–22.
- Pfeffer, W. Tad; Harper,Joel T. y O'Neel, Shad (2008), «Kinematic Constraints on Glacier Contributions to 21st-Century Sea-Level Rise». *Science (New York, N.Y.)* 321(5894): 1340– 1343.
- Pugh, David T. (1996), «Tides, Surges and Mean Sea-Level (Reprinted with Corrections)». *Marine and Petroleum Geology* 5(3), 301.
- Purvis, Matthew J.; BatesPaul D. y Hayes, Christopher M. (2008), «A Probabilistic Methodology to Estimate Future Coastal Flood Risk due to Sea Level Rise».*Coastal Engineering,* 55(12), 1062– 1073.
- Rahmstorf, Stephan (2007), «A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise». *Science* 315(5810), 368– 370.
- Raji, Otmane; Del Río, Laura;Gracia, Francisco Javier y Benavente, Javier(2011), «The Use of LIDAR Data for Mapping Coastal Flooding Hazard Related to Storms in Cadiz Bay (SW Spain)». *Journal of Coastal Research* (64), 1881– 1885.
- Rotzoll, Kolja; y Fletcher, Charles H. (2012), «Assessment of Groundwater Inundation as a Consequence of Sea-Level Rise». *Nature Climate Change* 3(5), 477– 481.
- Stocker, Thomas F. (2014) *Climate change 2013: the physical science basis: Working Groups I contribution to the Fifth Assesment report of the Intergovernamental Panel on Climate Change*, Nueva York: Cambridge University Press.
- Tebaldi, Claudia; Strauss, Benjamin H., y Zervas, Chris (2012), «Modelling Sea Level Rise Impacts on Storm Surges along US Coasts» ,*Environmental Research Letters* 7 (1), 14 - 32.
- Titus, James G. y Richman, Charlie (2001), Maps of land vulnerable to sea level rise: modeled elevations along the US Atlantic Gulf coast, *Climate Research*, 18, 205-2018.
- Titus, James G.; Anderson, K. Eric;. Cahoon, Donald R.; Gesch, Dean B.; Gill, Stephen K.; Gutierrez, Benjamin T.; ThielerE., Robert (2009) *Coastal Sensitivity to Sea-Level Rise: A Focus on the Mid-Atlantic Region.A report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research,* Createspace Independent Publishing Platform, 320.
- Warrick, Richardy Oerlemans, Johannes(1990), «Sea Level Rise». En: Houthon, John T.; Kenkins George J. y Ephraums John J., *Climate Change: The IPCC scientific assessment*, Nueva York: Cambridge University Press, 263–281.

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

Sobre los autores

Pablo Fraile-Jurado
Doctor en Geografía por la Universidad de Sevilla y licenciado en Geografía. Miembro del Departamento de Geografía Física y A.G.R. desde 2003, su línea de investigación principal son los riesgos costeros, especialmente los vinculados a la subida del nivel del mar, a partir de las cuales ha publicado numerosos artículos de investigación. Adicionalmente, es coordinador del Master Erasmus Mundus en Planificación Espacial Marina, y recientemente ha desarrollado una nueva línea de trabajo en las aplicaciones docentes de la fotografía del paisaje, dentro del marco del proyecto abierto Geophotopedia.

José Álvarez-Francoso
Doctor en Geografía por la universidad de Sevilla y licenciado en Geografía (Maîtrise de Géographie por la Universidad de Estrasburgo I (Francia). Miembro del grupo de investigación "Ordenación del Litoral y Tecnologías de Información Territorial", ha participado como investigador en varios Proyectos de Excelencia y de convocatoria nacional y en contratos con una alta carga de transferencia, a partir de los que han surgido más de una treintena de publicaciones. Sus trabajos de investigación están vinculados, desde un punto de vista temático, a los campos de la climatología y riesgos naturales, y desde un punto de vista técnico a los Sistemas de Información Geográfica y a las tecnologías de tratamiento y difusión de la información espacial.

José Ojeda-Zújar
Catedrático de Geografía Física en el Departamento de Geografía Física y A.G.R. Es director del grupo de investigación "Ordenación del Litoral y Tecnologías de Información Territorial", y responsable de decenas de proyectos de investigación y contratos de alta carga de transferencia. Dentro de una amplia línea temática centrada esencialmente en la costa, la mayor parte de sus publicaciones hacen referencia a las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica al conocimiento y gestión de la información espacial de este ámbito.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5934
Dorta, P. *et al.* (2018). El calentamiento global en el Atlántico Norte Suroriental
Cuadernos Geográficos 57(2), 27-52

El calentamiento global en el Atlántico Norte Suroriental. El caso de Canarias. Estado de la cuestión y perspectivas de futuro

Pedro Dorta Antequera[1] ✉ | Abel López Díez[2] | Jaime Díaz Pacheco[3]

Recibido: 18/04/2017 | Aceptado: 09/12/2017

Resumen

El archipiélago canario se encuentra en una región de gran interés desde una perspectiva climática, formando parte de la Macaronesia, en el Atlántico Norte Suroriental. Se trata de un espacio geográfico insular con escasa información meteorológica, especialmente en cuanto a la longitud de las series. No es hasta época muy reciente cuando comienzan a aparecer las primeras publicaciones que analizan esos datos y que complementan a los modelos globales existentes. El estudio de esos trabajos publicados y de datos de eventos extremos analizados, corroboran cambios relevantes en algunos de los elementos del clima más característicos, sobre todo la temperatura, que manifiesta un nítido ascenso y la precipitación, en menor medida, con un descenso poco significativo. Además también se analizan cambios en algunos otros parámetros como la presión, la humedad relativa, el viento y las advecciones de origen sahariano. Finalmente, se lleva cabo un análisis de eventos extremos entre los que destacan los de rasgos tropicales, lo que permite inferir un futuro con probable presencia de eventos propios de espacios de rasgos claramente tropicales, por ejemplo las lluvias estivales o las tormentas y ciclones tropicales.

Palabras clave: cambio climático; Islas Canarias; riesgos climáticos; eventos extremos; resiliencia; Macaronesia.

Abstract

The global warming in the Southeast region of the North Atlantic Ocean. The case of Canary Islands. State of the art and further perspectives

The Canary Islands are located in a climatic region of interest, being part of Macaronesia in the Southeast zone of the North Atlantic Ocean. It is a geographic area composed by islands where the meteorological information is scarce, particularly on the length of the available time series. The scientific publications which started to analyse this data had not appear until very recently as supplement of the existent global models. An overview of these works and the analysis of extreme events have allowed validating relevant changes on some of the climate elements, mainly the temperature which manifests a well-defined increase; and also the rainfall but in a minor degree. Moreover, increments on the sea level and changes in parameters like the pressure, the relative wet, the wind, and the Saharan dust advections are showed. Finally, an analysis on tropical events allows inferring a likely future of climatic tropical features as summer rainfall or tropical storms.

Key words: Climate change; Canary Islands; climate risks; extreme events; resilience; Macaronesia.

1. Cátedra «Reducción del Riesgo de Desastres. Ciudades Resilientes» Universidad de La Laguna. pdorta@ull.es
2. Cátedra «Reducción del Riesgo de Desastres. Ciudades Resilientes» Universidad de La Laguna. alopezd@ull.es
3. Cátedra «Reducción del Riesgo de Desastres. Ciudades Resilientes» Universidad de La Laguna. jdiazpac@ull.es

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

Résume

Le réchauffement climatique dans le sud-est de l'Atlantique Nord. Le cas des Îles Canaires. État de la question et perspectives d'avenir

L'archipel est situé dans une région d'un grand intérêt du point de vue climatique, une partie de la Macaronésie, dans l'Atlantique Nord-Est. Il est une île avec peu de temps de l'espace géographique, en particulier en ce qui concerne la durée de la série. Non, jusqu'à très récemment quand ils commencent à apparaître les premières publications analysant les données et modèles complémentaires mondiaux existants. L'étude de ces travaux et les données publiées d'événements extrêmes analysés, confirmer des changements significatifs dans certains des éléments climatiques les plus caractéristiques, en particulier la température, présentant augmentation des précipitations et forte, dans une moindre mesure, une diminution insignifiante. De plus les changements sont également discutés dans certains autres paramètres tels que la pression, l'humidité relative, le vent et advection d'origine saharienne. Enfin, il a procédé à une analyse des événements extrêmes parmi lesquels les caractéristiques tropicales qui nous permet de conclure à un avenir avec la présence probable d'espaces propres événements clairement les caractéristiques tropicales, telles que les pluies d'été ou les tempêtes et les cyclones tropicaux.

Mots-clés: changement climatique; Îles Canaries; risques climatiques; événements extrêmes; résilience; Macaronésie.

1. Introducción

Desde 1990, año en que se publicó el primer informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), tras miles de artículos y cinco informes publicados resulta tan evidente que el calentamiento del planeta es una realidad como que la actividad humana es responsable del ello (Cook *et al.*, 2013; IPCC, 2013). No obstante, los primeros modelos climáticos de los años 90 tenían una resolución espacial baja y el *downscaling* o regionalización climática se convirtió en una prioridad que ha hecho que, en los últimos años, las rejillas espaciales de análisis se hayan reducido considerablemente permitiendo estudios de mayor detalle. Además, las investigaciones a escala local, con datos homogeneizados de estaciones meteorológicas calibradas y evaluadas, han supuesto la fase más reciente en cuanto al análisis más directo del territorio y la corroboración de los grandes modelos globales. En este sentido, las islas de pequeñas dimensiones siempre han quedado al margen de estos modelos generales, precisamente por su reducido tamaño, aunque algunas de ellas sean las primeras y las más afectadas por el calentamiento (Albert *et al.*, 2016; Petzold *et al.*, 2015).

Por otra parte, los archipiélagos de la Macaronesia muestran, en general, un complejo relieve que hace aún más problemática, si cabe, la aplicación de esos modelos globales, por lo que resulta esencial analizar el territorio con mucho mayor detalle, especialmente en cuanto a la precipitación (Expósito *et al.*, 2015).

En este artículo, se tendrá ocasión de comprobar que los datos reales de detalle de estaciones meteorológicas y no únicamente de los modelos en el Atlántico Norte Suroriental en el que se encuentra el archipiélago canario, ponen de manifiesto que esta región no sólo no es ajena al calentamiento, sino que, en algunos casos, muestra cambios relevantes. Como se verá, diversas publicaciones constatan el aumento térmico generalizado. Los análisis pluviométricos, aunque

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

más difíciles de realizar por la gran irregularidad de las precipitaciones en las islas, también comienzan a sugerir, débilmente, cambios en los patrones de circulación, con una mayor concentración de la misma y una probable, aunque poco significativa, disminución del total de lluvias. Por último, también se han detectado cambios en algunas otras variables como la humedad relativa o la evapotranspiración.

Al mismo tiempo, en época reciente, se han producido en Canarias, y en la Macaronesia, en general, una serie de fenómenos meteorológicos extremos con graves consecuencias en cuanto a daños económicos y víctimas. Es muy probable que algunos de estos eventos puedan estar influenciados por el citado calentamiento.

En este contexto, los estudios sobre islas pequeñas, y sobre la Macaronesia en particular, tienen un gran interés como laboratorios en cuanto a procesos de mitigación y adaptación, así como al desarrollo de la resiliencia frente al cambio climático (Tomé, *et al.*, 2014; Petzold y Ratter, 2015). Como es sabido, los espacios insulares suelen compartir una gran biodiversidad y sistemas económicos similares con una fuerte dependencia del exterior (abastecimiento de todo tipo, energía etc.). El turismo es uno de sus principales pilares económicos, con un peso muy destacado en su PIB, actividad que depende, a su vez, de los combustibles fósiles para trasladar a los potenciales turistas hasta las islas. Por su parte, los turistas presentan un consumo elevado de recursos, superior a la población residente y se trata, en buena medida, de visitantes extranjeros de procedencia lejana (Esteba Talaya *et al.*, 2005). El gasto energético también suele ser más alto, como lo demuestran, por ejemplo, las emisiones de CO_2 per cápita en Canarias, que superan a la media nacional[4], aún con una renta por habitante inferior, por lo que las medidas de mitigación igualmente podrían tener consecuencias importantes sobre el desarrollo de las islas

Por todo ello, los espacios insulares son más vulnerables ante un escenario de calentamiento global constituyendo, probablemente, la mayor amenaza potencial para las islas pequeñas (Petzold y Ratter, 2015), como es el caso de Canarias y el resto de los archipiélagos de la Macaronesia. Resulta crucial, por consiguiente, valorar el cambio climático en esta región.

En esta línea, para poder evaluar y mostrar la magnitud del cambio climático en Canarias se expondrán, en un primer apartado, los objetivos, fuentes y el método utilizado, posteriormente el contexto geográfico y climático, luego la discusión sobre cuáles son las evidencias y la magnitud de los cambios detectados, a continuación, las proyecciones de futuro y, por último, las principales conclusiones.

2. Metodología

El objetivo principal de este artículo es mostrar la realidad más reciente sobre el calentamiento global en la región de Canarias y, por extensión, el Atlántico Norte Suroriental, representado, en cierta medida, por la Macaronesia. Para ello se tendrán en cuenta las principales conclusiones a las que llega la bibliografía especializada, así como algunos nuevos datos que complementan dichos estudios. Para ello se expone el estado de la cuestión en el archipiélago y su contexto geográfico con la información más reciente. Como objetivo secundario también se plantea mostrar las principales ideas que reflejan algunos de los modelos generales de proyección futura. Con este

4. En 2014 la media de emisiones de CO_2 de las CCAA en España es de 138,12 eq (kt) per cápita y la de Canarias es 162,07 eq (kt) per capita. Calculado a través de cifras de población del padrón (INE, 2014) y el inventario de toneladas de emisiones equivalentes (MAPAMA, 2014).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

fin se analizará, con exhaustividad, como primera fuente del trabajo, la bibliografía publicada hasta la actualidad que, de alguna u otra manera, analice cuestiones climáticas relacionadas con el calentamiento en el área de estudio y sus proyecciones futuras. En este sentido, las publicaciones muestran las principales tendencias en los elementos del clima de manera pormenorizada pero muy dispersa.

Además, junto a los resultados de los citados trabajos, se mostrarán algunos nuevos datos, especialmente en relación a los fenómenos meteorológicos de rango extraordinario que también contribuyen a evaluar el cambio y sus consecuencias, complementando así las aseveraciones señaladas por las publicaciones. Para ello se utilizarán las bases de datos de las estaciones meteorológicas de la red principal de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) con el tratamiento estadístico de algunos de los valores extremos y las tendencias de los mismos. Para el análisis de eventos extremos concretos se empleará, también, la información meteorológica de los archipiélagos de Azores y Madeira extraídas del Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) y del Centro Nacional para la Información Ambiental y la base de datos de huracanes de la NOAA. El análisis general de los territorios de la Macaronesia pretende dar consistencia científica a las conclusiones puesto que así se corroboran los datos de Canarias y se constata el calentamiento en el contexto de una región mucho más amplia.

De esta manera se analizará, en primer lugar, la temperatura, en segundo lugar la precipitación, en tercer lugar algunos otros parámetros climáticos (presión, humedad relativa, etc.), y, por último, los eventos extremos.

2.1. Contexto geográfico y climático

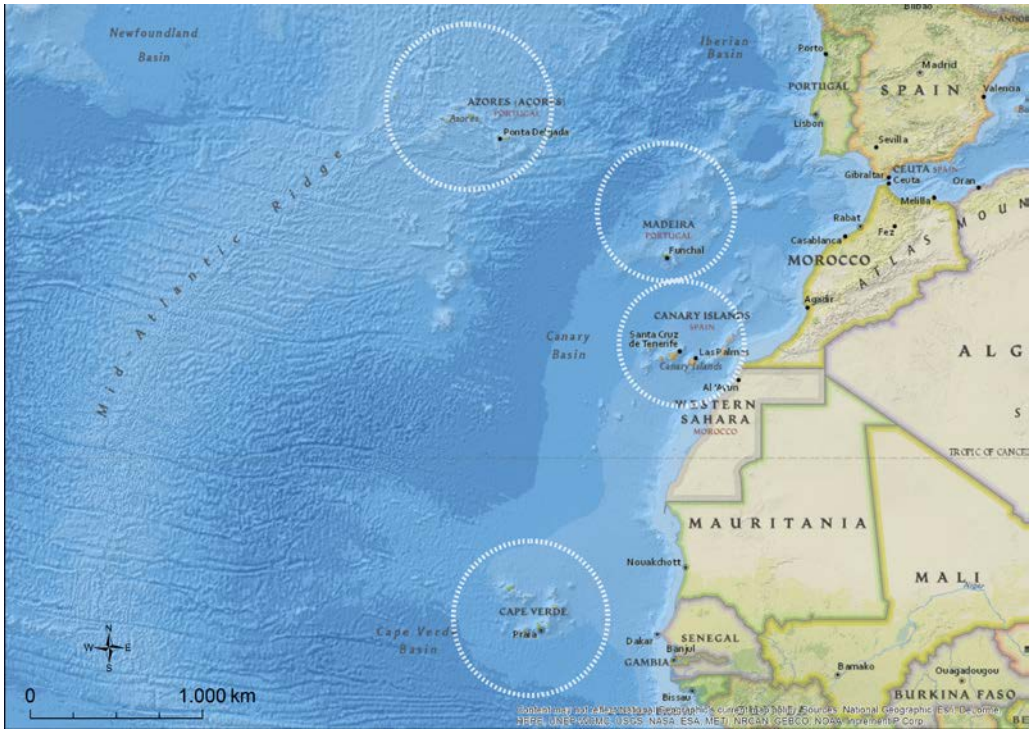
El área principal de estudio es el archipiélago canario aunque, como se ha señalado, se extenderán algunas conclusiones al resto de la Macaronesia. Esta región, engloba a cinco archipiélagos que pertenecen a tres naciones diferentes con más de 40 islas e islotes (Figura 1). Presentan similitud geológica, al tratarse de islas volcánicas de relieve complejo y biogeografía muy variada, tanto en cuanto a flora como a fauna, además de contar con un elevado número de endemismos (Fernández Palacios *et al.*, 2011). Esa rica biodiversidad es resultado de unos rasgos climáticos, en cierta medida, parecidos. En general, se trata de regiones subtropicales bañadas por aguas relativamente frías. Las islas más septentrionales son más frías y lluviosas y las más meridionales más cálidas y secas. Todas, así como el vecino litoral africano, poseen rasgos térmicos muy suaves debido a la gran influencia oceánica. Asimismo, es un espacio geográfico de transición entre el mundo templado y el cálido tropical. No obstante, observadas estas similitudes, es preciso citar algunas diferencias sustanciales, destacando que el archipiélago de Cabo Verde muestra rasgos climáticos sensiblemente distintos al resto de la Macaronesia. Éste registra temperaturas notablemente más cálidas y, sobre todo, un régimen pluviométrico típicamente tropical con un máximo estival, frente al resto del territorio (Azores, Madeira, Salvajes y Canarias), con un máximo netamente invernal con un régimen pluviométrico análogo al de las regiones mediterráneas. En todos los casos el relieve determina el reparto espacial de las precipitaciones.

Es importante señalar, además, la compleja estructura vertical de la troposfera en la región y, en especial en Canarias, debido a la presencia constante de una inversión térmica que genera dos ambientes climáticos bien diferenciados. La capa superficial con un espesor medio de 1250 m (Dorta, 1996) influenciada por el océano y la circulación de los vientos alisios y el estrato por encima de la inversión gobernado predominantemente por la circulación general que, dependiendo

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

de la altitud es de entre el cuarto y tercer cuadrante (Martín *et al.*, 2012). Esta estructura resulta determinante para cualquier análisis climático puesto que, en realidad, suponen dos espacios geográficos claramente definidos: las áreas costeras y de altitud media (medianías) por un lado, donde se concentra la totalidad de la población, y la alta montaña, por otro, con una notable menor influencia oceánica y rasgos climáticos bien diferenciados.

Figura 1. Localización de las Islas de la Macaronesia



Como se ha señalado, las islas de tamaño reducido son laboratorios muy relevantes para poder estudiar tanto el cambio en las condiciones climáticas como los efectos. En primer lugar, Canarias, y toda la Macaronesia, supone un excelente observatorio natural para estudios de variabilidad en los patrones de circulación para el Atlántico Norte (García Herrera, *et al.*, 2001) al constituir una importante zona climática de transición en el Atlántico Norte suroriental (Marzol y Máyer, 2012; Cropper, 2013), ya que se ubica entre las circulaciones templada y tropical. En segundo lugar, al ser islas, son espacios especialmente vulnerables (Petzold y Ratter, 2015); tanto desde una perspectiva natural, sobre todo, en cuanto a pérdida de biodiversidad, como humana, esencialmente en lo que respecta a su dependencia energética, alimentaria y suministro de agua potable (Ratter y Petzold, 2012). Aspectos estos que pueden agravarse por los impactos derivados de los fenómenos meteorológicos extremos a los que son especialmente vulnerables todas las áreas litorales del planeta. Por todo ello el espacio geográfico analizado es de gran interés, con un gran valor estratégico en todos los sentidos.

3. Evidencias y magnitud del cambio

Los datos de estaciones meteorológicas en Canarias son escasos y/o con series cortas, por lo que es complicado poder elaborar estudios sobre tendencias. De hecho, no es hasta época muy reciente cuando comienzan a aparecer publicaciones al respecto. No obstante, en la actualidad ya son

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

numerosos y diversos los trabajos que comienzan a constatar cambios significativos en ciertas variables climáticas.

La temperatura y la precipitación son los elementos climáticos más analizados ya que, como en el resto del planeta, cuentan con bases de datos más largas y fiables y, por tanto, en los que mejor pueden evaluarse los cambios o tendencias; sobre todo la primera de las citadas variables. Así, la temperatura es el elemento más estudiado y el que presenta resultados con mayor certidumbre y una significación estadística más evidente. La precipitación, por su parte, al ser una variable mucho más complicada de analizar muestra resultados más limitados y con una mayor incertidumbre en las tendencias y menor significación estadística. En esta región del globo la irregularidad pluviométrica es uno de los principales rasgos, a lo que se añade una topografía de enorme complejidad que dificulta, aún más, cualquier tipo de análisis temporal y espacial de las precipitaciones.

Otras variables estudiadas son la humedad relativa, la evaporación, la presión, que es analizada con relación a la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) e, indirectamente así, la circulación de los vientos alisios. También hay estudios sobre el ascenso del nivel del mar y, aunque de manera más general, el cambio en la temperatura superficial del mismo. Por último, se han publicado algunos trabajos sobre previsibles efectos del calentamiento y tendencias de futuro.

3.1. Las temperaturas

Como se ha señalado, el análisis de las temperaturas es el que muestra resultados más concluyentes y más sólidos desde una perspectiva estadística. El tratamiento de las series, la mayoría de ellas previamente homogeneizadas, señala incrementos apreciables.

Si se analizan los datos pormenorizadamente, se puede apreciar la diversidad de investigadores e instituciones que han publicado sobre el tema y que, además, trabajan a escalas distintas. Así, se entiende que algunas conclusiones muestren ciertas diferencias entre los autores aunque, en general, los resultados sean similares y concluyentes o, al menos, en el mismo sentido en cuanto a tendencias estadísticas. Hay publicados un total de seis trabajos que se podrían dividir en dos grupos. El primero estaría conformado por estudios de gran detalle espacial con el empleo de un elevado número de estaciones meteorológicas locales (Esquivel *et al.*, 2012; Luque *et al.*, 2014; Sanroma *et al.*, 2010). El segundo corresponde a estudios que analizan la Macaronesia en su conjunto, con menor profundidad espacial, utilizando datos de las estaciones meteorológicas principales, que poseen series más largas, incluyendo también en sus resultados análisis estacionales (Cropper, 2013; Cropper y Hanna, 2014). Así, en el trabajo más amplio sobre calentamiento en la Macaronesia sólo se usan cuatro observatorios para el caso de Canarias (Cropper y Hanna, 2014). En definitiva, los dos grupos señalados son absolutamente complementarios. El análisis se completa con algunas publicaciones algo más antiguas y con menor detalle tanto espacial como temporal (Sperling *et al.*, 2004).

Se observa en las publicaciones que las conclusiones generales son similares, aunque el primer grupo, al trabajar con mayor detalle espacial, demuestra que el ascenso es muy irregular, según sectores, a escala local. Además, Cropper (2013) señala incrementos superiores en su serie -1973-2012- que Martín y colaboradores (2012) y Luque y colaboradores (2014) -1944-2010-. No obstante en todos los casos el ascenso térmico más marcado se produce, claramente, a partir de los años 70-80.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En síntesis, las principales conclusiones indican un incremento térmico generalizado aunque con matices espaciales y temporales (Cuadro 1), destacando las siguientes cuestiones:

- Aumento térmico general entre 1901 y 2010 para toda la región macaronésica, incluyendo el archipiélago canario (Cropper and Hanna, 2014).
- Ascenso térmico pronunciado en los valores mínimos, mucho más que en los máximos (Martín *et al.*, 2012; Luque *et al.*, 2014; Sanroma *et al.*, 2010).
- Ese incremento térmico nocturno se traduce en el aumento apreciable del número de noches tropicales, aquellas con más de 20ºC (Máyer y Marzol, 2014).
- Como consecuencia de ello se produce una clara tendencia hacia la disminución de la amplitud térmica diaria (Martín *et al.*, 2012; Luque *et al.*, 2014; Sanroma *et al.*, 2010).
- Según los investigadores del primer grupo, el aumento de las temperaturas es más evidente, sobre todo, en la alta montaña (Martín *et al.*, 2012; Sanroma *et al.*, 2010), por encima de la inversión térmica que también señalan Sperling y colaboradores (2004) aunque con una serie más corta.
- Este mismo reparto térmico espacial, con un mayor incremento en la montaña, se repite en espacios insulares de características geográficas y climáticas similares (Díaz *et al*, 2011), lo que da consistencia científica a este resultado. Sin embargo, los autores del segundo grupo no constatan esa diferencia espacial, probablemente porque trabajan a escala más general (Macaronesia) y señalan incrementos térmicos menores.
- Aumento de las temperaturas, evidente, sobre todo, a partir de los años 70-80 del siglo XX, con un consenso casi unánime en ese sentido (Sperling *et al.*, 2004; Martín *et al.*, 2012; Cropper, 2013; Cropper y Hanna, 2014; Luque *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2012).
- Ese ascenso es consistente con el registrado en el resto del planeta (IPCC, 2013) pero con incrementos superiores a la media global (0,27ºC entre 1981 y 2010), durante las últimas décadas, no sólo en Canarias sino en todos los archipiélagos macaronésicos (Cropper y Hanna, 2014).
- En ese sentido, el aumento de temperaturas es similar a los archipiélagos que más se calientan a escala planetaria como Mauricio o Bahamas (Cropper y Hanna, 2014).
- El ascenso es más pronunciado en verano (Cropper y Hanna, 2014).
- El incremento se hace más patente en las islas orientales que en las occidentales, donde incluso no es significativo en El Hierro y La Palma (Cropper, 2013), aunque otros autores si encuentran incrementos importantes en estas islas (1970-2010) (Hernández *et al.*, 2012)[5].
- Los datos indican cambios en las tendencias en relación con fenómenos globales. Es el caso de la erupción del Pinatubo -1991- y un posterior enfriamiento y los episodios de Niño intenso como el de 1997-1998 con un acusado calentamiento (Cropper, 2013), tal y como también ocurre en el resto de la superficie terrestre.
- Por último, es importante destacar que las temperaturas muestran descensos, aunque no significativos estadísticamente, en la primera mitad del siglo XX, en especial entre 1911 y 1940[6].

5. Es llamativa esa diferencia entre las dos publicaciones (Cropper, 2013 y Hernández *et al.*, 2012). El ascenso tan destacado –excesivo- que señalan Hernández y colaboradores (2012) de 0,71°C/década para la isla de El Hierro podría ser debido al desconocimiento de los metadatos de la estación del aeropuerto de El Hierro y, por tanto, a probables inhomogeneidades estadísticas en la serie.

6. Es importante destacar que las estaciones meteorológicas de este periodo para Canarias sólo se refieren a Izaña y, sólo desde 1931, también a Santa Cruz de Tenerife.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5934

Cuadro 1: Variaciones estadísticamente significativas de la temperatura (°C/década) en Canarias según las publicaciones más relevantes

Publicación	Ámbito	Serie	Variable	Variación (°C)	Sector/°C/Periodo de mayor ascenso
Sperling et al., 2004	Tenerife	1950-1999 1972-1999	T. Media	Izaña: 0,16 Tenerife Norte: 0,6	Alta Montaña: 0,45°C (1970-1999)
Sanroma et al., 2010	Tenerife	1916/25-2006	T. Media	Santa Cruz: 0,10 / Izaña 0,13	Costa: 0,29°C (1948-2006) Tmin
		1916/25-2007	T. Mínima	Santa Cruz: 0,15 / Izaña 0,13	
		1948-2006	T. Media	Santa Cruz: 0,17 / Izaña 0,19	
		1948-2007	T. Mínima	Santa Cruz: 0,29 /Izaña 0,23	
Martín et al., 2012	Tenerife	1944-2010	T. Media	Promedio: 0,09	Alta Montaña: 0.32°C (1970-2010) Tmin
		1944-2010	T. Mínima	Promedio: 0,17	
		1970-2010	T. Media	Promedio: 0,17	
		1970-2010	T. Mínima	Promedio: 0,25	
Cropper, 2013+	Macaronesia	1973-1999	T. Media	0,20-0,70	Fuerteventura: 0,50°C (1973-2012) Tmed
		1973-2012	T. Media	0,27-0,50	
Cropper and Hanna, 2014	Macaronesia	1901-2000	T. Media	Promedio: 0,02*	Verano: 0,40°C (1981-2010) Tmed
		1981-2010	T. Media	Promedio: 0,30*	
		1981-2010	T. media (Verano)	Promedio: 0,4	
Luque et al., 2014	Gran Canaria	1946-2010	T. Media	Promedio: 0,09	Alta Montaña: 0,31°C (1970-2010) Tmin
		1946-2010	T. Máxima	Promedio: 0,06	
		1946-2010	T. Mínima	Promedio: 0,12	
		1970-2010	T. Media	Promedio: 0,17	
		1970-2010	T. Máxima	Promedio: 0,17	
		1970-2010	T. Mínima	Promedio: 0,17	

*No es estadísticamente significativo
Fuente: Sperling *et al.*, 2004[7]; Esquivel *et al.*, 2012; Cropper, 2013[8]; Cropper and Hanna, 2014; Luque *et al.*, 2014; Sanroma *et al.*, 2010. Elaboración propia.

Los comportamientos térmicos indicados se apoyan, la mayoría de ellos, en robustos procedimientos estadísticos que, además, al estar en consonancia con los resultados obtenidos en otros espacios similares, aumentan su fiabilidad. Se puede confirmar, por tanto, que el calentamiento en el Atlántico Norte Suroriental es una realidad incuestionable. Esto queda constatado, además, por otros estudios que confirman el ascenso térmico en los otros archipiélagos macaronésicos, especialmente desde los años 70 y para el caso de Madeira con ascensos también algo superiores en las mínimas que en las máximas (Santos *et al.*, 2004). Ese ascenso es, en general, algo inferior a la media global, siendo para el caso de Canarias en los últimos 110 años (1901-2010) de un 67% con respecto al promedio mundial (Cropper & Hanna, 2014), aunque, como se ha citado, con una aceleración muy significativa en el aumento térmico en las últimas décadas, aproximadamente en los últimos 40 años.

3.2. Las precipitaciones

La lluvia es un elemento más difícil de tratar desde una perspectiva estadística y, mucho más, en el área de estudio en el que, probablemente, la irregularidad sea su principal característica.

7. Sperling *et al.* (2004) señalan un aumento de 0,6°C por década para el observatorio del aeropuerto de Tenerife Norte. Sin duda se trata de un incremento «extraño» en cuanto al valor excesivamente elevado con respecto al resto de las estaciones e, incluso, en relación a los valores a escala planetaria y del establecido por los otros autores. Es posible que en ese cálculo no se haya tenido en cuenta los metadatos de la estación meteorológica, puesto que se produce un cambio relevante en la ubicación de la misma en 1976. Ese cambio queda reflejado en diferentes pruebas de homogeneidad. Por tanto, es probable que se trate de un error que, además, podría incidir en las conclusiones a las que llegan los autores para el estudio de los bosques de nieblas en Tenerife.
8. Al igual que con Sperling y colaboradores (2004) se indica un incremento térmico igual o superior a 0,6ºC por década en algunos observatorios y hay errores e la denominación de los observatorios («Las Palmas de Tenerife» y «Hierro»), por lo que se incluye en el cuadro el valor más significativo de la estación de Fuerteventura en la serie más larga (1973-2012).

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

En esta línea, la gran variabilidad temporal, con coeficientes de variación superiores al 40% en numerosos casos (Dorta, 2007; Cropper y Hanna, 2014; Máyer *et al.*, 2017) y una gran concentración de la lluvia (Marzol *et al.*, 2006; Marzol y Máyer, 2012; Máyer y Marzol, 2017; González y Bech, 2017) hacen necesarios análisis estadísticos con series muy largas. Es muy complicado, por tanto, el estudio de tendencias debido a la mencionada irregularidad (De Luque y Martín, 2011), a la cortedad de las series -la mayor parte de los observatorios comienzan a funcionar entre los años 50 y 70- y, también, a la gran variabilidad espacial.

Aún así, hay un total de diez trabajos publicados, muy diversos en cuanto a temática y escala (García-Herrera *et al.*, 2003; Del Río *et al.*, 2009; De Luque y Martín-Esquivel, 2011; Hernández *et al.*, 2012; Tarife *et al.*, 2012; Cropper, 2013; Cropper y Hanna, 2014; Máyer *et al.*, 2015; Sánchez-Benitez *et al.*, 2016; Máyer-Suárez *et al.*, 2017). Los estudios señalan, de forma sintética, un descenso general de la precipitación (Máyer *et al.*, 2015; García-Herrera *et al.*, 2003; De Luque y Martín-Esquivel, 2011; Máyer-Suárez *et al.*, 2017), aunque con resultados en los que las tendencias son poco significativas, al igual que en Azores y Madeira (Cropper, 2013) y un cierto incremento en la intensidad de la lluvia (Tarife *et al.*, 2012; Máyer y Marzol, 2017). No obstante, algunas investigaciones más recientes, que cubren un elevado número de estaciones y abarcan a todo el archipiélago, remarcan la dificultad en establecer tendencias claras por la citada variabilidad interanual y ponen en entredicho las conclusiones establecidas con series de datos cortas (Sánchez-Benítez *et al.*, 2016), aunque los niveles de significación estadística crean diferencias en los resultados de los análisis (Máyer *et al.*, 2017). En definitiva, las principales características son las siguientes (Cuadro 2):

- La gran irregularidad de las precipitaciones impide obtener resultados del todo concluyentes y la significación estadística resulta ser escasa.
- Aún así, existe una tendencia general, aunque con poca significación estadística, hacia la disminución de las precipitaciones (García-Herrera *et al.*, 2003; Máyer *et al.*, 2015; Máyer *et al.*, 2017).
- Con especial relevancia en las vertientes septentrionales de Tenerife y Gran Canaria (Máyer *et al.*, 2015), especialmente de esta última, aunque no así en otros sectores (Máyer *et al.*, 2017) pero, de nuevo, con poca significación estadística.
- El más reciente de todos los trabajos muestra la gran complejidad en los análisis espaciales y temporales. A escala de detalle se indica un descenso desde 1970, con significación estadística moderada, en invierno pero, sobre todo, en primavera, especialmente en medianías y zonas altas de Gran Canaria (Máyer *et al.*, 2017). No obstante, con series más largas se señalaban descensos en otoño (Máyer *et al.*, 2015) que, sin embargo, desde 1970 muestran tendencias positivas en esta estación (Máyer *et al.*, 2017).
- El periodo más largo analizado con estaciones meteorológicas del archipiélago es de la isla de Tenerife (1919-2009) e indica un descenso pero con poca significación estadística (De Luque y Martín, 2011). En este mismo sentido, Cropper y Hanna (2014) analizan una serie más larga, pero es probable que se trate de observatorios distintos y no de una única serie[9].
- Los descensos más acusados en algunos sectores muy puntuales se sitúan en torno a los 40 mm por década (Máyer *et al.*, 2015; De Luque y Martín, 2011), llegando hasta los 60 mm para la alta montaña entre 1970 y 2010 (Hernández *et al.*, 2012).

9. Los autores utilizan una estación meteorológica identificada como TE con una serie entre 1885 y 2012. Es muy probable que dicho observatorio se corresponda con dos ubicaciones muy diferentes (La Laguna Instituto y Aeropuerto Tenerife Norte), por lo que los datos deberían reflejar una marcada inhomogeneidad que no se cita en el artículo. Una vez más se hace esencial conocer bien los metadatos de los observatorios.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- También es cierto que algunos sectores muestran aumentos, aunque poco relevantes y sin significación estadística, como es el caso del Noreste de La Palma (De Luque y Martín, 2011) o El Hierro (Hernández *et al.*, 2012).
- En general se aprecia un aumento en la intensidad de la precipitación, aunque no de manera homogénea (Tarife *et al.*, 2012; Máyer *et al.*, 2017).
- La certeza o evidencia en los análisis señalan, claramente, una mayor incertidumbre que en el caso de las temperaturas. Hasta tal punto que la investigación que tiene en cuenta el mayor número de estaciones –más de 100- y con una serie relativamente larga -pero menor que otros trabajos-, apenas encuentra significación estadística en las tendencias para el semestre más lluvioso –octubre a marzo- (Sánchez-Benítez *et al.*, 2016).

Por otro lado, algunas de las publicaciones han analizado las teleconexiones climáticas con la NAO y el ENSO en cuanto a la precipitación. En este sentido, las correlaciones con la NAO, son, en general, débiles y sólo para las islas occidentales durante los meses más fríos (Cropper, 2013; Del Río, 2009; Krichak *et al.*, 2014), tanto teniendo en cuenta el total de lluvia (García Herrera *et al.*, 2001) como la intensidad (Tarife *et al.*, 2012): la mayor cantidad de precipitación y la mayor intensidad se relacionan con una NAO negativa. En ese mismo sentido, en las islas occidentales, incluyendo Gran Canaria, también existen correlaciones entre este índice y las sequías, especialmente en el mes de marzo (Hernández *et al.*, 2012): las fases positivas implican más sequías. Por consiguiente, con frecuencia, los inviernos con NAO negativas tienden a ser más lluviosos y los de NAO positivas más secos (para las islas occidentales).

También se señalan correlaciones con el ENSO. Diversos autores demuestran la relación entre las fases negativas del ENSO y un aumento de la precipitación en el archipiélago debido a cambios en la circulación en la troposfera media (500 hPa.) (Gallego *et al.*, 2001), aunque otros estudios más recientes, con series de mayor longitud, lo desmienten e indican que sólo la NAO es significativa (Sánchez-Benítez, 2016).

En esta línea, la NAO también presenta una relación con las advecciones saharianas (Moulin *et al.*, 1997; Alonso, 2007; Alonso-Pérez *et al.*, 2011). Y, asimismo, el ENSO incide en el número de días de advección sahariana. Un ENSO positivo intenso se correlaciona con inviernos con más fechas saharianas (Dorta *et al.*, 2005; Menéndez *et al.*, 2009). Los días de rasgos saharianos se caracterizan por su estabilidad atmosférica, por lo que disminuyen las jornadas de lluvia. Aunque eso no implique un descenso en el total de precipitaciones, sí puede suponer un condicionante e, indirectamente, una menor probabilidad de precipitación, y más teniendo en cuenta el aumento de la pluviosidad con los episodios de ENSO negativo.

En cualquier caso, a pesar de las citadas correlaciones, las investigaciones más recientes reflejan que la mayor dependencia de la variabilidad pluviométrica se da con las temperaturas oceánicas (SST) en el Atlántico Norte tropical (Rodríguez-Fonseca *et al.*, 2006; Sánchez-Benítez, 2016), mucho más que con las propias teleconexiones puramente atmosféricas citadas, de manera que temperaturas oceánicas anormalmente positivas incrementan los tipos de tiempo inestables responsables de la precipitación (Sánchez-Benítez, 2016).

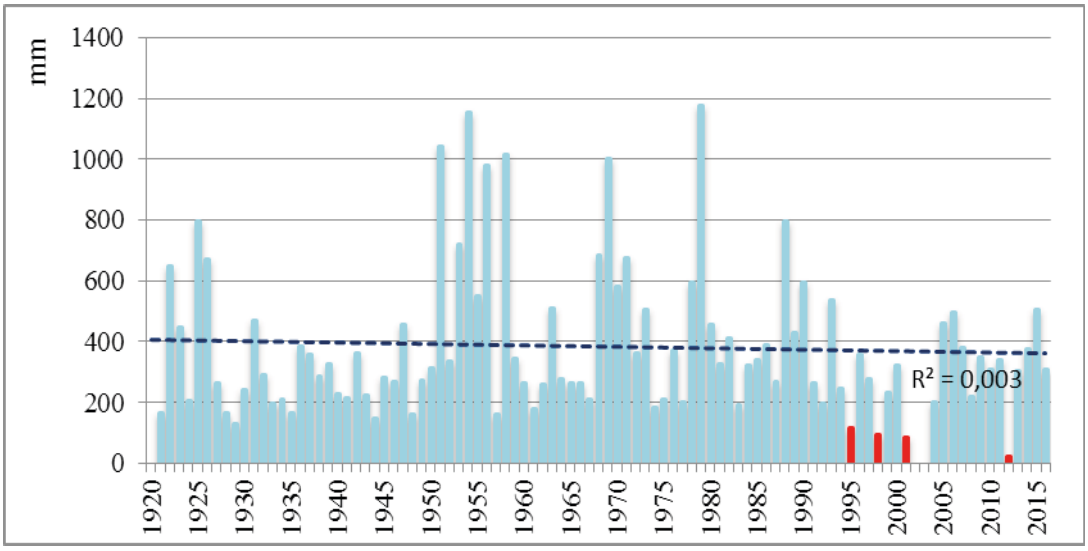
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Cuadro 2: Variaciones de la precipitación en Canarias según las publicaciones más relevantes

Publicación	Series+	Ámbito	Cuestiones más destacadas
García Herrera et al., 2003	1943-1998	Canarias	Disminución de precipitaciones anuales en Gran Canaria (-1,3%) y Tenerife (-1%). Ascenso en Lanzarote (+2,7%)
Del Río et al., 2009	1961-2006	Macaronesia	Sin significación estadística.
De Luque y Martín, 2011	1919-2009	Tenerife	Disminución de precipitación en el Norte de Gran Canaria y en general en Tenerife, especialmente costa norte (-40±20 mm). Disminución en La Palma (-40±40).
	1951-2009	Gran Canaria	
	1935-2009	La Palma	
Hernández et al., 2012	1970-2010	Canarias	Sin tendencia significativa, excepto El Hierro positiva e Izaña negativa.
Tarife et al., 2012	1970-2010	Canarias	Aumento en la intensidad de la precipitación en invierno y otoño. Descenso leve en primavera.
Cropper, 2013	1973-2010	Macaronesia	Sin significación estadística para Canarias.
Cropper y Hanna, 2014	1885-2011	Macaronesia	Sólo es significativo un incremento en Cabo Verde. Para Canarias no hay tendencia significativa.
Máyer et al., 2015	1919-2000	Canarias	Descenso en vertientes septentrionales de Tenerife y Gran Canaria, especialmente en otoño.
Sánchez-Benítez et al., 2016	1961-2013	Canarias	En general no resultan significativas las tendencias para el semestre octubre a marzo
Máyer et al., 2017	1970-2013	Canarias	Descenso. Sobre todo en primavera y en medianías y zonas altas de Gran Canaria.

+Las series señaladas hacen referencia a las más largas de las estudiadas.
Fuente: García Herrera *et al*., 2003; Del Río *et al*., 2009; De Luque y Martín, 2011; Hernández *et al*., 2012; Tarife *et al*., 2012; Cropper, 2013; Cropper y Hanna, 2014; Máyer *et al*., 2015; Sánchez-Benítez *et al*., 2016: Máyer *et al*., 2017. Elaboración propia

Figura 2. Precipitaciones en el semestre de concentración de lluvias en Canarias (Octubre-Marzo) en Izaña* entre 1920-2016.



*En rojo los cuatro semestres más secos de la serie.
Fuente: AEMET. Elaboración propia.

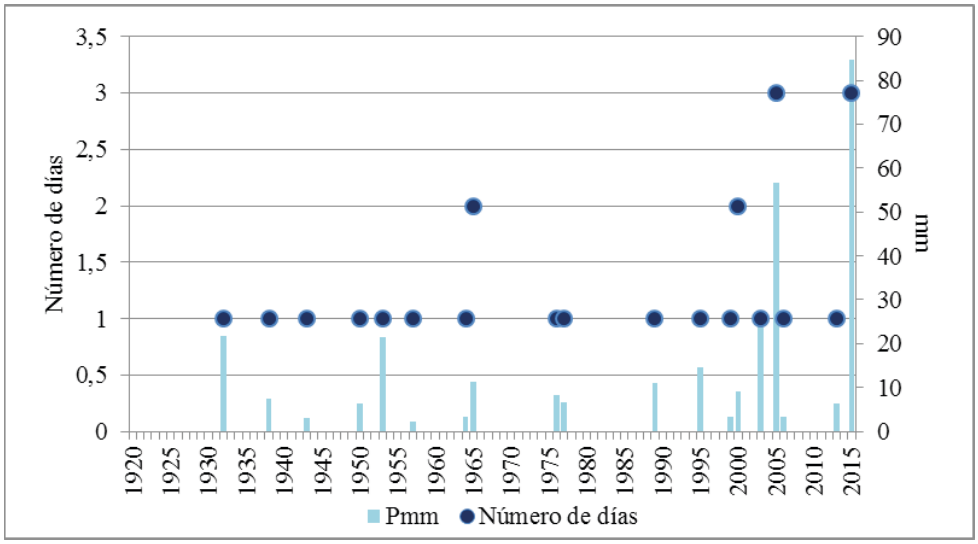
Como complemento a todo lo expuesto hay que señalar que un análisis de la evolución de la precipitación en el último siglo indica, no sólo la citada tendencia decreciente, con baja significación estadística -como se narra en la bibliografía- sino, además, una intensificación de inviernos muy secos en los últimos lustros de la serie. La estación de Izaña, la que cuenta con más datos dentro

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de la red de primer orden de la AEMET -desde 1920- y, por tanto, la más adecuada para el análisis, sirve como muestra. En este caso no existe tendencia con significación estadística pero los inviernos más secos se localizan en el siglo XXI y en la última década del siglo XX. En Canarias el semestre más lluvioso se concentra entre octubre y marzo, en el que se recoge el 87,3% del total (Sánchez-Benítez *et al.*, 2016). Los inviernos (semestres) más secos se han registrado en 2011-2012, 2000-2001, 1997-1998 y 1994-1995 en orden de intensidad de déficit pluviométrico (Figura 2), lo que podría apuntar más hacia una intensificación de las sequías que a la disminución efectiva de la precipitación. Esta hipótesis se hace más probable si tenemos en cuenta el incremento en la intensificación de la precipitación ya señalada (Tarife *et al.*, 2012; Máyer *et al.*, 2017) y supone que es compatible con un aumento en la intensidad de las sequías, aunque no haya un descenso significativo de la precipitación.

Otra cuestión interesante se puede observar en los últimos años en Canarias: la distribución estacional de las precipitaciones empieza a mostrar algunas variaciones. Así, las lluvias estivales, que suponen totales inferiores al 5% del total anual de promedio (Máyer *et al.*, 2015), es decir, veranos extremadamente secos (Sánchez-Benítez *et al.*, 2016), con meses de precipitación casi nula, revelan señales de cambio en época reciente, hasta tal punto que se han producido una serie de eventos de lluvia importantes en el verano, especialmente en agosto. Los más relevantes de toda la serie se han registrado en 2015, 2005 y 2003, cada uno más intenso que el anterior (Figura 3). Su relevancia es patente al comprobar el peso de los aportes pluviométricos en el contexto anual, llegando a suponer, en el último evento, el 1700% de la precipitación media para agosto y casi el 22% del total anual, cuando el valor medio es de 1,27%. Se trata de una serie de casi 100 años en la que se ha batido, en los últimos 16 años (siglo XXI), tres veces el record de precipitación mensual para el mes de agosto. Los datos analizados para la estación de Izaña indican una tendencia significativa al usar el test de Mann-Kendall con un nivel de significación del 95%. Otros autores, con series más cortas, también encuentran tendencias al alza en la precipitación estival aunque sin significación estadística (Del Río *et al.*, 2009). Es probable que pueda tratarse de un fenómeno relacionado con una cierta tropicalización en las condiciones climáticas del archipiélago y que conectaría con un aumento de las temperaturas oceánicas en la región (Kossin, 2008; Guijarro *et al.*, 2014). Este hecho se refuerza al comprobar que los modelos climáticos señalan un incremento futuro en las precipitaciones estivales para finales de siglo entre un 10% y un 13 % (Cropper, 2013).

Figura 3. Precipitaciones máximas durante el mes de agosto en Izaña 1920-2016.



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En definitiva, el comportamiento de la precipitación indica, por un lado, una disminución poco significativa de la misma y en consonancia con los resultados que muestra el IPCC a escala planetaria para la región de la Macaronesia, al igual que en buena parte del mundo mediterráneo (Trenberth, 2011). Por otro lado, algunos cambios en la distribución estacional, con episodios, cada vez más frecuentes, de naturaleza convectiva muy aislados pero intensos durante el estío.

3.3. Otras variables

Los trabajos revisados también tratan algunas otras variables, aunque con menor exhaustividad: presión, viento, humedad relativa, evaporación e insolación.

Las publicaciones sobre el comportamiento de *la presión* han tenido, como objetivo fundamental, el análisis de la relación entre la NAO y las condiciones climáticas sobre el archipiélago (García Herrera *et al*., 2001; Cropper y Hanna, 2014) y, en segundo término, el comportamiento del anticiclón subtropical del Atlántico Norte en su flanco oriental (Alonso-Pérez *et al*., 2011).

Cropper y Hanna (2014) señalan un incremento de la diferencia de presión entre Azores y Cabo Verde, lo que induce a pensar en un aumento significativo en la intensidad de los vientos alisios pero desde los años 70 hasta la actualidad, aumento que también señalan otros autores en todo el entorno del suroeste de la Península Ibérica, Madeira y Norte de Canarias (Guijarro, 2014). Sin embargo, en invierno, la velocidad media de los alisios siempre es menor que durante el verano, debido a la posición del Anticiclón atlántico a latitudes bajas cerca del archipiélago (Marzol *et al*., 1991) y a la desaparición de la depresión superficial africana. En este contexto, algunos autores plantean un cambio en las condiciones de viento debido a la tendencia en la extensión del citado Anticiclón hacia el Sahara. En los meses más fríos, de diciembre a marzo, se ha demostrado que el área de altas presiones ocupa posiciones cada vez más zonales, de forma que las altas presiones se extienden desde el Atlántico Norte oriental subtropical hasta todo el Sahara septentrional. Se generan así vientos más frecuentes de dirección Este con una componente zonal (Alonso-Pérez *et al*., 2011). Y, lo que es más importante, esta tendencia, según algunos autores, podría estar determinando un aumento en las intrusiones saharianas sobre toda esta región, especialmente desde 1979-80, casi doblando el total de material litogénico en la atmósfera, desde 10 mg/m^3 (1958-1980) a 20 mg/m^3 (1981-2006) para la isla de Tenerife (Alonso-Pérez *et al*., 2011). Sin embargo otros investigadores, analizando series más largas (1941-2009) no detectan una tendencia alcista, sobre todo porque los años 40 presentan una presencia muy elevada de intrusiones de polvo sahariano (García et. al., 2016)

Por lo que respecta al comportamiento de la *humedad relativa* se señala que la alta montaña no presenta variaciones estadísticamente significativas (Sperling *et al*., 2004)[10], mientras que en los sectores costeros, representados por la ciudad de Santa Cruz de Tenerife se evidencia un ascenso significativo de 1,1%/década. Sin embargo, otros autores señalan, por el contrario, un descenso de la humedad relativa para explicar el incremento de 18.2 mm/década en la evapotranspiración para Canarias, incremento especialmente significativo en verano (Vicente-Serrano *et al*., 2016).

10. De nuevo es posible que en esta publicación haya errores con los datos. El año 1940, que aparece con un valor llamativamente bajo (en realidad podría considerarse como un *outlier*) puede ser debido a la falta de datos de seis meses de ese año, entre enero y junio, por lo que las conclusiones, una vez más, podrían ser erróneas. Junio es un mes habitualmente muy húmedo, por lo que si no se tiene en cuenta la humedad relativa es muy probable que sea considerablemente más baja.

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

Por último, el estudio de *la insolación* no presenta tendencias significativas (Sanroma, *et al.*, 2010) en el área de estudio. Los cambios de todas las variables señaladas aparecen sintetizados en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Variaciones de otros elementos del clima

Variable	Publicación	Series+	Ámbito	Cuestiones destacadas
Viento	Cropper y Hanna, 2014	1871-2010	Macaronesia	Aumento significativo de los alisios (desde años 70)
Presión	Alonso et al., 2011	1958-2006	Atlántico Norte Subtropical Oriental	Extensión de la alta subtropical hacia el Este (invierno)
Intrusiones de polvo en suspensión	Alonso et al., 2011	1958-2006	Tenerife	Aumento de la cantidad de material litogénico
	García et al., 2016	1941-2013	Izaña	Sin tendencias significativas
Humedad relativa	Sperling et al., 2004	1931-1999	Tenerife	Incremento significativo de un 1,1%/década
Evapotranspiración	Vicente-Serrano et al., 2016	1961-2013	Canarias	Ascenso medio de 18,2mm/década. Más acusado en verano
Insolación	Sanroma et al., 2010	1943-2006	Tenerife	Sin tendencias significativas

+ Serie más larga estudiada
Fuente: Cropper y Hanna, 2014; Alonso *et al.*, 2011; Sperling *et al.*, 2004; Vicente-Serrano *et al.*, 2016; Sanroma *et al.*, 2010. Elaboración propia.

3.4. Fenómenos meteorológicos extremos

Los estudios sobre calentamiento global a escala planetaria y, como se ha visto, también a escala local, han constatado un cambio en las tendencias de algunas variables climáticas, la más evidente la temperatura. Sin embargo, la aparición de fenómenos meteorológicos extremos y su relación con el calentamiento es mucho más difícil de constatar puesto que se trata de eventos puntuales en el tiempo y en el espacio y habituales en cualquier latitud o espacio geográfico. El análisis de la implicación de la tendencia al calentamiento del planeta en eventos concretos es mucho más complicado de demostrar que la propia tendencia. Aún así, ya comienzan a aparecer publicaciones e informes de diverso tipo que muestran indicios en el incremento de la intensidad o frecuencia de estos fenómenos a escala planetaria (Herring *et al.*, 2015; Herring *et al.* 2016; Banholzer *et al.*, 2014). Si eso queda demostrado para otras regiones, es evidente que también pueda darse en el área de estudio analizada en este trabajo. Además, las proyecciones presentadas por el IPCC (2013) inciden en la alta probabilidad, a escala global, de que se intensifiquen los fenómenos meteorológicos extremos con el aumento térmico. En el caso de la región macaronésica es posible señalar la probabilidad de algunos cambios en diversos tipos de fenómenos.

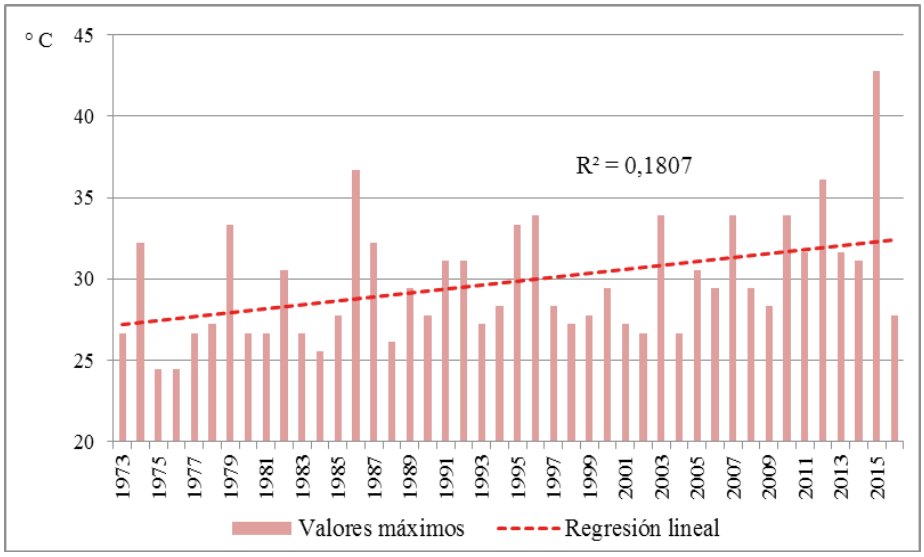
En primer lugar, el análisis de las *olas de calor* en Canarias muestra algunas cuestiones relevantes. Su número es notablemente mayor en los últimos años, con 24 episodios entre 1996 y 2015 y sólo 13 entre 1976 y 1995 (AEMET, 2015). Además, las mayores intensidades, entendidas como la temperatura máxima de la ola de calor, se dan a lo largo del siglo XXI. No obstante, la duración de los eventos no muestra cambios significativos e incluso las olas de calor más largas se han registrado en 1976 (2 episodios con más de 10 días) y 1987. En relación con ello, el riesgo de *incendio forestal*, que está directamente relacionado con las advecciones saharianas responsables de las olas de calor (Dorta, 2001), aumenta (Croper y Hanna, 2014). De hecho los mayores incen-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

dios forestales en la historia de Canarias se han producido en el siglo XXI; el mayor de los cuales afectó a casi 36000 Has (MARM, 2007) en tres islas de manera simultánea en julio de 2007. En total, los tres incendios calcinaron el 41,53% de la superficie forestal quemada de todo el país en 2007 (MARM, 2007). Asimismo, se han registrado otros grandes incendios en julio de 2009, 2012 y 2016.

Además, se han registrado numerosos records de temperatura en los últimos años, con un incremento sustancial en los registros termométricos *extremos máximos* de las series. Es el caso de varias olas de calor con valores térmicos que han superado ampliamente los máximos alcanzados hasta la fecha, pero no sólo en época estival. En primavera los extremos térmicos han sido realmente excepcionales, llegando a suponer registros cercanos a lo que sería un *outlier* desde una perspectiva estadística, como ocurrió en Lanzarote el 13 de mayo de 2015 al llegarse a una temperatura de 42,6ºC, 6ºC más que el valor máximo anterior registrado en 1986. La ola de calor de mayo de 2015 ha sido la de mayor intensidad de ese mes en gran parte de Canarias, especialmente en las islas orientales. En el caso de Lanzarote el análisis de los datos de mayo para una serie de 43 años constata, con el test de Mann-Kendall, un aumento estadísticamente significativo de los valores máximos (Figura 4).

Figura 4. Evolución entre 1973 y 2016 de las temperaturas máximas de mayo en Lanzarote (Aeropuerto)



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration. Elaboración propia.

Asimismo, todas las estaciones de primer orden, excepto el aeropuerto de Gran Canaria, han registrado los máximos absolutos de sus respectivas series en el siglo XXI en las olas de calor de 2001, 2003, 2007 y 2012, además de la citada de 2015 (Cuadro 4). Estos datos podrían servir de evidencia para demostrar también la extensión de la temporada estival hacia la primavera, tal y como está ocurriendo en otros espacios (Jansá *et al.*, 2016) y el alargamiento del periodo de afección de olas de calor muy intensas, con valores por encima de la 35ºC[11].

11. En marzo de 2017 se han superado los valores máximos en Tenerife Sur y La Palma aeropuerto.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 4. Temperaturas máximas absolutas para el mes de mayo en Canarias (estaciones principales).

Estación	Serie	Temperatura (°C)	Fecha
La Palma-Aeropuerto	1970-2016	32,4	10/05/2007
El Hierro-Aeropuerto	1973-2016	31,4	11/05/2007
Tenerife Sur-Aeropuerto	1980-2016	37,7	13/05/2012
Tenerife Norte-Aeropuerto	1941-2016	37,6	21/05/2003
Santa Cruz de Tenerife	1920-2016	36,4	13/05/2015
Izaña	1920-2016	26,0	29/05/2016
Gran Canaria-Aeropuerto	1951-2016	36,0	15/05/1964
Fuerteventura-Aeropuerto	1967-2016	36,8	13/05/2015
Lanzarote Aeropuerto	1972-2016	42,6	13/05/2015

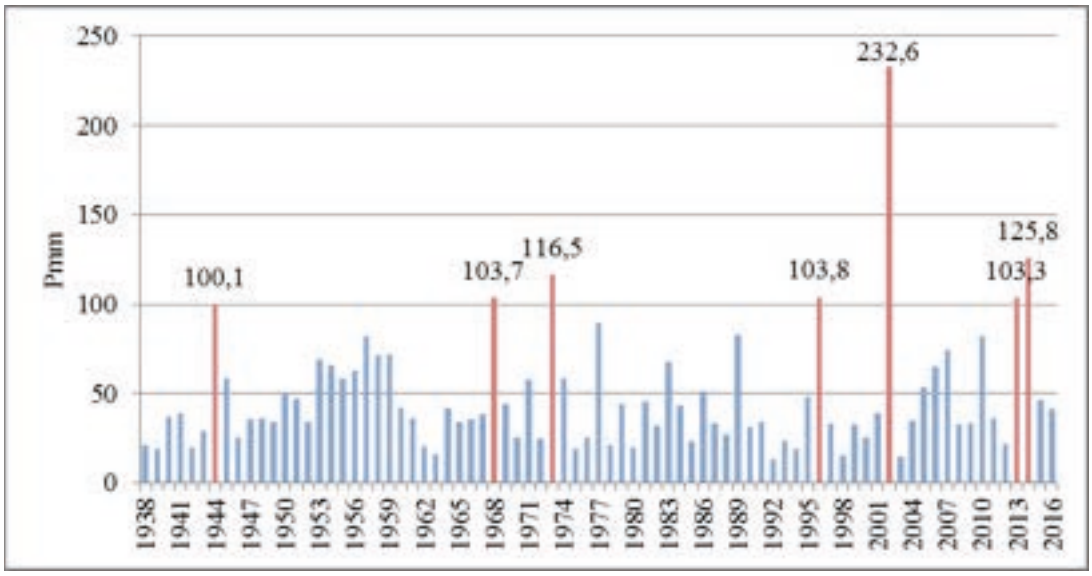
Fuente: AEMET. Elaboración propia

Por otro lado, aunque algunos autores señalan un descenso en los eventos severos de precipitación que sería el responsable de la disminución en el total (García-Herrera *et al.*, 2003), otros investigadores, con trabajos más recientes y series considerablemente más largas, apuntan una tendencia hacia un aumento en la concentración de la precipitación (Tarife *et al.*, 2012; Máyer *et al.*, 2017). Lo cierto es que se han registrado numerosos episodios de *precipitación torrencial* muy recientes, en el siglo XXI, que han superado los máximos establecidos para una gran parte de las series. (Dorta, 2007; Díez *et al.*, 2015). Si bien es cierto que todos los parámetros que miden la irregularidad de la precipitación indican que las estaciones meteorológicas canarias presentan los mayores índices del país -como lo ponen de manifiesto sus coeficientes de variación- la realidad es que numerosos observatorios han registrado sus máximos en los últimos años, en algunos casos con valores excepcionalmente altos. Es el caso de Santa Cruz de Tenerife, una de las estaciones meteorológicas con la serie de datos de mayor longitud de todo el archipiélago (Figura 5). Se observa que en los 79 años de la serie se registra una concentración de episodios torrenciales (más de 100 mm/día) en el último cuarto (1996-2016), con cuatro episodios, frente a sólo tres entre 1938 y1995. Además, las dos fechas con valores más elevados se producen en el siglo XXI (2002 y 2014).

En este sentido, como se señaló en el apartado de la precipitación, una NAO negativa y un aumento de la SST se convierten en condicionantes en el aumento de la pluviosidad. Un buen ejemplo de ello fue el invierno 2009-2010, con una anomalía térmica positiva en la región de hasta 2ºC (Ball, 2011) constituyendo el segundo índice negativo NAO más intenso desde 1865 (Cropper y Hanna, 2014). En esos tres meses se sucedieron episodios de fuerte inestabilidad no sólo en Canarias sino también en Madeira (Fragoso *et al.*, 2012) con graves daños y víctimas mortales, destacando los episodios del 1 de febrero en Canarias (Díez *et al.*, 2015) y el 20 del mismo mes en Madeira. En esta isla se registraron más de 40 víctimas mortales debido a la torrencialidad de la lluvia, llegando a superar los 144 mm en Funchal (IPMA). En Madeira, en 2010 se registraron las tres fechas de mayor precipitación diaria de todo el siglo XXI y uno de los episodios más graves desde que se cuenta con información meteorológica (IPMA).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 5. Precipitaciones máximas diarias en Santa Cruz de Tenerife (1938-2016) (más oscuro valores superiores a 100 mm)



Fuente: AEMET. Elaboración propia.

Pero, de entre todos los eventos extremos, los que presentan mayor inquietud desde una perspectiva social y poseen un mayor interés científico son los *fenómenos inestables de origen tropical*. Ya se han mencionado los episodios recientes de precipitaciones estivales como indicios de lo que se podría denominar como una incipiente tropicalización de las condiciones climáticas de la región analizada. Junto a ello, otro síntoma de este proceso podría ser la llegada de tormentas y ciclones tropicales o huracanes.

Cerca del archipiélago de Cabo Verde, y al occidente del mismo, está constituida la región en la que se forman la mayor parte de los ciclones tropicales más intensos que afectan al Caribe y América Central y del Norte (Cropper, 2013). Se trata de un espacio amplio con temperaturas oceánicas elevadas y las condiciones ciclogenéticas adecuadas para la formación de depresiones, tormentas y ciclones tropicales. En condiciones normales la trayectoria de esos centros de baja presión siguen una dirección Oeste, hacia el Caribe y el Golfo de Méjico. Sólo, de forma puntual, estos han tenido trayectorias anómalas, más orientales, y se han acercado a las Azores. No obstante, recientemente, algunos de ellos han seguido itinerarios centrados en el Atlántico Este, afectando a los archipiélagos de Maderia y Canarias. Aunque su análisis exhaustivo escapa a los objetivos de este artículo es posible hacer una aproximación.

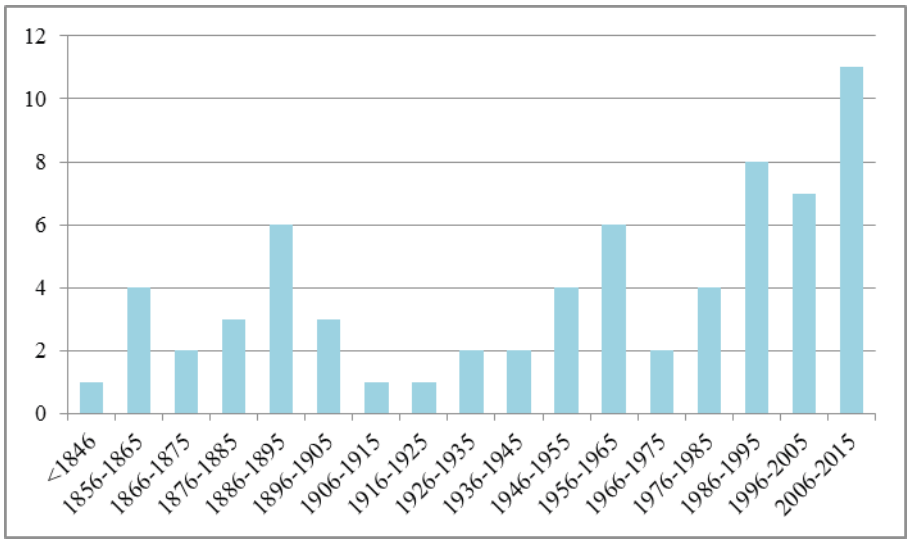
Analizar las tendencias en la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales es una labor difícil. En primer lugar porque son fenómenos muy aislados y muy irregulares en su aparición y, en segundo lugar, porque no hay una adecuada disponibilidad de registros históricos (Knutson *et al.*, 2010). Estas cuestiones se agravan en el Atlántico oriental. De hecho, algunos eventos no son catalogados como tales en la principal base de datos (NOAA), como ocurrió con la tormenta ST_2 (Martín *et al.*, 2005). En cualquier caso, el análisis de la citada base de datos permite comprobar como los fenómenos de origen tropical presentan una cierta recurrencia en los últimos años en la región analizada (Figuras 6 y 7). La tormenta tropical Delta, en noviembre de 2005, ampliamente estudiada (Martín *et al.*, 2005; Jorba *et al.*, 2008), supuso una señal de alarma ante estos episodios. La temporada de huracanes de 2005 marcó un hito climático, puesto que no sólo se limitó a Delta, sino que también se formó el ciclón Vince de categoría 1 en la escala de Saffir-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Simpson (Franklin, 2006), el primer ciclón tropical, constatado científicamente, que alcanzó la península Ibérica (Domínguez-Castro *et al.*, 2013). Además, 2005 fue el año con más huracanes en el Atlántico Norte, con más huracanes de categoría 5 y la temporada más larga de la historia, presentándose la última tormenta en enero de 2006.

A pesar de haber constituido una temporada excepcional, en años posteriores han continuado registrándose fenómenos de esta naturaleza en el entorno de Canarias-Azores-Golfo de Cádiz (Figuras 6 y 7). En 2010 el ciclón tropical Otto, que ya llegó a Madeira como ciclón extratropical (Cangialosi, 2010), y en el verano-otoño de 2012 Gordon y Nadine, que ha sido uno de los huracanes más longevos desde que se cuenta con datos (Brown, 2013).

Figura 6: Evolución del número de tormentas y ciclones tropicales en el Atlántico Norte Suroriental (Azores-Canarias-Golfo de Cádiz) (1845-2015)

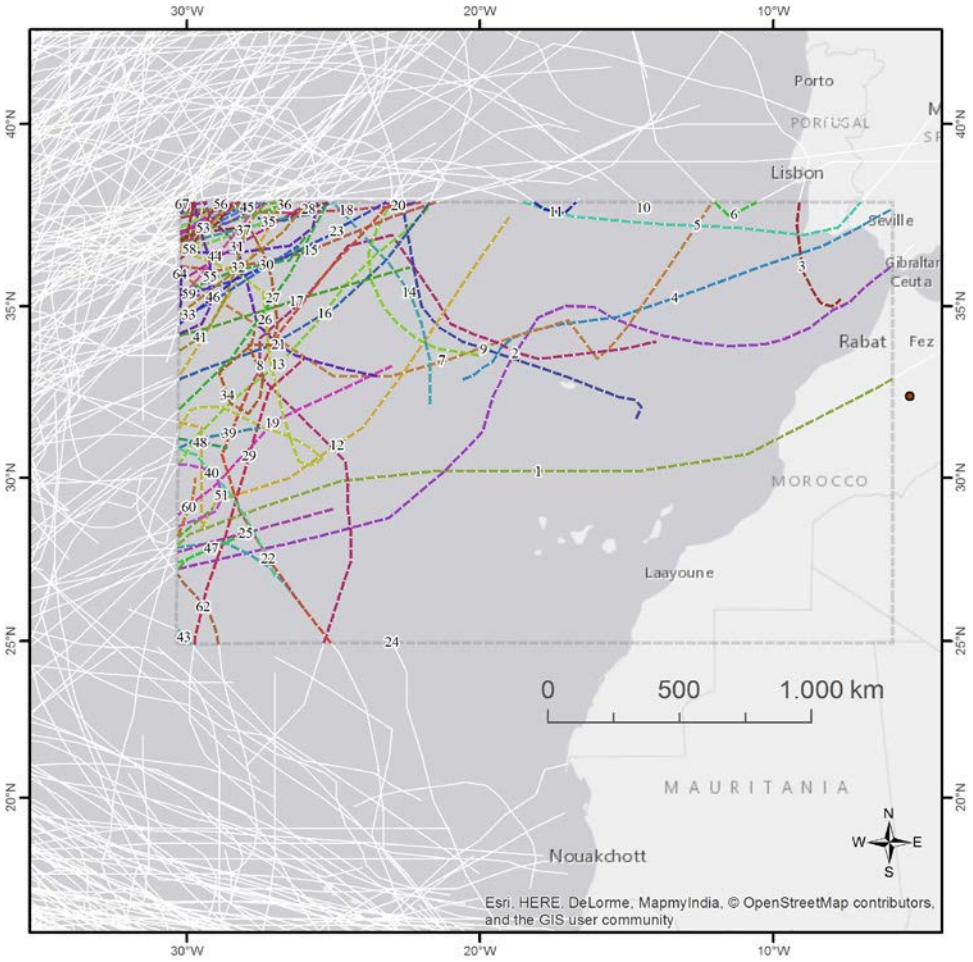


Fuente: NOAA. Elaboración propia.

No obstante, es preciso remarcar que también se han registrado fenómenos de este tipo en el pasado preinstrumental, aunque mucho más espaciados en el tiempo. Son los casos de noviembre de 1724 (Domínguez-Castro *et al.*, 2013), noviembre de 1826 (Bethencourt y Dorta, 2010) y octubre de 1842 (Vaquero y García Herrera, 2008), lo que indica la posibilidad real de estos eventos en la región analizada sin influencia directa del cambio climático actual. Si, además, se tiene en cuenta que el calentamiento diferencial sufrido por el Atlántico Norte Suroriental, entorno a la corriente fría de Canarias y en el que se inserta la región macaronésica, es superior al del sector occidental de la misma cuenca oceánica (Kossin, 2008; Guijarro *et al.*, 2014) con un considerable aumento térmico de 0.28°C/década (Salat *et al.*, 2017), se podría plantear la hipótesis de una mayor facilidad para la generación de trayectorias más orientales en este tipo de centros de presión (Figura 6). Es importante señalar que algunos estudios indican que el ascenso térmico de la superficie oceánica en la región de Canarias se estima en más de 2ºC/siglo, siendo además estadísticamente significativo (Guijarro *et al.*, 2014). Se origina así una mayor probabilidad de la aparición de fenómenos de fuerte inestabilidad de origen tropical y/o de naturaleza convectiva, con un incremento en el riesgo de su aparición en el triángulo constituido por Azores, Canarias y el Suroeste de la Península Ibérica.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 7: Trayectorias de tormentas y ciclones tropicales en el Atlántico Norte Suroriental (Azores-Canarias-Golfo de Cádiz) (1724-2015)



Fuente: NOAA, Martín *et al*., 2005; Vaquero *et al*., 2008; Domínguez-Castro *et al*., 2013. Elaboración propia.

4. Proyecciones de futuro. Aspectos esenciales

Toda la información expuesta en los anteriores párrafos hace referencia a las variaciones climáticas ya acontecidas sobre Canarias y algunas regiones de la Macaronesia. La siguiente cuestión a plantear, aunque no es el objetivo principal de este trabajo, es qué ocurrirá en el futuro, cuáles serán las tendencias a lo largo del siglo XXI. Para ello, es evidente que sólo se puede acudir a los modelos climáticos y a los trabajos publicados basados en los mismos, con especial atención a los informes del IPCC. Al tratarse de resultados de modelos, existe un grado importante de incertidumbre y, mucho más, a la escala de islas tan reducidas como las de la Macaronesia. Son, por tanto, sólo tendencias generales y aproximadas que obedecen a regionalizaciones climáticas de los grandes modelos.

En los aspectos más destacados se confirman las tendencias que ya han sido constatadas y que este trabajo pone en evidencia. La primera de ellas es el ascenso de las temperaturas. Se estiman incrementos importantes para toda la región macaronésica (Santos *et al*., 2004; Cropper, 2013) y, específicamente, para el archipiélago canario, con un aumento de entre 1°C y 2,7°C para finales del presente siglo (Cropper, 2013). En cualquier caso, depende del escenario elegido en función

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de las emisiones globales de CO_2. Los estudios más recientes y exhaustivos publicados por la AEMET permiten también un análisis estacional dependiendo del escenario de emisiones y del método estadístico empleado. Para las temperaturas mínimas, se señalan aumentos, para finales de siglo de entre 1,8ºC y algo más de 3ºC, (AEMET, 2015). En las temperaturas máximas los incrementos térmicos son muy similares y las diferencias estacionales sólo indican un mayor ascenso térmico general en el otoño (Cuadro 5). Por otro lado, algunos investigadores señalan que el aumento de las máximas anuales se explicaría en función de cambios futuros en la humedad edáfica y la nubosidad. En este sentido, es previsible, según los modelos de alta resolución aplicados a Canarias, que a mediados del siglo actual, se reduzca la humedad del suelo y disminuya la extensión de la capa de nubes (hasta en un 15%). Las dos cuestiones hacen aumentar las temperaturas máximas al facilitarse la radiación solar directa y producirse una menor evapotranspiración (Expósito *et al*., 2015). Los ascensos de las temperaturas, a su vez, señalan incrementos más marcados cuanto mayor es la altitud, traduciéndose en ascensos térmicos esperados más acusados en la alta montaña (Expósito *et al*., 2015), tal y como ya está ocurriendo y se ha señalado a lo largo de este trabajo (Martín *et al*., 2012; Sanroma *et al*., 2010).

Cuadro 5. Cambios estimados para finales de siglo (2071-2100) según diferentes escenarios de emisiones

		Anual			Primavera			Verano			Otoño			Invierno		
		RCP 8.5	RCP 6.0	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 6.0	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 6.0	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 6.0	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 6.0	RCP 4.5
***Tmed (ºC)* ***	**(2071-2100)**	2,7	1,7	1,4												
Tmax (ºC)	**(2071-2100)**	3,4	2,3	1,9	3,0	2,0	1,7	3,1	2,3	1,7	4,0	2,7	2,2	3,5	2,3	1,9
Tmin (ºC)	**(2071-2100)**	3,3	2,3	1,8	3,4	2,4	1,8	3,7	2,8	2,0	4,0	2,9	2,2	3,6	2,6	1,9
Precip (%)	**(2071-2100)**	-23,4	-16,3	-12,2	-19,3	-7,9	-6,7	-23,1	-16,1	-9,5	-31,6	-23,6	-15,6	-19,9	-15,1	-11,5

* Cropper, 2013.
Fuente: AEMET, 2015. (Regionalización estadística análogos).

No obstante, los grandes modelos indican un ascenso térmico mucho más pronunciado en el vecino desierto del Sáhara que en el Atlántico (IPCC, 2013) por lo que es previsible una intensificación en los máximos térmicos que se registren durante las olas de calor puesto que el manantial de aire tropical continental será mucho más cálido. En esta línea, es previsible, además, que un incremento en la virulencia de los episodios de calor implique un mayor riesgo de incendio forestal. En este contexto, la duración de las olas de calor muestra una gran disparidad según el modelo y el escenario empleado, desde 20 días hasta 80 días más cada año (AEMET, 2015).

Al mismo tiempo, ese calentamiento diferencial entre la región de Canarias –oceánica- y la del Norte de África –continental-, sobre todo en verano, pudiera producir un incremento en la intensificación de los vientos en las costas situadas en los flancos orientales de los anticiclones semipermanentes subtropicales como consecuencia de la profundización de las bajas térmicas continentales (Semedo *et al*., 2016). Por tanto, es probable que se incremente el flujo de los alisios. Además, se apunta hacia un ligero ascenso de la humedad relativa estival en la primera capa del alisio y descenso de la misma en las capas medias de la troposfera, por lo que algunos autores sugieren una tendencia futura hacia una disminución en la altitud del mar de nubes (Sperling *et al*., 2004). Al mismo tiempo también podría producirse un incremento de las advecciones saharianas durante los meses más fríos por la, ya citada, mayor zonalidad del anticiclón (Alonso-Pérez *et al*, 2011).

Por lo que respecta a las precipitaciones es una variable, como ya se ha indicado, mucho más difícil de modelizar por lo que las tendencias futuras presentan un alto grado de incertidumbre y baja significación estadística (Expósito *et al*., 2015). Aún así, según los trabajos publicados, parece

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

que, en el futuro, las precipitaciones continuarán con el relativo descenso que ya se ha constatado levemente en el pasado reciente. De los cuatro archipiélagos de la Macaronesia, el más húmedo, Azores, muestra una ligera tendencia al alza, así como Cabo Verde (Cropper y Hanna, 2014). No obstante, el primero de ellos mostrará cambios en la distribución anual de la lluvia, con un incremento en el invierno y un descenso en el resto de las estaciones (Santos *et al*., 2004). Por el contrario, Canarias es el que presenta la mayor disminución, especialmente significativa en invierno (Cropper, 2013), evaluada en una caída de entre un 10% y un 37% para la citada estación, según los modelos del IPCC, para finales del presente siglo. Otros autores indican que los valores anuales disminuirán entre un 12% y un 23% y el descenso será sobre todo otoñal (Morata Gasca, 2014; AEMET, 2015) (Cuadro 5). También se observa una disminución de los días de lluvia para finales de siglo, con un descenso general de entre 5 y 25 días anuales así como un aumento de los periodos secos (Morata Gasca, 2014; AEMET, 2015).

En cualquier caso, lo más destacado es que todos los modelos y en todos los escenarios indican siempre una tendencia al descenso en las lluvias totales. En esta misma línea, estudios sobre la distribución vertical de vapor de agua, señalan la reducción de su contenido en las nubes lo que, también podría conducir hacia una disminución de precipitaciones (Expósito *et al*., 2015). No obstante, no se deben perder de vista las teleconexiones climáticas. Cualquier tendencia futura en la NAO, en menor medida en el ENSO y, sobre todo, en la temperatura de la superficie oceánica incidirá en las precipitaciones, al menos, en las islas más occidentales. Además, en el caso del ENSO su evolución futura podrá tener incidencia en la frecuencia de las intrusiones saharianas (Menéndez *et al*., 2009). Estos índices parece ser que tienen repercusiones sólo en los meses más fríos del año, es decir, en los que se concentran las precipitaciones en la región macaronésica (excepto Cabo Verde) y es más habitual una circulación de componente Este, desde el Sáhara, responsable de las intrusiones saharianas. En esta línea, algunas investigaciones muy recientes indican una tendencia alcista en la frecuencia de El Niño, especialmente en los fenómenos de mayor intensidad (Cai *et al*., 2014).

En otro orden de cosas, resulta muy complicado establecer ocurrencias futuras del paso de fenómenos inestables tropicales por la región puesto que, como se ha visto, su frecuencia, aunque más recurrente en los últimos años, es muy baja. No obstante, el previsible calentamiento de las aguas oceánicas del Atlántico, especialmente en su sector oriental (Guijarro *et al*., 2014) puede favorecer un mayor riesgo de la llegada de más tormentas y ciclones tropicales hacia esos sectores (Kossin, 2008) en los que se sitúa la Macaronesia. A escala general del Atlántico es previsible que el número de ciclones tropicales se mantenga estable o incluso pueda disminuir ligeramente hacia finales del siglo pero los ciclones tropicales de mayor intensidad se incrementarán de manera muy apreciable (Knutson *et al*., 2010).

Por último, los estudios sobre el nivel del mar a escala local indican, según los escenarios del IPCC, un incremento generalizado para el archipiélago (Fraile *et al*, 2014), aumento del nivel del mar que ya ha sido constatado para Tenerife (Marcos *et al*., 2013). Ahora bien, el aumento calculado en el nivel marino futuro encierra un grado importante de incertidumbre en cuanto a la exactitud de los valores para finales del siglo XXI (ascensos entre 18,6 y 131,5 cm según escenarios y sector del archipiélago). Asimismo, ese incremento no es homogéneo de manera que las islas centrales de Tenerife y Gran Canaria registrarán aumentos superiores a las costas de Lanzarote (Fraile *et al*., 2014). No obstante los resultados están en consonancia con lo que se estima ocurra en el resto de las aguas oceánicas del planeta (IPCC, 2013; Church y White, 2011), lo que da consistencia estadística y confirma el ascenso del nivel del mar en el futuro.

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

5. Conclusiones

Como se ha visto, el calentamiento global es más que evidente en la región de la Macaronesia. Tomando Canarias como espacio central han quedado de manifiesto numerosas alteraciones en diversos parámetros.

Se han registrado cambios significativos en las temperaturas, con un aumento generalizado, especialmente acusado en las mínimas, en la alta montaña y en los últimos 40 años. El comportamiento pluviométrico muestra grandes incertidumbres como lo demuestra la falta de significación estadística en gran parte de los estudios. En un espacio geográfico con coeficientes de variación tan elevados es imprescindible contar con series aun mayores para poder llegar a resultados más concluyentes en este sentido. Aún así, las tendencias señalan, a un tiempo, un leve descenso general de los totales, aunque poco significativo, y una intensificación de las sequías. Al mismo tiempo existen cambios incipientes en la intensidad de la precipitación, con un incremento de la misma y comienzan a tener una cierta frecuencia episodios lluviosos estivales. En esta línea, como en gran parte del planeta, los años 70 parecen un punto de inflexión en la mayoría de las variables. Las tendencias futuras de los modelos también señalan un descenso pluviométrico generalizado aunque con variaciones importantes.

Entre los principales riesgos que se incrementan como consecuencia del calentamiento sobresalen el aumento en la intensidad de las olas de calor y, por tanto, de los incendios forestales, la ya señalada aparición de precipitaciones estivales y la posibilidad real de la llegada de fenómenos inestables de origen tropical a las islas.

Por otro lado, en el análisis de la bibliografía, se ha puesto de manifiesto la necesidad de un conocimiento profundo de la información meteorológica y geográfica local. Algunas publicaciones, emplean series sin un análisis exhaustivo de sus metadatos, lo que puede suponer problemas de fiabilidad que hacen, incluso, dar por ciertas afirmaciones que podrían ponerse en entredicho, tal y como ha quedado demostrado.

Finalmente, desde una perspectiva socioeconómica, se deben tener muy presentes tanto los impactos puramente ambientales como, sobre todo, la ya señalada especial vulnerabilidad de las islas pequeñas debido a sus limitados recursos, a su multidependencia del exterior y a la fragmentación social y económica. Las transformaciones que implicará la actuación tanto en la mitigación, a escala global, como en la necesaria adaptación, a escala local, tendrán importantes repercusiones sobre esos espacios. Como señalan Petzold y Ratter (2015), para aumentar la resiliencia de las comunidades insulares frente al cambio climático sólo serán efectivas la integración de acciones y medidas estructurales y no estructurales a escala local en las políticas de adaptación frente al calentamiento global.

6. Bibliografía

- AEMET (2015). *Olas de calor en España desde 1975*. Área de Climatología y Aplicaciones Operativas, Agencia Española de Meteorología.
- AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) (2015): Proyecciones Climáticas para el siglo XXI en España.
- Albert, S., León, J., Grinham, A., Church, J., Gibbes, B., & Woodfoffe, C. (2016). «Interactions between sea-level rise and wave exposure on reef island dynamics in the Solomon Islands». *Environmental Research Letters*, 11 (5).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Alonso-Pérez, S. (2008). *Caracterización de las intrusiones de polvo africano en Canarias*. PhD Thesis at the La Laguna University (Tenerife), Centro de Publicaciones de la Secretaria General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, Spain.
- Alonso-Pérez, S., Cuevas, S., Pérez, C., Querol, J.M., Baldasano, Draxler, R. & De Bustos, J.J. (2011). «Trend changes of African airmass intrusions in the marine boundary layer over the subtropical Eastern North Atlantic region in Winter». *Tellus*, 63 (2), 255-265.
- Ball, S. (2011). «Exceptional rainfall in Gibraltar during winter 2009/2010». *Weather*, 66 (1), 22–25.
- Banholzer, S., Kossin, J. & Donner, S. (2014). «The impact of Climate Change on Natural Disasters». En: Singh, A., & Zommers, Z. (Eds.) *Reducing Disaster: Early Warming Systems for Climate Change*, Springer.
- Bethencourt, J. & Dorta, P. (2010). «The storm of november 1826 in the canary islands: possibly a tropical cyclone?. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 92, 329–337.
- Brown, D.P. (2013). *Tropical cyclone report: Hurricane Nadie, 10 september–3 october 2012*. Nacional Hurricane Center. NOAA.
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., Timmermann, A., Santoso, A., McPhaden, M.J., Wu, L., England, M.H., Wang, G., Guilyardi, E., & Jin, F-F. (2014). «Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming». *Nature Climate Change*, 4, 111-116.
- Cangialosi, J.P. (2010). *Tropical cyclone report: Hurricane Otto, 6-10 October 2010*. Nacional Hurricane Center. NOAA.
- Church, J.A. & White, N.J. (2011). «Sea-Level Rise from the late 19th to the early 21st Century». *Surveys in Geophysics*, 32 (4-5), 585-602.
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P., & Skuce, A. (2013). «Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature». *Environmental Research Letters*, 8.
- Cropper, T. (2013). «The weather and climate of Macaronesia: past, present and future», *Weather*, 68(11), 300–307.
- Cropper, T. & Hanna, E. (2014). «An analysis of climate of Macaronesia, 1865-2012». *International Journal of Climatology*, 34 (3), 604-622.
- De Luque, A. y Martín Esquivel, J.L. (2011). *Cualificación y homogeneización de las series climáticas mensuales de precipitación de Canarias. Estimación de Tendencias de la Precipitación. Memoria explicativa de resultados*. Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático, Gobierno de Canarias.
- Del Río, S., Herrero, L. y Penas, A. (2009). «Tendencias recientes en la precipitación de las Islas Canarias occidentales y su relación con la oscilación del Atlántico Norte (NAO)». En: Beltrán, E., Afonso, J., García, A., Rodríguez, O. (Eds.): Homenaje al Profesor Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre, Instituto de Estudios Canarios La Laguna,(Tenerife, Islas Canarias), 705-722.
- Díaz, J., Linares, C., García-Herrera, R. (2005). «Impacto de las temperaturas extremas en la salud pública: futuras actuaciones». *Revista Española de Salud Pública*, 79 (2), 145-157.
- Díaz, H., Giambelluca, T., & Eischeid, J. (2011). «Changes in the vertical profiles of mean temperature and humidity in the Hawaiian Islands». *Global and Planetary Change*, 77 (1-), 21-25.
- Domínguez-Castro, F., Trigo, R.M. & Vaquero, J.M. (2013). «The first meteorological measurements in the Iberian Peninsula: evaluating the storm of November 1724». *Climatic Change*, 118 (2), 443-455.
- Dorta, P. (1996). «Las inversiones térmicas en Canarias». *Investigaciones Geográficas*, 15, 109-124.
- Dorta, P. (2001). «Aproximación a la influencia de las advecciones de aire sahariano en la propagación de los incendios forestales en la provincia de Santa Cruz de Tenerife». *XVII Congreso de Geógrafos Españoles*, Oviedo, 158-162.
- Dorta, P., Gelado, M.D., Hernández, J.J.,Cardona, P., Collado, C., Mendoza, S., Rodríguez, M.J., Siruela, V. y Torres, M.E. (2005). «Frecuencia, estacionalidad y tendencias de las advecciones de aire sahariano en Canarias (1976-2003)». *Investigaciones Geográficas*, 38, 23-45.
- Dorta, P., Marzol, M.V. & Valladares, P. (1991). "Localisation et fréquence des cellules de pression dans l'Atlantique Nord, l'Europe occidentale et le nord de l'Afrique (1983-1992) ". *Association Internaionale de Climatologie*, 6, 452-466.
- Expósito, F.J., González, A., Pérez, J.C., Díaz, J.P. & Taima, D. (2015). «High-Resolution Projections of Temperature and Precipitation in the Canary Islands». *Journal of Climate*, 28, 7846-7856.

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

- Fernández-Palacios, J.M., de Nascimento, L., Otto, R., Delgado, J., García-del-Rey, E., Arévalo, J.R., & Whittaker, R.J. (2011). «A reconstruction of Palaeo-Macaronesia,with particular reference to the long-termbiogeography of the Atlantic island laurelforests». *Journal of Biogeography*, 38, 226-246.
- Fragoso, M., Trigo, R.M., Pinto, J.G., Lopes, D., Ulbrich, S., & Magro, C. (2012). «The 20 February 2010 Madeira flash-floods: synoptic analysis and extreme rainfall assessment». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 715-730.
- Fraile, E., Sánchez, E., Fernández, M., Pita, Mª. F. y López, J.M. (2014) «Estimación del comportamiento futuro del nivel del mar en las islas canarias a partir del análisis de registros recientes», *Geographicalia*, 66, 79-98.
- Franklin, J.L. (2006). *Tropical cyclone report: Hurricane Vince, 8–11 October 2005*. National Hurricane Center. NOAA.
- Gallego, D., García, R., Hernández, E., Gimeno, L. & Ribera, P. (2001). «An ENSO signal in the North Atlantic subtropical area». *Geophysical Research Letters*, 28 (15), 2939-2942.
- García, R., García, O., Cuevas, E., Cachorro, V., Barreto, A., Guirado-Fuentes, C., Kouremeti, N., Bustos, J., Romero-Campos, P. & de Frutos A. (2016). «Aerosol optical depth retrievals at the Izaña Atmospheric Observatory from 1941 to 2013 by using artificial neural networks». *Atmospheric Measurement Techniques*, 9, 53-62.
- García-Herrera, R., Gallego, P. & Hernández, E. (2001). «Influence Of The North Atlantic Oscillation On The Canary Islands Precipitation«. *Journal of Climate*, 14, 3889-3903.
- García-Herrera, R., Gallego, D., Hernández, E., Gimeno, L., Ribera, P & Calvo, N. (2003). «Precipitation trends in the Canary Islands». *International Journal of Climatology,* 23 (2), 235–241.
- García-Herrera, R., Díaz, J., Trigo, R. M., & Hernández, E. (2005). «Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions». *Annales Geophysicae*, 23, 239-251.
- Gonzalez, S. & Bech, J. (2017). «Extreme point rainfall temporal scaling: a long term (1805–2014) regional and seasonal analysis in Spain». *International Journal of Climatology*, 37(15).
- Guijarro, J.A., Conde, J., Campins, J., Picornell, M.A. y Orro, M.L. (2014). «Tendencias de viento, oleaje y temperatura superficial Mediterráneo y Atlántico próximos a partir de datos de reanálisis». En: Fernández-Montes, S. y Rodrigo, F.S. (Eds.): Cambio climático y cambio Global. Asociación Española de Climatología, Serie A, 9, 315-324.
- Hernández, S., Tarife, R., Gámiz, R., Castro, Y. y Esteban, M.J. (2012). «Estudio de las sequías en las Islas Canarias mediante el análisis de índices multiescalares«, En: Rodríguez, C.; Ceballos, A; González, N; Morán, E y Herández, A. (Eds.): Cambio climático. Extremos e impactos. Asociación Española de Climatología, Serie A, 8, 421-430.
- Herring, S.C., Hoerling, M.P., Kossin, J.P., Peterson, T.C. & Scott. P.A. (Eds.) (2015). *Explaining extreme events of 2014 from a climate perspective*. Bulletin of American Meteorological Society, 96 (12).
- Herring, S.C., Hoell, A., Hoerling, M.P., Kossin, J.P., Schreck, C.J. & Scott, P.A. (Eds.) (2016). *Explaining extreme events of 2015 from a climate perspective*. Bulletin of American Meteorological Society, 97 (12).
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones, P. & Jarvis, A. (2005). «Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas». *Internacional Journal of Climatology*, 25 (15), 1965-1978.
- IEPP (2013). *Impacts of Climate Change on all European island. Final Report*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), United Kingdom and Belgium, 146.
- IPCC (2013). «Climate Change 2013: The Physical Science Basis». In: Stocker, Thomas., Quin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midley, P. (Eds.):Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 1535.
- Jansa, A., Homar, V., Romero, R., Alonso, S., Guijarro, J. & Ramis, C. (2016). «Extension of summer climatic conditions into spring in the Western Mediterranean area». *International Journal of Climatology*, 37 (4), 1938-1950.
- Jorba, O., Marrero, C., Cuevas, E. & Baldasano, J. M. (2008). «High resolution modelling results of the wind flow over Canary Islands during the meteorological situation of the extratropical storm Delta (28-30 November 2005)». *Advances in Science and Research*, Copernicus Publications, 2, 81-87.
- Knutson, T.R., McBride, J.L., Chan, J., Emanuel, K., Holland, G., Landsea, C., Held, I., Kossin, J.P., Srivastava, A.K. & Sugi, M. (2010). «Tropical cyclones and climate change».*Nature Geoscience*, 3, 157-163.
- Kossin, J. P. (2008). «Is the North Atlantic hurricane season getting longer?» *Geophysical Research Letters*, 35, L23705.

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

- Krichak, S.O., Breitgand, J.S., Gualdi, S. & Feldstein, S. (2014). «Teleconnection–extreme precipitation relationships over the Mediterranean region». *Theoretical and Applied Climatology*, 117, 3-4, 679-692.
- López, A., Dorta, P., Romero, C. y Díaz, J. (2015). «Movimientos de ladera en Canarias. El caso del Macizo de Anaga en el temporal de febrero de 2010». En: Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación. Universidad de Zaragoza AGE. 1725-1734.
- Luque, A., Martín, J., Dorta P. & Mayer, P. (2014). «Temperature Trends on Gran Canaria (Canary Islands). An Example of Global Warming over the Subtropical Northeastern Atlantic». *Atmospheric and Climate Sciences*, 4(1), 20-28.
- MAPAMA (2016). Emisiones de GEI por Comunidades Autónomas a partir del Inventario Español – serie 1990-2014. Informe Ministerio de Agricultura Alimentación y Medioambiente.
- Marcos, M., Puyol, B., Calafat, F. & Woppelmann, G. (2013). «Sea level changes at Tenerife Island (NE Tropical Atlantic) since 1927». *Journal of Geophysical Research Oceans*, 118, 4899–4910.
- Martín, J.L., Bethencourt, J. & Cuevas-Agulló, E. (2012). «Assessment of global warming on the island of Tenerife, Canary Islands (Spain). Trends in minimum, maximum and mean temperatures since 1944». *Climatic Change*, 114, 343-355.
- Martín, J.L., Marrero, M.V., Del Arco, M. y Garzón, V. (2015). «Aspectos clave para un plan de adaptación de la biodiversidad terrestre de Canarias al cambio climático» En: *Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: Impactos, vulnerabilidad y Adaptación en España,* MAAMA, Madrid, 573-580.
- Martín, F., Alejo, C., Bustos, J., Calvo, F., Sanambrosio, J., Sánchez-Laulhé, J., Santos, D. (2005). «Estudio de la tormenta tropical Delta y su transición extratropical: efectos meteorológicos en Canarias». *Agencia Estatal de Meteorología*.
- Marzol, M.V. y Máyer, P. (2012). «Algunas reflexiones acerca del clima de las Islas Canarias». *Nimbus* 29-30, 399-416.
- Marzol, M.V., Yanes, A., Romero, C., Brito de Acebedo, E, Prada, S. y Martins, A. (2006) «Los riesgos de las lluvias torrenciales en las islas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde)». En: Cuadrats *et al* (Eds.). *Clima, Sociedad y Medio Ambiente*, AEC, Zaragoza, 443-452.
- Máyer, P.; Marzol, M.V. y Parreño, J.M. (2015). «Tendencias de la precipitación en Canarias», En: Mª. C. Cabrera, T. Cruz-Fuentes, V. Mendoza-Grimón y Mª P. Palacios-Díaz (Eds.). *Aprovechamiento y gestión del agua en terrenos e islas volcánicas (II Workshop)*. Instituto Geológico y Minero de España y Asociación Internacional de Hidrogeólogos, Las Palmas de Gran Canaria., 223-230.
- Máyer, P. y Marzol, M. V. (2014). «Análisis de las temperaturas extremas en las islas canarias y su relación con los avisos de alertas meteorológicas». En: Fernández-Montes, S. y Rodrigo, F.S. (Eds.) *Cambio climático y cambio Global*. Asociación Española de Climatología, Serie A, 9, 391-400.
- Mayer, P. y Marzol. M. V. (2014). «Daily precipitation concentration and the rainy spells in the Canary Islands: two risk factors» .*Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 65, 231-247.
- Máyer P; Marzol, M.V. & Parreño, J.M. (2017). «Precipitation trends and daily precipitaction concentration index for the mid-eastern Atlantic (Canary Islands, Spain)», *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 43.
- Menéndez, I., Derbyshire, E., Engelbrecht, J.P., von Suchodoletz, H., Zöller, L., Dorta, P., Carrillo, T., Rodríguez de Castro, F. (2009). «Saharan dust and the aerosols on the Canary islands: Past and present.» En: Cheng, Ming; Liu, Wen (Eds.): *Airborne particulates*. New York: Nova Science Publishers, 39-80.
- Moulin, C., Lamber, C. W., Dulac, F. and Dayan, U. (1997). «Control of atmospheric exports of dust from North Africa by the North Atlantic oscillation». *Nature,* 387, 691-694.
- Morata, A. (2014). *Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4*. AEMET, Madrid.
- Petzold, J. & Ratter, B.M.W. (2015). «Climate change adaptation under a social capital approach. An analytical framework for small islands». *Ocean & Coastal Management*, 112, 36-43.
- Ratter, B.M.W. & Petzold, J. (2012). «From Ecological Footprint To Ecological Fingerprint. Sustainable devolopment on Helgoland From one island to another. A Celebration of Island Connections», En: Topsø Larsen K (Eds.): Centre For Regional And Tourism Research, 191-203.
- Rodríguez-Fonseca, B., Polo, I., Serrano, E. & Castro, M. (2006). «Evaluation of the North Atlantic SST forcing on the european and northern african winter climate». *International Journal of Climatology,* 26(2), 179-191.

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

- Salat, J., Lavín, A., González-Pola., Vélez-Belchi, P., Sánchez, R., Vargas-Yánez, M., García Lafuente, J., Marcos, M. & Gomis, D. (2017). «Oceanic variability and sea level changes around the Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands». *CLIVAR Exchanges*, 73, 32-38.
- Sánchez-Benítez, A., García-Herrera, R. & Vicente-Serrano, S. (2016). «Revisiting precipitation variability, trends and drivers in the Canary Islands». *International Journal of Climatology.*
- Sanroma, E., Palle, E. & Sánchez-Lorenzo, A. (2010). «Long-term changes in insolation and temperatures at different altitudes». *Enviromental Research Letters,* 5.
- Semedo, A., Soares, P.M., Lima, D.C., Cardoso, R.M., Bernardino, M. & Miranda, P.M. (2016). «The impact of climate change on the global coastal low-level wind jets: EC-EARTH simulations». *Global and Planetary Change*, 137, 88-106.
- Sperling, F.N., Washington, R & Whittaker, R.J. (2004). «Future climate change of the subtropical North Atlantic: implications for the cloud forests of Tenerife», *Climatic Change*, 65, 103-123.
- Tarife Méndez, R., Hernández Barrera, S., Gámiz-Fortis, S.R., Castro-Díez, Y. Esteban-Parra, Ma.J. (2012). Análisis de los extremos pluviométricos en las islas Canarias y su relación con el índice NAO. VIII Congreso Internacional AEC. Salamanca
- Trenberth, K.E. (2011). «Changes in precipitation with climate change», *Climate Research*, vol. 47, 123-138.
- Vaquero, J. M., García-Herrera, R., Wheeler, D., Chenoweth, M., & Mock, C. J. (2008). «A historical analog of 2005 hurricane Vince». *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(2), 191-201.
- Vicente-Serrano, S., Azorín Molina, C., Sánchez-Lorenzo, A., El Kenawy, A., Martín-Hernández, N., Peña-Gallardo, M., Beguería, S. & Tomas-Burguera, M. (2016). «Recent changes and drivers of the atmospheric evaporative demand in the Canary Islands». *Hydrology and Earth System Sciences,* 20, 3393-3410.

Sobre los autores

Pedro Dorta Antequera

Doctor en Geografía por la Universidad de La Laguna (ULL) con premio extraordinario de doctorado. Profesor Titular de Geografía Física. Previamente impartió docencia como profesor asociado a tiempo completo (1990-1992) y en clases de master (2008-2011) en la Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Ha centrado sus investigaciones en recursos hídricos, riesgos climáticos, advecciones de aire del Sáhara y transporte de polvo sahariano y Climatología Histórica, con la publicación de medio centenar de trabajos entre artículos, comunicaciones a congresos y libros. Ha participado en varios Proyectos de Investigación nacionales e internacionales y ha sido asesor en varios convenios con instituciones públicas y empresas privadas en materia de Climatología, Riesgos y Emergencias. Ha sido secretario del Centro de Estudios Ecosociales de la ULL, del grupo de Climatología de la Asociación de Geógrafos Españoles (AGE) y de la Asociación Española de Climatología (2012-2016) así como Director del Departamento de Geografía de la ULL (2011-2015). En la actualidad es Director de la Cátedra de Reducción de Riesgos de Desastres. Ciudades Resilientes de la ULL

Abel López Díez

Titulado en el Máster de Planificación y Gestión de Riesgos Naturales por la Universidad de Alicante y Licenciado en Geografía por la Universidad de La Laguna (ULL), obteniendo en ambos premio extraordinario. Miembro del grupo de investigación GeoRiesgos y de la cátedra «Reducción del Riesgo de Desastres. Ciudades Resilientes» de la ULL. Actualmente es becario de Formación de Profesorado Universitario (FPU) del Ministerio de Educación y Ciencia, adscrito al Departamento de Geografía e Historia de la ULL. Realiza sus estudios de doctorado vinculados al análisis de los procesos de adaptación frente al Cambio Climático en espacios insulares. Sus intereses de investigación se han centrado en el ámbito de la Climatología y la Geomorfología.

Jaime Díaz Pacheco

Doctor en Geografía por la Universidad Complutense de Madrid, es experto en Sistemas de Información Geográfica, especializándose en el desarrollo de modelos de cambios de usos de suelo basados en sistemas complejos. Alrededor de este campo de estudio acumula la mayoría de sus publicaciones y participación en congresos científicos. Desde 2014 es miembro del grupo de investigación «GeoRiesgos» de la Universidad de La Laguna y coordinador de la Unidad de Investigación de la Cátedra Científica Cultural y Tecnológica «Reducción del Riesgo de Desastres. Ciudades Resilientes», donde colabora activamente en el desarrollo de líneas de investigación dentro el campo de la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático. Dentro de esta área ha participado en el desarrollo de planes territoriales de emergencias y trabaja en el desarrollo de metodologías para la evaluación local de riesgos integrada y participativa.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5530

Evolución de los enfoques en desertificación: una revisión de 170 estudios de casos

Ana Isabel Huaico Malhue[1] ✉ | Asunción Romero Díaz[2]
Martha Ileana Espejel Carbajal[3]

Recibido: 19/01/2017 | Aceptado: 10/05/2018

Resumen

La prevención, remediación y mitigación de la desertificación apunta a la gestión con participación social. La ciencia posnormal o de la sustentabilidad y su filosofía, aportan herramientas conceptuales desde la inter y transdisciplina para afrontar el estudio y seguimiento de procesos ambientales de manera integrada. La pregunta que guía esta investigación es: ¿han evolucionado los enfoques de la investigación en desertificación hacia el desarrollo de estudios inter/transdisciplinarios? Con el objetivo de identificar las áreas que necesitan ser fortalecidas por los investigadores de la desertificación, a fin de obtener trabajos de investigación integrados para una mejor toma de decisiones. Para ello se realizó una revisión bibliográfica con la que se obtuvo que los trabajos de evaluación y seguimiento de la desertificación se encuentran en una etapa emergente de transición hacia la ciencia posnormal y que requiere mayor participación de las ciencias sociales y económicas.

Palabras clave: ciencia posnormal; desertificación; sustentabilidad.

Abstract

Analysis of the evolution on desertification approaches: a review of 170 case-studies

Desertification prevention, remediation, and mitigation are moving toward management with social participation. The post-normal orsustainability science provides conceptual tools from the interdisciplinary and trans-disciplinary approaches to address the study and the monitoring of environmental processes in an integrated manner. The question guiding this research is: have the approaches on desertification research evolved towards the development of inter/trans-disciplinary studies? In order to identify those aspects that need to be strengthened by specialists on desertification, it is important to obtain integrated studies that allow the decision-making process. For this purpose, a bibliographical review was conducted; leading to the conclusion that research about the assessment and monitoring of desertification is in an emerging stage of transition towards post-normal science that requires greater involvement of social and economics sciences.

Keywords: post-normal science; desertification; sustainability.

1. Universidad Católica de Temuco, Chile. anitahuaico@gmail.com
2. Universidad de Murcia, España. arodi@um.es
3. Universidad Autónoma de Baja California, México. ileana.espejel@uabc.edu.mx

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

Résumé

Évolution des approches en matiere de desertification : une revision de 170 etudes das cas

La prévention, l'assainissement et l'atténuation de la désertification penchent vers une gestion avec participation sociale. La science post-normale ou de la durabilité et sa philosophie, fournissent des outils conceptuels à partir de l'interdisciplinarité et de la transdisciplinarité pour aborder l'étude et le suivi des processus environnementaux de manière intégrée. La question qui se pose est de savoir si les approches de recherche en désertification ont évolué vers des études inter/transdisciplinaire, ceci dans le but d'identifier les aspects qui ont besoin d'être renforcés par les chercheurs de la désertification pour obtenir des travaux intégrés pour une meilleur prise des décisions. Ainsi, une révision de la littérature a été effectuée, et permet de constater que les travaux d'évaluation et de suivi de la désertification sont à un stade émergent de transition vers la science post-normale et qu'une plus grande participation des sciences sociales et économiques est nécessaire.

Mots-clés: science post-normale; désertification; durabilité.

1. Introducción

La UNCCD (1994) define la desertificación como un proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado tanto de las variaciones climáticas como de las acciones humanas adversas.

La desertificación constituye en la actualidad el mayor problema de degradación de la tierra. La comunidad internacional ha reconocido, desde hace tiempo, que la desertificación es uno de los inconvenientes más importantes, desde un punto de vista económico, social y medioambiental, que afecta a numerosos países en todas las regiones del planeta.

Datos proporcionados por la Secretaría de las Naciones Unidas de la Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la Desertificación (Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification, 2014), indican que:

- «Para el 2025, 2.400 millones de personas de todo el mundo estarán viviendo en áreas sujetas a períodos intensos de escasez de agua, que puede desplazar a un máximo de 700 millones de personas para el 2030».
- «El 40% de los conflictos interestatales durante un período de 60 años fueron asociados con la tierra y los recursos naturales».
- «Entre 1991 y el 2000 más de 665.000 personas murieron en 2.557 desastres naturales, el 90% de los cuales fueron sucesos provocados por conflictos relacionados con el agua».
- «12.000 millones de hectáreas de tierra productiva se convierten en baldías cada año debido únicamente a la desertificación y la sequía, lo que supone una oportunidad perdida de producir 20 millones de toneladas de grano.».

La desertificación tiene su origen más que en los cambios en el clima, en el uso y manejo de los recursos naturales. Toledo (2006) hace referencia a cinco principios fundamentales en la ciencia del manejo de los recursos naturales: a) lo interdisciplinar, b) lo trans-escalar c) el reconocimiento de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

los conocimientos ecológicos locales, d) la evaluación meta-académica del trabajo científico y e) el manejo participativo. En este sentido Funtowicz y De Marchi (2000), mencionan que la investigación necesita llegar a ser más pro-activa y centrarse en la prevención e identificación temprana de dificultades emergentes así como en las oportunidades, más que en su actual enfoque en el que los problemas se afrontan una vez que se han agudizado. Esta cuestión preventiva es fundamental para la gestión de los ecosistemas áridos.

De las investigaciones realizadas por autores como Geist y Lambin (2004), se concluye que las causas de la desertificación son variadas y complejas, además que deben ser entendidas como la interacción de dos ámbitos: lo biofísico y lo socioeconómico. Las causalidades, por lo tanto, pueden agruparse según su origen en naturales y antrópicas.

Los ecosistemas de zonas áridas son vulnerables a la explotación excesiva, inapropiados usos de la tierra y al cambio climático. La pobreza, la inestabilidad política, las prácticas de deforestación, la erosión hídrica y el viento, la compactación del suelo, el sobrepastoreo, la salinización y los incendios forestales (entre otros muchos factores) producen un descenso en la productividad del suelo. Este problema a menudo aumenta, y, en última instancia, puede resultar en una pérdida de las funciones que los ecosistemas proporcionan, ya sea temporal (si es reversible) o permanente (si no es reversible). Por lo tanto, la lucha contra la desertificación, mediante la prevención, la mitigación o la rehabilitación, es esencial para asegurar la productividad a largo plazo de éstos ambientes.

La administración y gestión de las zonas áridas es fundamental, por lo que las investigaciones deben apuntar a la investigación de los componentes naturales y humanos de manera integrada. Disciplinas como la Geografía, aportan herramientas desde sus propias metodologías para comprender el espacio geográfico; por ello, en temáticas como la desertificación, esta disciplina es fundamental para comprender los procesos ambientales y contribuir a la toma de decisiones.

Se ha reconocido en la política internacional y foros científicos que la Gestión Sostenible de la Tierra (Sustainable Land Management por sus siglas en inglés, SLM) podría ser la clave para hacer frente a la degradación del suelo y la desertificación, al tiempo que contribuye a la producción de alimentos, mitiga el cambio climático y preserva los recursos naturales (FAO, http://www.fao.org/nr/land/sustainable-land-management/en/). Las estrategias de la SLM son intervenciones a escala local y regional, que tienen por objeto aumentar la productividad, mejorar los medios de vida de las personas y preservar los ecosistemas.

Especialmente la Convención de Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (UNCCD) promueve estas acciones a través de programas locales e internacionales, e investigación. Las evaluaciones tratan de involucrar tanto a los usuarios locales de la tierra, como a los científicos, con el objetivo de dar soluciones (adecuadas en cada escala) a los problemas de degradación de la tierra.

De acuerdo a Sivakumar (2007) es necesario estudiar dos vías de interacción entre clima y desertificación; por un lado, el análisis de los impactos de los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal sobre el clima y, por otro, los efectos del clima sobre el suelo. Otro trabajo interesante que discute las sinergias entre el clima y los cambios en el uso de suelo, así como también el aumento de la vulnerabilidad de los ecosistemas, lo presentan Puigdefábregas y Mendizabal (1998). Asimismo, por ser la desertificación un fenómeno que tiene componentes biofísicos y socioeconómicos que afectan al bienestar de las personas, es necesario concentrar los esfuerzos en el análisis

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de ambos, de manera interdisciplinaria (Reynolds *et al.*, 2007). Otros trabajos que sugieren esta forma de trabajo son los realizados por Sanders (1986), Reynolds *et al.* (2005, 2007), Grainger *et al.* (2000), Vogt *et al.* (2011) y Reed *et al.* (2011).

Considerando que hay una variedad de información acerca de los problemas ambientales, es muy probable que se pierdan mensajes claves al hacer los diagnósticos y evaluaciones. En este sentido, los indicadores traducen sintéticamente información acerca del estado y la tendencia de los sucesos ambientales complejos, como lo es la desertificación (Rubio y Bochet, 1998).

El uso de indicadores ambientales para la evaluación de la desertificación, ha sido promovido por los organismos internacionales desde principios de 1990 y en Europa se han desarrollado proyectos internacionales como EFEDA, MEDALUS, MODMED, MEDACTION, DESERNET, LUCINDA, DISMED, DESIRE, entre otros. Estos proyectos han centrado sus esfuerzos en proporcionar datos fiables e información para la comprensión de las causas de la desertificación y la identificación de indicadores, para pronosticar el futuro de la desertificación y mitigar los acontecimientos en curso (Sepehr y Zucca, 2012).

Entre los proyectos que son citados y discutidos en diversos repositorios internacionales que proponen metodologías con el uso de indicadores, se encuentran:

GLASOD (http://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod). Una crítica que algunos autores señalan a este proyecto es que se limita a la degradación del suelo y no incluye indicadores relacionados con la degradación del recurso tierra, incluyendo aspectos del clima, la vegetación y los recursos hídricos. Además se basa en juicios de expertos del estado de la degradación del suelo (tipo, grado, tipo y causa) a nivel nacional y sub-nacional y, como tal, tiene necesariamente un componente subjetivo (Vogt *et al.*, 2011).

WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies, (http://www.isric.org/projects). Este proyecto trabaja a distintas escalas desarrollando una metodología enmarcada en la documentación, seguimiento, evaluación y difusión para la administración sustentable de la tierra. Una ventaja de esta metodología es que se acerca a la transdisciplina, porque combina el conocimiento de los administradores locales de la tierra expertos y científicos (Reed *et al.*, 2011).

GLADA (Land Degradation Assessment in Drylands, (https://www.isric.online/projects/global-assessment-land-degradation-and-improvement-glada) incluye un gran número de métodos de evaluación aplicada y en colaboración con los gestores de tierras locales (Reed *et al.*, 2011). Esta metodología es muy interesante, porque incorpora en la evaluación la participación social activa.

DESERTLINKS(https://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/geography/research/dis4me.aspx), es un proyecto emblemático que plantea una serie de indicadores e índices diferenciando escalas de aplicación.

Una de las lecciones de las décadas de los ochenta y principio de los noventa es la necesidad de desarrollar una metodología práctica, objetiva y basada en indicadores que sean fácilmente aplicables e interpretables en las distintas regiones (Verón *et al.*, 2006). En este contexto, han sido diversos los organismos y autores que han identificado y citado una serie de ellos, así como también metodologías en relación con la evaluación y seguimiento de la desertificación, como lo son el suelo, la vegetación y el agua, aspectos climáticos, geomorfológicos y socio-económicos. Entre ellos se pueden citar los siguientes trabajos: Mabbutt (1986), Middleton y Thomas (1992), Fan-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

techi *et al.* (1995), Brandt y Thornes (1996), Sharma (1998), (Rubio y Bochet (1998), López Bermúdez y Romero Díaz (1998), López Bermúdez (1999), Kosmas *et al.* (1999), López Bermúdez y González Barbera (2000), Imeson y Cammeraat (2000), Brandt, *et al.* (2003), Grau *et al.* (2010), Salvati y Bajocco (2011), Kairis *et al.* (2014) y Brandt y Geeson (2015). Asimismo, destacan las propuestas metodológicas de Abraham *et al.* (2006), Reynolds *et al.* (2007), Reed *et al.* (2011), Vogt *et al.* (2011) y Armon (2015).

La epistemología de la investigación en ciencias ambientales ha evolucionado hacia metodologías que integran información de diversas disciplinas, producto del creciente interés por solucionar problemas emergentes; una de estas tendencias proviene de autores como Funtowicz y Ravetz (1993) quienes introducen el término posnormal, que propone un impulso al proceso de resolución social de conflictos, que incluye la participación y el aprendizaje mutuo entre los agentes involucrados, en vez de la búsqueda de «soluciones» definitivas o impuestas.

La desertificación requiere de la implementación de un seguimiento eficiente con un claro entendimiento del problema (Vogt *et al.*, 2011), así como también el resultado integrado de la investigación interdisciplinaria, sobre todo cuando los esfuerzos son dedicados a mejorar las comunicaciones y la colaboración entre las ciencias naturales y humanas (Verstraete *et al.*, 2008).

El objetivo del presente documento es hacer una revisión de publicaciones con el uso de indicadores en revistas científicas indexadas y analizar las características disci, multi, inter o transdisciplinarias, con el objetivo de identificar los aspectos a fortalecer para el desarrollo de estudios en desertificación bajo el paradigma de la Ciencia Posnormal o también llamada Ciencia de la Sustentabilidad.

2. Metodología

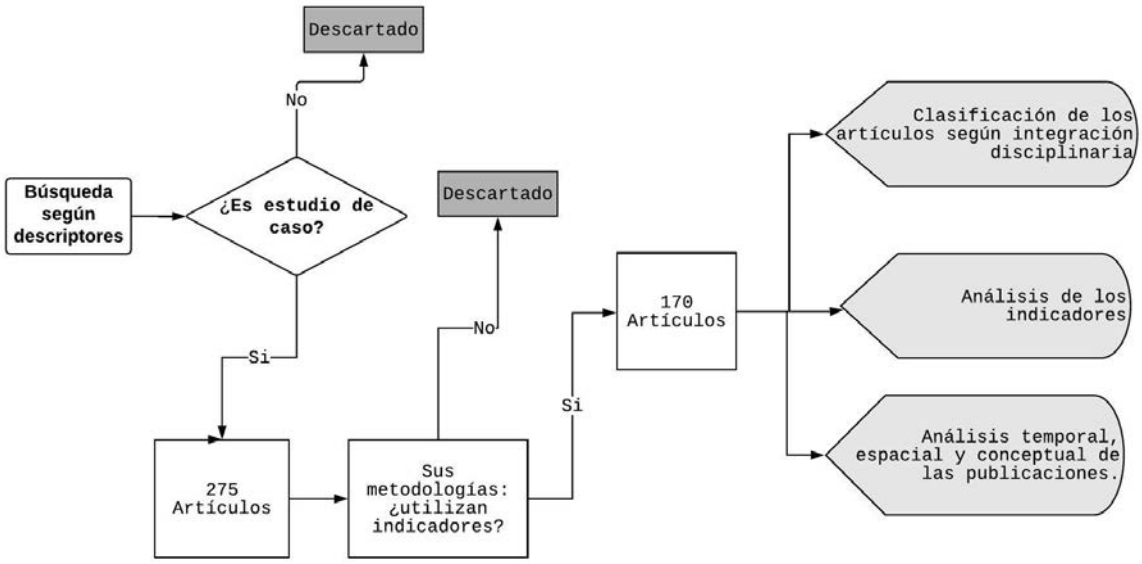
2.1. Selección de los estudios de casos

La búsqueda bibliográfica se ha realizado en las editoriales Springer, Redalyc, Elsevier, Ebsco, Emerald, Wiley y Annual Reviews, utilizando como descriptor la palabra clave en el título en idioma inglés y español: «desertificación» junto con otras palabras secundarias, utilizando las siguientes combinaciones: desertificación y causas; desertificación y efectos; desertificación y sensibilidad; desertificación y riesgo; desertificación y evaluación; desertificación y vulnerabilidad, además de desertificación y monitoreo. Las publicaciones han sido analizadas hasta diciembre de 2015. El uso de estos descriptores secundarios, además del término desertificación, se debe a que lo que se buscó intencionadamente es que fueran resultados de investigaciones en las cuales se aplicaran métodos para la evaluación de la desertificación, para así realizar un análisis más detallado en cuanto a las características disciplinarias contenidas en sus metodologías.

Una vez realizada la búsqueda según descriptores se seleccionaron aquellos que eran estudios de casos, es decir que se trataba de una investigación que se podía localizar geográficamente, por lo que se obtuvo un total de 275 artículos pre-revisados. Además de tratarse de un lugar en específico, se buscaron trabajos que evaluaran la desertificación a través de indicadores, y tras la aplicación de los criterios anteriores se obtuvo un total de 170 artículos (Imagen 1).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Imagen 1. Diagrama metodológico de la investigación.



Fuente: Elaboración propia

2.2. Clasificación de los artículos según integración disciplinaria

Las obras de Funtowicz y De Marchi (2000); Morse *et al.* (2007); Bocco *et al.* (2014); Jimenez y Ramos (2009) hacen la diferencia entre la ciencia normal o tradicional y la ciencia posnormal. En la primera de ellas forman parte el conocimiento disciplinario, que da respuestas a preguntas y problemas propios de un área de investigación, así como también lo multidisciplinario, en donde varias disciplinas convergen sin integrarse, cada una tiene sus propios métodos, paradigmas sin interactuar entre ellas; En la segunda, forman parte el conocimiento interdisciplinario y transdisciplinario.

La interdisciplina y la transdisciplina son propuestas de integración e interacción del conocimiento disciplinario para resolver problemas complejos y reflejan el nacimiento de nuevos conocimientos a partir de 1950, tales como, la ecología, el medio ambiente, la biotecnología y los estudios culturales entre otros. Este tipo de conocimiento propone la conexión entre disciplinas, relacionadas dinámicamente entre sí para abordar un problema u objeto de estudio de manera integral. Klein (2004), menciona que la interdisciplina permite responder y dar solución a un problema, o abordar un tema que es demasiado amplio o complejo para ser tratado adecuadamente por una sola disciplina o profesión. La bibliografía en temas de interdisciplina es diversa y destacan los trabajos de Funtowicz y Ravetz (1993), Funtowicz y De Marchi (2000), Mansilla y Gardner (2003), Klein (2004), Newell *et al.* (2005), Morse *et al.* (2007) y Karanika-Murray y Wiesemes (2009).

Para realizar el análisis de los estudios de casos en desertificación desde el punto de vista de la integración disciplinaria, se toma como referencia lo planteado por Morse *et al.* (2007) quienes caracterizan diferentes aspectos según el tipo de estudio: disciplinario, multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario (Cuadro 1). De esta forma cada estudio de caso fue leído y clasificado según los atributos que presentaba. Lo anterior unido al año de la publicación, permitió a su vez la realización de un análisis de la evolución temporal de dicha integración disciplinar.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Posteriormente, se conoció la evolución de la variedad de estos estudios en el tiempo a través del índice de diversidad de Shannon. Este último posee la ventaja de distinguir elementos entre un grupo de datos y el total. Este método es utilizado comúnmente para los análisis en ecología, pero puede perfectamente ser utilizado en otros ámbitos, en este contexto es necesario citar otros trabajos de revisión dentro de la misma temática que utilizaron este índice para caracterizar la diversidad de la investigación en desertificación en España (Barbero-Sierra *et al.*, 2015) y Argentina (Torres *et al.*, 2015).

2.3. Análisis de los indicadores

Desde el punto de vista metodológico se analizaron los indicadores utilizados en cada estudio de caso y fueron clasificados en biofísicos (biológicos y físicos) y socioeconómicos (sociales y económicos). Posteriormente se realizó un análisis del uso de cada tipo de indicador por año, con lo que se obtuvo la evolución de su uso a través del tiempo.

Otro tipo de análisis que se realizó y que para efectos prácticos sirve para conocer aquellos que son frecuentemente utilizados, es el ejercicio de identificar los indicadores que son aplicados reiteradamente en las metodologías de evaluación. Finalmente, se determinó si estos indicadores son trabajados en forma integrada (ya sea combinándolos en índices o cualitativamente) o de manera individual.

2.4. Análisis de las publicaciones

Se realizó una caracterización de la literatura en relación a su distribución:

- Temporal: número de casos encontrados por año. En este sentido y con el fin de observar la evolución del número de publicaciones a lo largo de los años, se elaboró un gráfico con el que se obtuvo la línea de tendencia, de esta forma se logró visualizar la evolución en el número de publicaciones a lo largo de los años.
- Espacial: localización geográfica de los casos por continente, es decir si el estudio se realizaba en África, Asia, América, Europa u Oceanía o eran estudios realizados en dos o más continentes.

En las 170 publicaciones analizadas se examinó además la introducción y la metodología, igualmente se investigó si el trabajo contaba con una definición propia de la desertificación o si se citaba alguna otra definición de algún autor en particular. El análisis de la definición es crucial en el enfoque de una investigación y, por tanto, en los niveles de integración disciplinaria (Reynolds *et al.*, 2005).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 1. Aspecto, sección del artículo analizado y características de los estudios (basado en Morse *et al*., 2007).

Aspecto	Sección del artículo en donde se identifica	Disciplinario	Multidisciplinario	Interdisciplinario	Transdisciplinario
Integración del vocabulario	Todo el documento	Independiente: autosuficiente y autónomo	Colaborativo: trabajo conjunto, fuerzas unidas, unión, y cooperación.	Coordinado: organizado, sincronizado, armonizado, y mutuo	Combinado: conjunta, compartida, colectiva y trascendente
Definición del problema	Introducción-Metodología	Guiada por el paradigma de disciplina	Por lo general, guiada por un paradigma disciplinario y, a menudo enmarcado por una disciplina guía	Desarrollado por investigadores de varias disciplinas	Trasciende las fronteras disciplinarias; al contexto específico con múltiples perspectivas de los interesados
Diseño, preguntas de investigación, método y teoría	Introducción-Metodología	Los investigadores usan disciplinas tradicionales	Los miembros del equipo se basan en una epistemología trascendente o común que refleja la naturaleza de la definición del problema.	Los miembros del equipo coordinan el diseño de la investigación, las preguntas, los métodos, y la teoría; las escalas temporales y espaciales y los marcos conceptuales están sincronizados.	Los miembros del equipo desarrollan un nuevo marco conceptual que trasciende las fronteras disciplinarias; La investigación del diseño, preguntas, métodos y escalas se desarrollan colectivamente.
Nivel de interacción	Instituciones participantes - Número de Autores Metodología Resultados	Los investigadores realizan investigación independiente	Los miembros del equipo tienen una conducta cooperativa con investigación paralela y diferentes paradigmas	Los miembros del equipo se coordinan con frecuencia y consistentemente a lo largo del proyecto.	Los miembros del equipo actúan, planificar y combinan la investigación de manera colectiva.
Generación de conocimiento	Conclusiones	El conocimiento creado dentro de la disciplina, y las conclusiones puede generar nuevas preguntas de investigación disciplinaria	El conocimiento es creado dentro de las disciplinas, pero las conclusiones puede generar preguntas de investigación que son aplicables a otras disciplinas.	El conocimiento creado que puede afectar a las estructuras del conocimiento en todas las disciplinas; Las conclusiones generan nuevos tipos de preguntas de investigación interdisciplinaria.	El conocimiento es reestructurado a través de la creación de nuevo conocimiento compartido; las conclusiones generan nuevos marcos teóricos y áreas de investigación.
Epistemología	Todo el documento	Los investigadores confían en la epistemología de las disciplinas.	Los investigadores confían en la epistemología de las disciplinas, pero de diferentes paradigmas.	Los miembros del equipo pueden confiar en la epistemología de la disciplina, pero deben aceptar la validez de diferentes disciplinas.	Los miembros del equipo se basan en una epistemología trascendente o común que refleja la naturaleza de la definición del problema.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

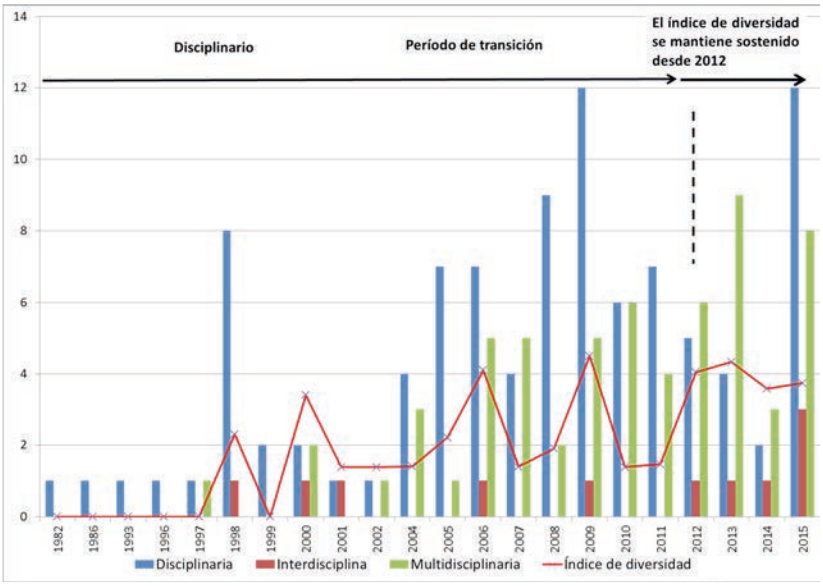
3. Resultados

3.1. Distribución temporal según niveles de integración

En el gráfico 1 se muestra la evolución según los diferentes niveles de integración disciplinaria y la diversidad de ellos en el tiempo. El gráfico revela tanto un aumento de las publicaciones, como una mayor variedad de investigación disciplinaria, multidisciplinaria y con características interdisciplinarias en los últimos años. Ello se corrobora con el índice de diversidad (en rojo) que tiende a mantenerse entre 3,7 y 4,4 entre los años 2012 y 2015.

De esta manera se observan en el gráfico los dos conceptos anteriormente mencionados: la ciencia normal (que incluye los estudios disciplinarios y multidisciplinarios) y la llamada ciencia posnormal (que incluye los estudios interdisciplinarios y transdisciplinarios). En este sentido es posible identificar un primer período disciplinario y un segundo período de transición en la cual aparecen trabajos multidisciplinarios e interdisciplinarios (éstos últimos esporádicamente); incluso desde el año 2012 es habitual encontrar trabajos con características interdisciplinarios, y en el año 2015 aumentan en número. Del análisis se desprende que a pesar de que en los últimos años hay mayor número de estudios multidisciplinarios y con características interdisciplinarias, predominan los disciplinarios, siendo éstos un 57,6% del total de estudios de casos analizados en esta revisión.

Gráfico 1. Año, frecuencia de publicaciones según grado de integración disciplinaria e índice de diversidad de las publicaciones entre 1982-2015.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Análisis de los indicadores

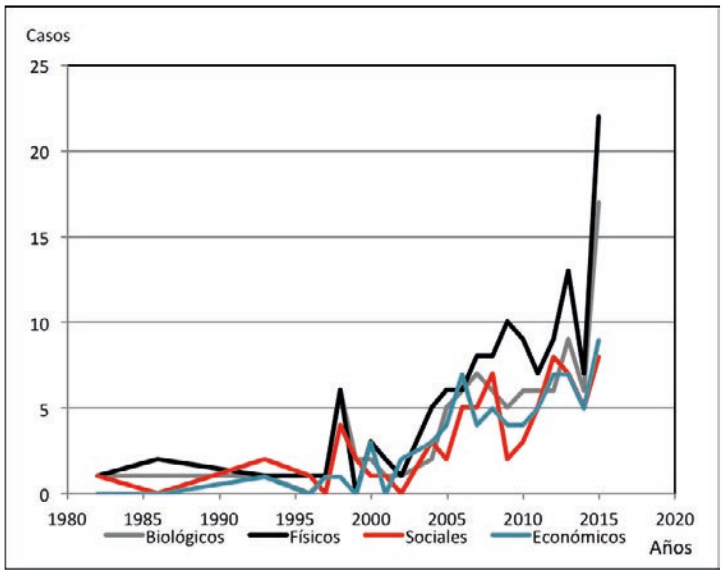
En el gráfico 2 se muestra la frecuencia del tipo de indicadores en los estudios de caso por año y se identificó como predominan los indicadores físicos (ejemplos: erosión, precipitaciones, materia orgánica). De la revisión, 128 estudios utilizan indicadores físicos (75%), mientras que 97 estudios de casos incluyeron indicadores biológicos, como es el tipo de vegetación y cobertura vegetal

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

(57,6%). El uso de estos indicadores predomina en los artículos de los primeros años analizados (1982-2000), en donde prevalecen los estudios disciplinarios.

Los indicadores sociales y económicos fueron utilizados en 72 estudios de caso, además se observa un aumento en el empleo de este tipo de indicadores desde el año 2004. Sin embargo, la frecuencia en su uso es menor que los indicadores físicos y biológicos. También se aprecia cómo antes del año 2004, los indicadores económicos eran escasamente utilizados, y que en los últimos años es más frecuente su uso.

Gráfico 2. Número de casos y tipo de indicadores encontrados en la literatura por año de publicación.



Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Indicadores biofísicos

Los indicadores biofísicos se relacionan con aquellos elementos del paisaje que están integrados por los indicadores biológicos, clasificados en flora y fauna, así como también de los físicos, comprendidos por los atributos del clima, el suelo, la geomorfología y la hidrología.

En este sentido, los resultados de esta investigación arrojaron que 85 publicaciones de las 170 estudiadas utilizan la variable «vegetación» para evaluar los procesos de desertificación, resumidos en 27 indicadores, de éstos los cinco utilizados con mayor frecuencia son: cobertura vegetal (24,1%), tipo de vegetación (13,5%), resistencia a la sequía (7%), protección a la erosión (7%), riesgo a incendios (7%). La cobertura vegetal es un indicador que puede ser analizado a través de imágenes de satélite y fotografías aéreas, por lo que en general esta información está disponible para la mayoría de los países, aunque no se analizó en este documento el nivel de resolución de este indicador.

El elemento suelo dentro de los componentes del espacio geográfico, es el que da soporte a las actividades humanas y como tal uno de los factores más importantes en los estudios de desertificación, así lo demuestran los resultados de esta revisión, ya que el 44% de los estudios analizados usan indicadores de suelo en sus investigaciones. En este contexto, un 12,9 % de los estudios utilizan la textura como indicador de desertificación, así como también materia orgánica (11,7%), presencia de suelos erosionados (9,7%), pendientes (9%) y tipos de suelos (9%).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La geomorfología es utilizada en un total de once trabajos, y el indicador más frecuentemente utilizado es formas del relieve (6%), de este modo se les da una mayor o menor propensión a ciertas formas o «landforms» en inglés. La variable geología es muy poco utilizada en las evaluaciones de la desertificación, sólo es incluida en dos estudios, siendo los indicadores la existencia de actividad geológica (1,7%) y formaciones geológicas (1,7%).

Las aguas superficiales y subterráneas son primordiales para mantener el equilibrio en los ecosistemas, sobre todo en las zonas áridas. A pesar de la importancia de este tipo de indicadores para las zonas áridas, solo 15 casos de estudio utilizan indicadores de aguas superficiales y 21 casos utilizan indicadores de aguas subterráneas, con un total de 32 indicadores hidrológicos.

Con respecto a los indicadores relacionados con el agua subterránea y su manejo fueron identificados doce, siendo los más empleados: nivel de la capa freática (2,9%), química del agua (2,3%) y sobreexplotación del acuífero (2,3%). Estos indicadores básicamente están orientados a conocer las presiones que se están ejerciendo sobre este recurso.

En zonas áridas, la hidrología superficial, se caracteriza por su variabilidad de acuerdo con el régimen de las precipitaciones, por lo que muchas de ellas carecen de flujo superficial permanente en gran parte del año. Pensamos que esto se relaciona con los escasos indicadores encontrados, ya que éstos se reducen a seis y los más frecuentemente usados son: red de drenaje (5,1%) y carga de sedimentos (1,7%). Estos indicadores están orientados a identificar las presiones sobre el ecosistema, ya que se relacionan con procesos de erosión y sedimentación principalmente.

El clima es señalado por numerosos estudios como una de los factores de la desertificación (Geist y Lambin, 2004) a nivel micro, meso y macro escala. En este contexto existe una diversidad de trabajos que toman esta relación clima-desertificación como el desarrollado por Sivakumar (2007) y Verstraete *et al.* (2008). Se encontraron once indicadores climáticos que son utilizados en las evaluaciones de desertificación. En los casos de estudio, los más usados son las precipitaciones (18,7%) y el tipo de clima (6,8%), siendo indicadores accesibles para la mayoría de los investigadores.

3.2.2. Indicadores socioeconómicos

Los indicadores sociales incluyen los demográficos, de gestión, participación ciudadana y percepción. De los 14 indicadores encontrados, el más frecuentemente utilizado son las características demográficas (15,2% de los trabajos); esta variable engloba una serie de indicadores como la edad, la tasa de crecimiento demográfico y el sexo. Cabe señalar que en general los trabajos son descriptivos. En segundo lugar están otros aspectos de la sociedad como los derechos de la propiedad (2,9%), esto es relevante ya que se refiere a la facultad que tiene una persona sobre la tierra.

La política como gestora de iniciativas en la administración pública que conducen a mejoras en la sociedad, es una herramienta importante dentro de las propuestas preventivas, paliativas y de recuperación de espacios degradados. Se han encontrado ocho indicadores políticos en los estudios de casos, los más frecuentemente utilizados se refieren a la aplicación de la política pública (9,7%) y el número de proyectos en desertificación (7%). Los estudios hacen referencia a la existencia de una política pública o una herramienta legal para hacer frente al problema, mientras que el indicador de número de proyectos en desertificación se refiere a la presencia de medidas conducentes a remediar o prevenir el avance de la desertificación.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Una de las variables que ha sido empleada con frecuencia en los últimos años es la económica, lo cual parece tener sentido, ya que al disminuir en cantidad y calidad los recursos naturales, también se ven disminuidas las fuentes de empleo, lo que se relaciona con la calidad de vida de las personas que habitan un espacio geográfico determinado. La actividad agrícola, por ejemplo, es la mayor consumidora de agua en el mundo, de ahí que las actividades económicas no solo ejerzan presión sobre el medio ambiente, sino que son necesarias para la supervivencia del hombre.

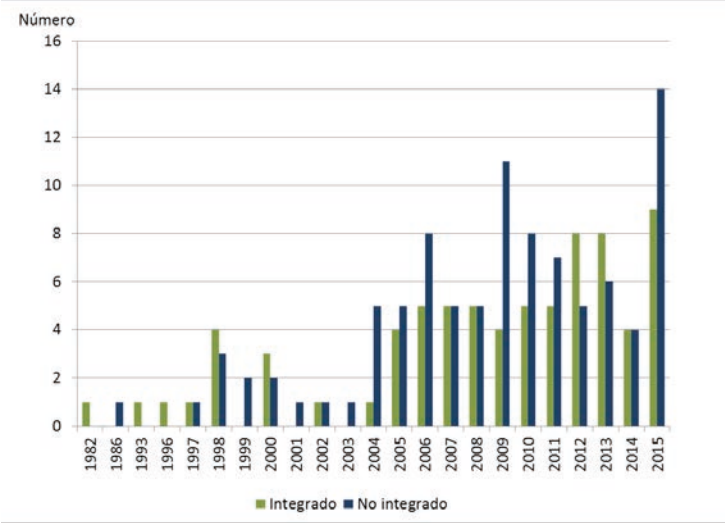
Se encontraron 27 indicadores económicos, de los cuales un 17% de los estudios utiliza el indicador de tipo de uso de suelo, seguido de superficie cultivada (9%), evolución en el uso de suelo (7%), población ganadera (4,1%), producción forestal (4,1%) e intensidad en el uso de suelo (4,1%). Es significativo el indicador de uso de suelo, ya sea para evaluar el estado, la evolución o la presión sobre el suelo. En este sentido la utilización de fotografías aéreas, imágenes de satélite y contar con una base de datos histórica se ha convertido en fundamental en los casos de estudio. A su vez, se ha observado como esta variable es trabajada a diferentes escalas (Kosmas *et al.*, 1999), y se puede usar en una escala de menor resolución al identificar grandes superficies cultivadas o a una escala de mayor resolución, identificando el tipo de uso y el tipo de producción, por lo que es necesario definir muy bien la escala de trabajo a utilizar.

3.2.3. Nivel de integración

Con respecto al nivel de integración en forma de índice o cualitativamente, el gráfico 3 muestra los esfuerzos realizados por el uso de indicadores de manera integrada desde los años 80, sin embargo existen años en que predominan las evaluaciones con el tratamiento de las variables de manera independiente unas de otras.

Una visión generalizada del estado del uso de indicadores se obtuvo al sumar la frecuencia en que eran integrados con respecto al total de las publicaciones, el resultado fue que el 55,8 % está en la categoría de «no integrados», por lo que los indicadores son trabajados individualmente y un 44,2% son estudios con indicadores físicos, biológicos, sociales o económicos utilizados de manera integrada.

Gráfico 3. Nivel de agregación o integración de los indicadores



Fuente: Elaboración propia

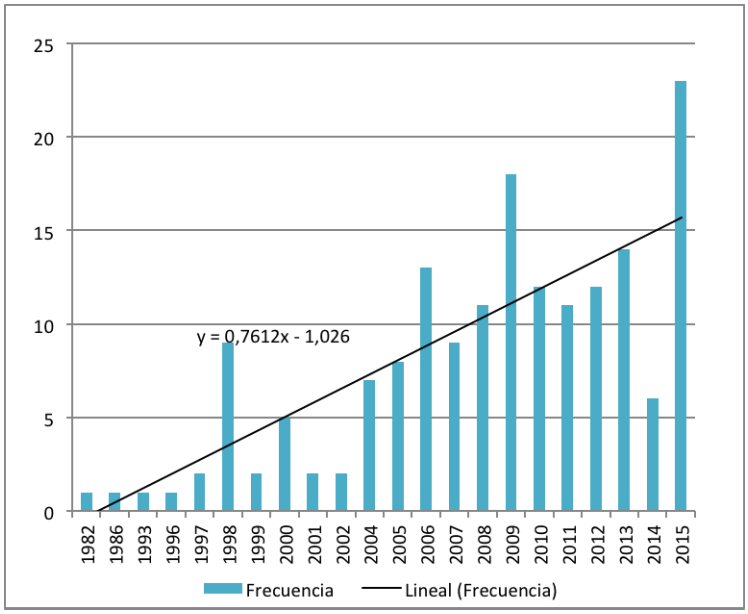
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4. Discusión

4.1. Caracterización de la literatura

Los trabajos de Verstraete *et al.* (2008), Barbero-Sierra *et al.* (2015) y Torres *et al.* (2015), proporcionan información con respecto al aumento de publicaciones en desertificación en los últimos años. Por tanto, no sorprende encontrar en nuestra revisión cómo los resultados de estudios de casos aumentan sustancialmente desde el año 2004, siendo el año 2015 el año en el que se encontró un mayor número de publicaciones (Gráfico 4).

Gráfico 4. Frecuencia en el número de publicaciones por año en los 170 casos de estudio (1982-2015).



Fuente: Elaboración propia

4.2. Distribución espacial de los estudios de casos

La distribución geográfica se refiere a la ubicación espacial de los estudios de caso, de esta manera los resultados indican que el continente asiático presenta un mayor número de publicaciones en evaluación y monitoreo de la desertificación que el resto de los continentes. En este sentido el 48% de la literatura corresponde a estudios de casos especialmente en China e India, seguido de estudios de casos en diversos países de África (Cuadro 2).

Ello se puede relacionar con la distribución de las áreas desertificadas, ya que para el año 1997, según Middleton y Thomas (1997) los mayores problemas de degradación se encontraban en Asia (370,4 ha)[6], seguido de África (319,3 ha)[6], América (158,4 ha)[6], Europa (99,5 ha)[6] y Australia (87,6 ha)[6]. Lo anterior también se corrobora con los datos presentados por el proyecto GLASOD y que forma parte de un trabajo realizado por Gibbs y Salmon (2015) y cuya comparación porcentual con los estudios de casos de este estudio se muestran en el cuadro 2. Otro aspecto se vincula con la cantidad de inversión destinada a proyectos en temas ambientales, un ejemplo de ello es que el 56,2% de la inversión de Proyectos GEF (1991-2015) sobre mitigación al cambio climático están concentrados en Asia y África (UNFCCC, 2015). Es posible que la superficie desertificada y la inversión destinada a proyectos ambientales haya contribuido al aumento de las

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

publicaciones en la materia en estos continentes. En este sentido Stringer (2006) hace hincapié en que desde el año 1992 los países africanos han demandado un tratado jurídico internacional que aborde la cuestión de la desertificación, por lo que también la desertificación es un tema político.

Cuadro 2. Degradación estimada por continente en millones de hectáreas (Gibbs y Salmon, 2015) y distribución espacial de los estudios de casos encontrados en la literatura.

Continente	GLASOD Nºde ha (millones)	GLASOD (%)	Estudios de casos según localización geográfica (%)
África	321	26	20
Asia	453	37	48
Australia y Pacífico	6	0	5
Europa	158	13	11
América	279	23	8
Estudios de casos localizados en más de un continente			8
Total	1.217	100	100

Fuente: Elaboración propia

4.3. De la definición de la desertificación en los estudios de casos

Glantz y Orlovsky (1983) señalan la existencia de más de 100 definiciones sobre desertificación, por lo que la bibliografía da cuenta de una serie de problemas conceptuales, lo que trae consecuencias y repercusiones en las metodologías y en los enfoques para evaluar las zonas degradadas (Reynolds *et al.*, 2011).

Autores como Verón *et al.* (2006) y Reynolds *et al.* (2011) mencionan que el déficit de estandarización en la instrumentalización y seguimiento de la desertificación puede, en parte, atribuirse a la falta de una definición clara que lleva a dificultades en la medición de variables e indicadores, por lo tanto, también en las diversas estrategias para afrontar la problemática desde la interdisciplinariedad.

La desertificación, es un problema complejo (Sommer *et al.*, 2011) y las diferentes definiciones cubren una gran variedad de temas a distintas escalas (Reynolds *et al.*, 2005). En este sentido se piensa que se debe de generar un marco metodológico general que fomente la realización de investigaciones multiescalares que permitan concebir recomendaciones para la acción. Autores como Reynolds *et al.* (2007) sugieren la necesidad de un marco común para la gestión de las tierras secas y un programa científico internacional. Sivakumar (2007), alude a que es importante adoptar criterios y métodos uniformes para evaluar la desertificación y fomentar el seguimiento de la degradación de las tierras secas en todas las regiones del mundo. En este sentido cabe destacar los planteamientos de Eswaran *et al.* (2001), quien alude a que la identificación de la extensión de las áreas degradadas varía dependiendo de las definiciones.

La complejidad también se relaciona con la diversidad de los modos de vida de las personas que habitan las zonas secas, ya que autores como Slegers y Stroosnijder (2008), explican que los diferentes eventos se llevan a cabo en las escalas locales y que cada entorno muestra un diferente nivel de resistencia al estrés ambiental, por lo que los usuarios locales de la tierra adoptan diferentes estrategias de gestión y adaptación para hacer frente al problema.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La discusión a día de hoy continúa y se centra en aspectos tales como, si la desertificación es una fase de un proceso o el fin, si es un proceso reversible o no (Nelson, 1990; D'Odorico y Ravi, 2015), si es causado por las actividades humanas o por procesos biofísicos más amplios (Thomas y Middleton, 1994). También está en cuestión si la desertificación es exclusiva de ciertas regiones climáticas (Grainger *et al.*, 2000) y si es un proceso a escala global o local (Batterbury *et al.*, 2002), por lo que algunos autores concluyen que el término es ambiguo (Vogt *et al.*, 2011).

En el análisis bibliográfico llevado a cabo, hasta el año 1993 se visualizan dos de las tres categorías analizadas en esta revisión (definiciones propias de los autores y artículos que no cuentan con una definición de la desertificación). Sin embargo, desde 1994 los trabajos comienzan a citar frecuentemente la definición planteada por la UNCCD (1994). Aquí es importante señalar que justamente en ese año fue realizada y adoptada la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación, por lo que marca un hito para el conocimiento, discusión y gestión de las tierras secas.

Reynolds *et al.* (2005), indican que la definición adoptada por la convención, deja claro que la desertificación es un fenómeno que tiene componentes biofísicas y socioeconómicas, sin embargo el término sigue generando controversias y aún es posible encontrar una heterogeneidad de definiciones en los diferentes artículos. Herrmann y Hutchinson (2005) plantean un trabajo muy interesante al respecto, ya que más que examinar la definición, analizan los contextos que han contribuido a la evolución de la comprensión de las causas que dan origen a la desertificación.

5. Conclusiones

Si el número de publicaciones fuera un indicador de la distribución e importancia de la desertificación, el análisis de las 170 investigaciones indican que, a pesar de todo el esfuerzo de la UNCCD, la desertificación es un problema que va en aumento, ya que hay un crecimiento considerable de publicaciones en temas de diagnóstico y evaluación de la desertificación, en este sentido los países con zonas áridas en Asia y África son los que cuentan con un mayor número de publicaciones. Ello es probable que se deba a las extensas áreas desertificadas y a la demanda de los propios países por buscar soluciones.

Cada vez hay más consenso en que la desertificación es un problema complejo que debe estudiarse interdisciplinarmente. La revisión aquí realizada evidencia, sin embargo, que siguen siendo los resultados de trabajos disciplinarios los que predominan en las publicaciones de las revistas científicas. Aunque hay un emergente desarrollo de trabajos multidisciplinarios e interdisciplinarios, no se encontró ninguna metodología transdisciplinaria en donde las comunidades hayan participado activamente en todas las etapas: diagnóstico, evaluación gestión y monitoreo de la desertificación.

Se identificó una primera etapa, entre los años 80 y mediados de los 90, en donde las investigaciones se centraban en el análisis disciplinario descriptivo, por lo que una vez realizado el análisis por tipología de indicadores, se observó que estaban principalmente enfocadas al análisis de procesos físicos y biológicos.

El uso de indicadores biofísicos y socioeconómicos no es un indicador por sí mismo de interdisciplinariedad, ya que si bien los estudios con ambas componentes han existido desde el comienzo

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de los años que comprende esta revisión, las metodologías no necesariamente reflejan las características de integración disciplinaria requerida por este tipo de trabajos.

Es por ello que en materia de ciencia posnormal o ciencia de la sustentabilidad, se obtiene que en los últimos años es posible encontrar trabajos con características interdisciplinarias (ciencia posnormal), lo que muestra probablemente una etapa de transición desde una ciencia normal o para la sustentabilidad hacia una ciencia posnormal o de la sustentabilidad. Si los estudios en desertificación se están dirigiendo hacia este horizonte, en nuestra opinión, se está en buen camino, ya que permitirá mejorar el actual sistema de diagnóstico y gestión de los recursos naturales en zonas áridas de manera integrada.

En este contexto, es importante mencionar los grandes esfuerzos que se han realizado en el desarrollo de indicadores, en donde se ve un aumento en la incorporación de aspectos sociales y económicos. Hoy en día es prioritaria la participación de especialistas de las ciencias sociales y económicas para la formación de equipos interdisciplinarios y según lo plantean algunos autores es fundamental incluir a las comunidades locales, con la utilización de criterios multiescalares a la hora de realizar evaluaciones y sistemas de seguimiento de la desertificación.

6. Referencias bibliográficas

- Abraham, E.; Montaña E.; y Torres L. (2006). «Desertificación e indicadores: Posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos». *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales,* vol. X (214).
- Armon R. H. (2015). «Desertification and Desertification Indicators Classification (DPSIR)». En: Armon RH, Hänninen O, (Eds). *Environmental Indicators.* Dordrecht: Springer Netherlands. p. 277-90.
- Barbero-Sierra, C.; Marques, M. J.; Ruiz-Pérez, M.; Escadafal, R. y Exbrayat, W. (2015). «How is Desertification Research Addressed in Spain? Land Versus Soil Approaches». *Land Degradation & Development*, 26 (5), 423-432.
- Batterbury, S.P.J., Behnke, R.H., Döll, P.M., Ellis,J.E., Harou, P.A., Lynam, T.J.P., Mtimet, A., Nicholson, S.E., Obando, J.A.,y Thornes, J.B. (2002). «Responding to desertification at the national scale: detection, explanation and responses». En: Reynolds J.F. y Stafford Smith D.M. (Eds). *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?*. Berlin: Dahlem Univ. Press, pp. 357–385.
- Bocco G.;Espejel I.; Hualde A.; Liedo P.; Olivé L.; Reyes C.; Robles E. y Suárez R. (2014). *Evaluación de proyectos multi / inter / transdisciplinarios*. Reporte de investigación. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. México.
- Brandt, C. J. y Thornes, J.B. (1996). *Mediterranean desertification and land use*. London: Wiley, 572 p.
- Brandt, J.; Geeson, N. y Imeson, A. (2003). DIS4ME: *Desertification indicator system for Mediterranean Europe*, Desertlink Project, Departament of Geography. Kings College, London.
- Brandt, J. y Geeson, N. (2015). «Desertification indicator system for Mediterranean Europe Monitoring and Modelling Dynamic Environments». En: Alan P. Dykes, Mark Mulligan, John Wainwright (Eds). *Monitoring and Modelling Dynamic Environments: (A Festschrift in Memory of Professor John B. Thornes)*. UK: John Wiley & Sons, Ltd. pp. 121-137.
- DESERTLINKS.https://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/geography/research/dis4me.aspx [consulta: 1 de Noviembre de 2016].
- D'Odorico P. y S. Ravi (2015). «Land Degradation and Environmental Change». En: Sivanpillai (Ed). *Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters.* USA, Elsevier, pp. 219 – 228.
- Eswaran, H.; Lal, R. y Reich, P. (2001). «Land degradation: an overview». En: Bridges, E.M., Hannam, I.D., Oldeman, L.R., Pening de Vries, F.W.T., Scherr, S.J., Sompatpanit, S. (Eds). *Responses to Land Degradation*. Khon Kaen, Thailand: Science Publishers, pp. 20-35.
- Fantechi, R.; Peter D.; Balabanis P. y Rubio L. (1995). *Desertification in a European Context: Physical and Socio-economic Aspects.* Luxembourg: European Commission.
- FAO. Sustainable Land Management http://www.fao.org/nr/land/sustainable-land-management/en/ [consulta: 29 de Septiembre de 2016].

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

- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1993). «Science for the post-normal age». *Futures*, 25 (7), 739-755.
- Funtowicz S. y De Marchi, B. (2000). "Ciencia Posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad". En Siglo XXI (Eds). *La complejidad ambiental.* México.
- Geist, H. J. y Lambin, E. F. (2004). «Dynamic Causal Patterns of Desertification». *BioScience*, 54 (9), 817-829.
- Gibbs, H. K. y Salmon, J. M. (2015). «Mapping the world's degraded lands». *Applied Geography*, 57, 12-21.
- GLADA, The Land Degradation Assessment in Drylands, https://www.isric.online/projects/global-assessment-land-degradation-and-improvement-glada [consulta: 1 de Noviembre de 2016].
- GLASOD. https://www.isric.online/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod. Global Assessment of human-induced soil degradation. [consulta: 1 de Noviembre de 2016].
- Glantz, M. y Orlovsky, N. (1983). «Desertification: A review of the concept. Desertification». *Control Bulletin*, 9, 15-22.
- Grainger, A.; Stafford Smith, M.; Squires, V. y Glenn, E. (2000). «Desertification and climate change: the case for greater convergence». *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 5 (4), 361-377.
- Grau, J. B.; Antón, J. M.; Tarquis, A. M.; Colombo, F.; de los Ríos L. y Cisneros, J. M. (2010). «An application of mathematical models to select the optimal alternative for an integral plan to desertification and erosion control (Chaco Area – Salta Province – Argentina)». *Biogeosciences*, 7 (11), 3421-3433.
- Herrmann, S. y Hutchinson, C. (2005). «The changing contexts of the desertification debate». *Journal of Arid Environments*, 63 (3), 538-555.
- Imeson, A., y Cammeraat, E. (2000). «Scaling up from field measurements to large areas using the Desertification Response Unit and Indicator Approaches». En O. Arnolds y S. Asher (Eds.) *Rangeland Desertification*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, pp 99-114.
- Jiménez B. y Ramos V. (2009). «Más allá de la ciencia académica?: Modo 2, ciencia posnormal y ciencia posacadémica». *Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXV (738), 721-737.
- Kairis O, Kosmas C, Karavitis C, Ritsema C, Salvati L. y Acikalin S. (2014). «Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Types of Degradation, Causes, and Implications for Management». *Environmental Management*. 54 (5) :971-82.
- Karanika-Murray, M. y Wiesemes, R. (2009). *Exploring Avenues to Interdisciplinary Research: From Cross- to Multi- to Interdisciplinarity*. United Kingdom: Nottingham University Press.
- Klein, J. T. (2004). «Interdisciplinarity and complexity: An evolving relationship». *E:CO* Special Double, 6, 2-10, 2004.
- Kosmas, C.; Kirkby, M.; y Geeson, N. (Eds.) (1999). *The Medalus Project: Mediterranean Desertification and Land Use: Manual on Key Indicators of Desertification and Mapping Environmentally Sensitive Areas to Desertification*. Directorate-General Science, Research and Development.
- López Bermúdez, F. y Romero Díaz, A. (1998). «Erosión y desertificación: implicaciones ambientales y estrategias de investigación». *Papeles de Geografía*, 28: 77-89.
- López Bermúdez, F. (1999). «Indicadores de la desertificación: una propuesta para las tierras mediterráneas amenazadas». *Murgetana*, Murcia, 100: 113-128.
- López Bermúdez F. y González Barbera G. (2000). «Indicators of Desertification in Semiarid Mediterranean Agroecosystems of Southeastern Spain». En G. Enne, M. D' Angelo y A. Aru (Eds). *Indicators for assessing desertification in the Mediterranean*. European Commission, DG-XII. Porto Torres, Cerdeña, Italia. 164-176.
- Mabbutt J. (1986) «Desertification indicators». *Clim Change* 9:113–122.
- Mansilla V. y Gardner H. (2003). «Assessing interdisciplinary work at the frontier: an empirical exploration of symptoms of quality». Prepared for Rethinking Interdisciplinarity, *Interdisciplines*, Paris, Dec. 1.
- Middleton, N. y Thomas D. (1992).*World atlas of desertification* (2nd ed.) Egham, UK: Arnold.
- Middleton, N. y Thomas D. (1997). «*World atlas of desertification*». (2nd ed.) Egham, UK: Arnold.
- Morse, W. C.; Nielsen-Pincus M.; Force J. y Wulfhorst J. (2007). «Bridges and barriers to developing and conducting interdisciplinary graduate-student team research». *Ecology and Society*, 12 (2):8.
- Nelson, R. (1990). «Dryland management: The desertification problem». *World Bank Technical Paper* Number 116. The World Bank, Washington, D.C.
- Newell, B.; Crumley, C. L.; Hassan, N.; Lambin, E. F.; Pahl-Wostl, C.; Underdal, A. y Wasson, R. (2005). «A conceptual template for integrative human–environment research». *Global Environmental Change*, 15 (4), 299-307.

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

- Puigdefábregas, J. y Mendizabal, T. (1998). «Perspectives on desertification: western Mediterranean». *Journal of Arid Environments*, 39 (2), 209-224.
- Reed, M. S.; Buenemann, M.; Atlhopheng, J.; Akhtar-Schuster, M.; Bachmann, F.; Bastin, G.; Verzandvoort, S. (2011). «Cross-scale monitoring and assessment of land degradation and sustainable land management: A methodological framework for knowledge management». *Land Degradation & Development*, 22 (2), 261-271.
- Reynolds, J. F.; Maestre, F. T.; Huber-Sannwald, E.; Herrick, J. y Kemp, P. (2005). «Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación». *Ecosistemas*, 14 (3), 3-21.
- Reynolds, J. F.; Smith, D; Lambin E. F.; Turner B. L.; Mortimore M.; Batterbury, S. y Walker, B. (2007). «Global Desertification: Building a Science for Dryland Development». *Science*, 316 (5826), 847-851.
- Reynolds, J. F.; Grainger, A.; Stafford Smith, D.; M., Bastin; G. Garcia-Barrios; L., Fernández y Zdruli, P. (2011). «Scientific concepts for an integrated analysis of desertification». *Land Degradation & Development*, 22 (2), 166-183.
- Rubio, J. L. y Bochet, E. (1998). «Desertification indicators as diagnosis criteria for desertification risk assessment in Europe». *Journal of Arid Environments*, 39 (2), 113-120.
- Salvati, L. y Bajocco, S. (2011). «Land sensitivity to desertification across Italy: Past, present, and future». *Applied Geography*, 31 (1), 223-231.
- Sanders, D. (1986). «Desertification processes and impact in rainfed agricultural regions». *Climatic Change*, 9 (1-2), 33-42.
- Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification. Desertification, The Invisible Frontline. https://www.unccd.int/publications/desertification-invisible-frontline-second-edition
- [consulta: 15 de Agosto de 2016].
- Sepehr, A. y Zucca, C. (2012). «Ranking desertification indicators using TOPSIS algorithm». *Natural Hazards*, 62 (3), 1137-1153.
- Sharma, K (1998). The hydrological indicators of desertification. Journal of Arid Environments, 39 (2), 121-132.
- Sivakumar, M. (2007). «Interactions between climate and desertification». *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2–4), 143-155.
- Slegers, M. y Stroosnijder, L. (2008). «Beyond the Desertification Narrative: A Framework for Agricultural Drought in Semi-arid East Africa». *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37 (5), 372-380.
- Sommer, S.; Zucca, C.; Grainger, A.; Cherlet, M.; Zougmore, R.; Sokona, Y. y Wang, G. (2011). «Application of indicator systems for monitoring and assessment of desertification from national to global scales». *Land Degradation & Development*, 22 (2), 184-197.
- Stringer, L. C. (2006). «Reviewing the International Year of Deserts and Desertification 2006: What contribution towards combating global desertification and implementing the United Nations Convention to Combat Desertification?». *Journal of Arid Environments*, 72 (11), 2065-2074.
- Thomas D. y Middleton, N. J. (1994). «Desertification: Exploding the Myth. Wiley, Chichester». *Land Degradation & Development*, 6 (1), 69-70.
- Toledo V.M.; Oyama K. y Castillo A. (2006). *Manejo, conservación y restauración de recursos naturales en México: perspectivas desde la investigación científica.* México: Siglo XXI.
- Torres, L.; Abraham, E. M.; Rubio, C.; Barbero-Sierra, C. y Ruiz-Pérez, M. (2015). «Desertification Research in Argentina». *Land Degradation & Development*, 26 (5), 433-440.
- UNCCD (1994). *United Nations Convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and / or desertification, particularly in Africa*. United Nations Environment. Geneva: Interim Secretariat for the Convention to combat desertification.
- UNFCCC (2015). *Report of the Global Environment Facility to the Twenty-first Session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Global Environment Facility. Paris, 30 November to 11 December.
- Verón, S. R.; Paruelo, J. M. y Oesterheld, M. (2006).«Assessing desertification». *Journal of Arid Environments*, 66 (4), 751-763.
- Verstraete, M.; Brink, A. B.; Scholes, R. J.; Beniston, M. y Stafford Smith, M. (2008). «Climate change and desertification: Where do we stand, where should we go?». *Global and Planetary Change*, 64 (3–4), 105-110.

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

- Vogt, J. V.; Safriel, U.; Von Maltitz, G.; Sokona, Y.; Zougmore, R.; Bastin, G. y Hill, J. (2011). «Monitoring and assessment of land degradation and desertification: Towards new conceptual and integrated approaches». *Land Degradation & Development*, 22 (2), 150-165.
- WOCAT. World Overview of Conservation Approaches and Technologies. http://www.isric.org/projects [consulta: 1 de Noviembre de 2016].

Sobre las autoras

Ana Isabel Huaico Malhue
Investigadora de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Católica de Temuco, Chile. Su mayor interés son los modelos de diagnóstico de la desertificación, la resiliencia al cambio climático y la gestión interdisciplinaria de la degradación de tierras. Geógrafa, Maestra en Ciencias en Manejo de Ecosistemas Áridos y Doctora en Medio ambiente y Desarrollo de la Universidad Autónoma de Baja California, México. Dirección: Rudecindo Ortega 02950, Temuco, Chile.

Asunción Romero Díaz
Es Catedrática de Geografía Física de la Universidad de Murcia, España. Su investigación se centra principalmente en estudios de erosión, desertificación y cambios de uso del suelo en ambientes semiáridos. Posee una amplia experiencia investigadora, que se traduce en la realización de 225 trabajos de investigación, entre libros, capítulos de libros y artículos científicos. Gran parte de estos trabajos han sido publicados en revistas y libros de alto impacto científico (https://www.researchgate. net; https://scholar.google.es). Dirección: Universidad de Murcia, Campus de La Merced, Santo Cristo 1, 30001 Murcia (España).

Martha Ileana Espejel Carbajal
Investigadora de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California, México. Ha estado interesada en los ecosistemas áridos y costeros de México. Es bióloga de la Facultad de Ciencias de la UNAM, con una Maestría en el Instituto Nacional de Recursos Bióticos en Xalapa Veracruz, continuando su investigación en su doctorado en la Universidad de Uppsala, Suecia. Dirección: Carretera Transpeninsular Ensenada Tijuana 3917, Fracc. Playitas C.P. 22860 o apdo postal 1880, Baja California, Mexico.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5914

Analysis and Modelling of Groundwater Salinity Dynamics in the Gaza strip

Basheer Sofiyan Abuelaish[1] ✉ | María Teresa Camacho Olmedo[2]

Recibido: 06/04/2017 | Aceptado: 05/04/2018

Abstract

The Gaza Strip suffers from an acute problem in the water quality and quantity. Groundwater is used as drinking water, for agricultural uses, and industrial processes. Salinity is increasing in groundwater in the Gaza Strip. Seawater intrusion is the main source of salinity. A chloride ion-selective is used as indicator of salinity for analysis and modelling of salinity of groundwater in the Gaza Strip by 2023. Research depends on three models for prediction of chloride concentration in groundwater: Forecasting, Linear regression and Multiple regression for the year 2023. The result of three models showed water salinity will increase in all areas in the Gaza Strip by the year 2023. Only a small area in the North Governorate will keep less than 250 mg/L of chloride concentration in fresh water, which represents 4.56 % of the total of the Gaza Strip area. The analysis of seawater intrusion within the cross sections is clear along the coastline and outspreads from the Mediterranean Sea to the East part of the Gaza Strip.

Keywords: Groundwater; Salinity; Seawater intrusion; Modelling; GIS.

Resumen

Análisis y modelización de la salinidad del agua subterránea en la Franja de Gaza

La Franja de Gaza sufre un grave problema relacionado con la calidad y cantidad del agua. El agua subterránea se utiliza como agua potable, para usos agrícolas y para procesos industriales. La salinidad del agua está aumentando en la Franja de Gaza, siendo la intrusión de agua de mar la principal fuente de salinidad. En este trabajo, los iones selectivos de cloruro se utilizan, como indicador de la salinidad, para el análisis y modelización de la salinidad del agua subterránea en la Franja de Gaza para el horizonte 2023. Tres modelos de previsión del aumento de cloruros en las aguas subterráneas son considerados para 2023: el modelo basado en pronóstico, la regresión lineal y la regresión múltiple. El resultado de estos tres modelos muestra que la salinidad del agua aumentará en todas las áreas de la Franja de Gaza para el año 2023. Solo una pequeña zona en la provincia del norte tendrá menos de 250 mg/l de concentración de cloruro en agua dulce, lo que representa 4.56% del total del área de la Franja de Gaza. La intrusión de agua de mar se pone de manifiesto en los cortes transversales a lo largo de la costa, extendiéndose desde el Mar Mediterráneo hasta el este de la Franja de Gaza.

Palabras clave: Aguas Subterráneas; Salinidad; Intrusión de agua de mar; Modelización; SIG.

1. Department of GIS, Environment Quality Authority. Gaza, Palestine. abuelaish@correo.ugr.es
2. Universidad de Granada. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. camacho@ugr.es

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

Résumé

La bande de Gaza souffre d'un problème aigu de la qualité et de la quantité de l'eau. Les eaux souterraines sont utilisées comme eau potable, à des fins agricoles et à des procédés industriels. La salinité des eaux souterraines augmente dans la bande de Gaza. L'intrusion d'eau de mer est la principale source de salinité. Un ion chlorure sélectif est utilisé comme indicateur de salinité pour l'analyse et la modélisation de la salinité des eaux souterraines dans la bande de Gaza pour l'horizon 2023. Trois modèles de prévision sont considérés pour l'augmentation de la concentration des chlorures dans les eaux souterraines pour l'année 2023: Le modèle de prévision, régression linéaire et régression multiple. Le résultat de trois modèles a montré que la salinité de l'eau augmenterait dans toutes les zones de la bande de Gaza d'ici l'an 2023. Une petite superficie dans le gouvernorat du Nord conserverait moins de 250 mg / L de concentration de chlorure dans l'eau douce, ce qui représente 4,56% du total de la bande de Gaza. L'intrusion d'eau' de mer dans les sections transversales est claire le long du littoral et progresse de la mer Méditerranée vers la partie est de la bande de Gaza.

Mots-clés: Eau souterraine; Salinité; Intrusion d'eau de mer; Modélisation; SIG.

1. Introduction

The Gaza Strip suffers from an acute problem in the water quality and quantity that will affect the future of the population in the Gaza Strip that was around 1.8 in 2014 in an area of around 365Km^2. The estimated population in 2023 is of 2.4 million (PCBS, 2014). In Gaza Strip, the water crisis is a function of population growth, an agriculturally intensive, economy, a fragile water ecosystem and a highly inequitable distribution of resources (Kelly and Homer-Dixon, 1995).

Groundwater is considered the main and only water supply source for all kinds of human usages in the Gaza Strip (domestic, agricultural and industrial) and this aquifer can only be fed by rainfall and lateral flow from the east (Hamad *et al.*,2012). Salinity is increasing in many ground water areas in the Gaza Strip, which is the main reason of soil salinity and changes of agriculture systems in the Gaza strip. Seawater intrusion is the main source of sodium chloride in groundwater in the Gaza Strip. Therefore chloride is considered an indicator of salinity (Al-Agha, 1995; Qahman *et al.*, 2006; Baalousha, 2011).

Seawater intrusion is the movement of seawater into fresh water aquifers due to natural processes or human activities. Seawater intrusion is caused by decreases in groundwater levels or by rises in seawater levels (Al-Agha, 1995; Qahman, *et al.*, 2006; Mogheir *et al.*, 2014). In coastal areas, chloride from saltwater aquifers can find its way into freshwater waters. Salinity is an ecological factor of considerable importance, influencing the types of organisms that live in a body of water (Peñalver *et al.*, 2010). As well, salinity influences the kinds of plants that will grow either in a water body, or irrigated by a groundwater. Chlorides are widely distributed in nature as salts of Chloride sodium (NaCl), Chloride potassium (KCl), and chloride calcium ($CaCl_2$) (WHO, 2003). Seawater has a natural chloride of about 19,400 mg/L (ppt) combined with sodium. The salinity level in seawater is fairly constant, at about 35,000 mg/l while brackish has chloride levels of between 500 and 5,000 mg/land may have salinity levels between 1 and 10 ppt. When Chloride concentrations exceed 250 mg/L, it can give detectable salinity taste in water; salinity can be determined from chloride concentration. The following formula is used (WHO, 2003): Salinity (ppt) = 0.0018066 XCl^- (mg/l can be used to determine the salinity, which chloride ion selective electrode can be converted to a salinity value.

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

There is no health-based guideline value in the WHO organization to be proposed for chloride in drinking-water. Water Salinity can have significant impacts on Agricultural production, public health, Terrestrial biodiversity, and Soil erosion. The accumulation of salts (often sodium chloride) occurs from water irrigation in soil and water to levels that impact on human.

Increasing of population number and urban expansion has raised concern about water use and potential for degradation of water Quality in the Gaza Strip. Urbanization in the Gaza Strip is increasing dramatically and is placing more stress on the agricultural areas, causing soil erosion, and affecting water quality and quantity, because of the natural growth of the population (Abuelaish, 2018) and will affect food security (Abuelaish and Camacho Olmedo, 2016).

The population growth rate in the Gaza Strip in 2013 was 3.44% and the population is expected to grow to over 2.4 million by 2023 (PCBS, 2013). The demand for drinking water will place additional stress on water land cover and other environmental themes.

The water currently pumped from the coastal aquifer in the Gaza Strip is divided into 92.8 million cubic meter (mcm) for urban and domestic use and 86 mcm for agricultural use, average water consumption per person is 70 to 90 liters a day, most residents buy their drinking water from door-to-door salespeople (btselem, 2014), who sell water that has been treated by own Water Desalination Plants.

Qahman (2006) shows an increase in the groundwater salinity of the Gaza Strip within two cross sections, one in the north of the Gaza Strip and the other in the south. Both cross sections ran from the Mediterranean Sea to the eastern inland part of the Gaza Strip. His study uses historical data from 1969 to 2003 to make estimates for the year 2020. It offers no details about the spatial distribution of salinity or the salinity trends. Seyam and Moghier (2011) showed the influence of the input variables on chloride concentration in the Gaza Strip using the ANN model. It proved that chloride concentration in groundwater is reduced by decreasing abstraction, average abstraction rate and life time. It is also reduced by decreasing the recharge rate and aquifer thickness. Al halaq and Abu elaish (2012) demonstrated and assessed the vulnerability of groundwater to contamination in the Khanyounis Governorate using the DRASTIC model, and then identified the groundwater zones most vulnerable to contamination in the aquifer in the study area.

The aim of our research is to analyze, simulate and model the salinity in the groundwater of the Gaza Strip for the year 2023 within a context of urban expansion, through temporal mapping between 1972 to 2013, i.e., to show those planning the future of the Gaza Strip the real dangers regarding future water supply. This is why we decided to research this issue to provide detailed information on the trends of seawater intrusion flow through six cross sections and present three simple models that have not been applied in the study area.

2. Study Area

The Gaza Strip is a narrow area that occupies the southern region of the Palestinian coast on the Mediterranean Sea, and gained its name from the largest city of Gaza. The Gaza Strip extends to 365 square kilometers, and a length of 41 kilometers, and varies in width between 6.5 and 12.5 kilometers. It is bound from the north and east by Israel; the Mediterranean Sea is to the west as shown in Figure 1, while bordered by Egypt to the south-west (Abuelaish and Camacho Olmedo, 2016).

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

The Gaza Strip has a temperate climate, with mild winters and dry, hot summers subject to drought. Average rainfall is of about 300 mm. The terrain is flat or rolling, with dunes near the coast. The highest point is 105 m above sea level. There are no permanent water bodies in the Gaza Strip (MOAg, 2013).

Figure 1. Location of the Gaza Strip

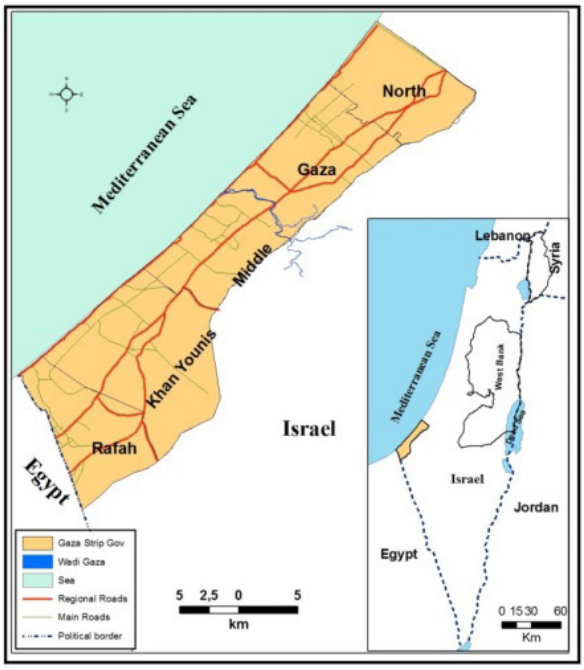
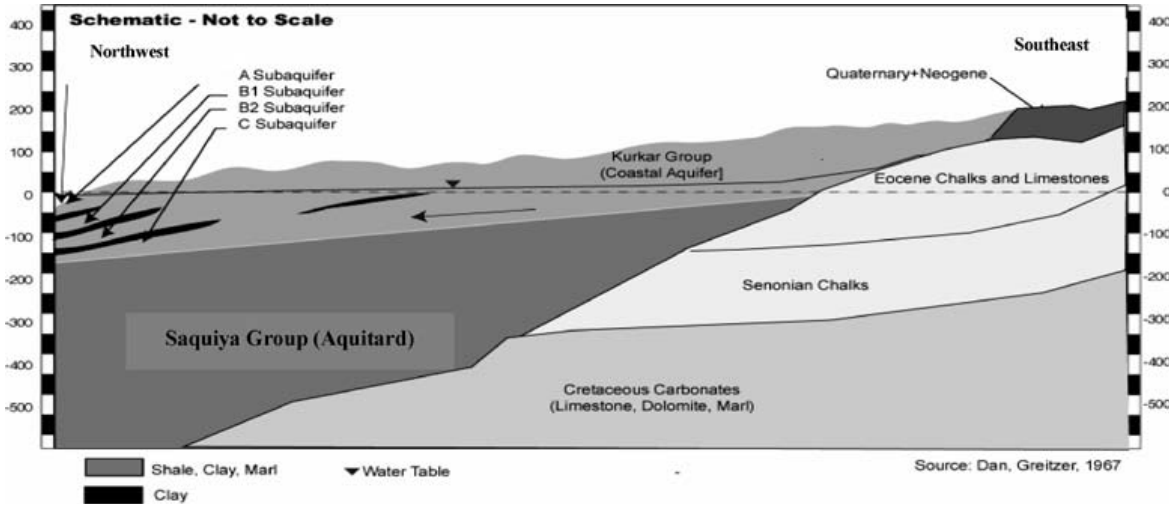


Figure 2. The hydrogeological cross-section of the aquifer in the Gaza Strip (Dan and Greitzer, 1967, cited in PWA/USAID 2000); vertical scale in meters.



The coastal aquifer of the Gaza strip extends 41 km along the Mediterranean Sea, which is a part of the Gaza Strip Pleistocene coastal aquifer. Its average thickness ranges from 60 m in the eastern margins to about 200 m in the west along the coastline to a few meters (Vengosh *et al.*, 1999; Zaineldeen, 2014). The aquifer is mainly composed of gravel, calcareous sandstone, clay and un-

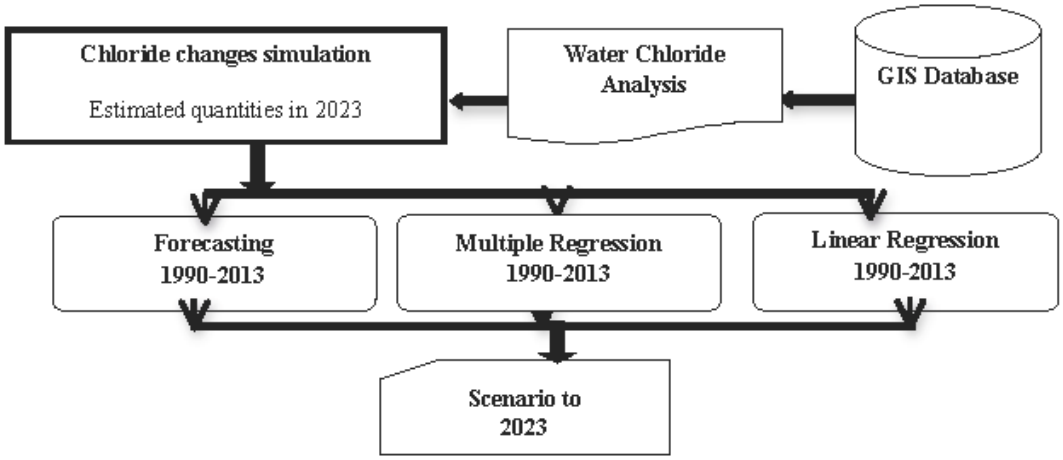
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

consolidated sands (sand dunes). Near the coast, coastal clays extend about 2-4 km inland, and divide the aquifer sequence into three sub aquifers (A, B, and C). Towards the east, the clay pinch out and the aquifer is largely unconfined as shown in Figure 2 (PWA, 2001; Al halaq *et al.*, 2012; Zaineldeen, 2014).

3. Methodology

The methodology based on the aims to analyze chloride concentration and the future scenario by 2023 in the aspect of raising of chloride in the ground water of Gaza Strip, urban expansion and the high population rate which will lead to increase the water abstraction from the groundwater wells. Scenarios are used depending on the historical data of wells. One past trend scenario was evaluated using the input parameters within three models: the Forecasting, Linear, and Multiple linear regression models as shown in Figure 3.

Figure 3. Methodology flow chart of water chloride analysis



3.1. GIS Database

The available data of agriculture and municipals wells are collected from the Palestinian Water Authority and Ministry of Agriculture as series time data for the years 1972 to 2015, and all data are converted from Microsoft excel to Shapefiles using ArcGIS 10.3 that have coordinates for all wells. The chloride ions are selected only for analysis and simulation. The number of wells varies according to the year but normally increases with early years. It was a number of 486 wells in 2013. It was filtered to 180 wells depending on the all selected years from 1990 to 2013 as series time data for modelling and scenario by the year 2023 using three models. The selected year 2015 is used for validity of models. The urban GIS database was used to analyze the effect of urban expansion on water salinity for year 1993, 2003 and 2013.

3.2. Interpolation

There are many methods of interpolation algorithms of data to create surface maps. Inverse Distance weighted (or Inverse Distance Weighted), denoted IDW (Tolosana-Delgado *et al.*, 2011), is a method for interpolation of irregularly-spaced data. It is one of the most popular methods adopted by geoscientists and geographers (Lu *et al.*, 2008; Mather *et al.*, 2011).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Interpolation of all points is based on the IDW method or estimation of the unknown cells in the space using the ArcGIS10.3 software. The formulation of IDW method is used as follows. The value u at a given point X interpolated from a set of known samples ui=u(Xi) for i=0,1,…,N. the IDW Equation (1)

$$u(\mathbf{x}) = \begin{cases} \dfrac{\sum_{i=1}^{N} w_i(\mathbf{x}) u_i}{\sum_{i=1}^{N} w_i(\mathbf{x})}, & \text{if } d(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) \neq 0 \text{ for all } i, \\ u_i, & \text{if } d(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) = 0 \text{ for some } i, \end{cases} \quad (1)$$

Where $w_i(X)=1/d(X,X_i)^p$, $w_i(X)$ is a simple IDW weighting function, as defined by Shepard (1968), $d(X,X_i)$ is the distance function from unknown points *X* to known point X_i with positive power parameter *p*, and *N* is the number of known points included in the calculation.

3.3. Water chloride analysis

The analysis of water chloride concentration depends on classification of data using the main ArcGis10.3 software based on the following concepts:

- Classification of the chloride concentration to six classes, taking into consideration the salinity above 250 mg\L of the WHO parameter and the maximum value of chloride concentration.
- Analysis of chloride concentration transition from class to others during the time series to show the changes clearly.

The cross sections are produced by the «Stack Profile» tool in the ArcGIS 10.3 software for the selected layers from1972, 1982, 1993, 2003, 2013 and 2023 that are estimated by three models. It creates a table and optional graph denoting the profile of line features over one or more multi-patch, raster, TIN, or terrain (ArcGIS 10.3 help, 2016).

3.4. Water chloride changes modeling

The research depends on three models for prediction of chloride concentration for the year 2023: Forecasting, linear regression, and multiple regression. The three models process the chloride concentration as dependent variable. Forecasting and linear regression are determined on the time series (years) only as independent variables, but multiple regression is determined by time series, population, water level, the precipitation and the Pumping from groundwater (production). The RMSE is used to assess goodness-of-fit in models depending on the results of the three models and the real data for the year 2015.

3.4.1. Forecasting

Forecasting is the process of making predictions of the future based on past and present data and analysis of trends. Forecasting estimates values at certain specific future times Forecasting methods can be classified as qualitative or quantitative. This can be developed using a time series method or a causal method.

The forecast time series modeling the study are produced depending on the Forecasting Function which takes the form: The FORECAST(x, known y's, known x's) function returns the predicted value of the dependent variable (represented in the data by known y's) for the specific value 'x' of

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

the independent variable (represented in the data by known x's) by using a best fit (least squares) linear regression to predict y values from x values

The equation (2) for FORECAST is

$$a+ bX \quad (2)$$

Where:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (3)$$

and

$$b = \frac{\Sigma(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\Sigma(X+\bar{X})^2} \quad (4)$$

Where $\bar{X}$ and $\bar{Y}$ are the average (known X's) and average (known Y's).

3.4.2. Linear regression

Linear regression is used when we want to predict the value of a variable based on the value of another variable. If plots of data versus time suggest a simple linear increase or decrease over time, a linear regression of the water quality variable Y against time T may be fit to the data (Gilbert, 1987).

A linear regression line has an equation (5) of the form:

$$Y = b_0 + b_1X+c \quad (5)$$

Where X is the explanatory variable and Y is the dependent variable b_0 and b_1, are constants, called the model regression coefficients or parameters (i.e. $b_0$called the intercept or constant coefficient, and b_1 called the slope of the least squares regression line), and c is a random disturbance or error in the approximation of Y.

In the study, The IBM SPSS statistics software is used to run the model where the chloride concentration is the dependent variable and the year from 1990-2013 is the independent variable.

3.4.3. Multiple Linear regression

Multiple linear regression is the most common form of linear regression analysis. As a predictive analysis, the multiple linear regression is used to explain the relationship between one continuous dependent variable (criterion or endogenous or regress variable) and two or more independent variables (predictor or regressor variables). In the study, the IBM SPSS statistics software is used to run the multiple regression model where the dependent variable is the chloride concentration, and the independent variables are the population, water level, the rainfall in the whole Gaza Strip, and the production of each well in a time series, that is using Stepwise linear regression, method of variables while simultaneously removing those that aren't important. Stepwise regression essentially does multiple regression a number of times, each time removing the weakest correlated variable. At the end you are left with the variables that explain the distribution best.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5914

3.4.4. Root Mean Square Error (RMSE)

The root mean square error (RMSE) is a frequently used measure of the difference between values predicted by a model and the values actually observed from the environment that is being modeled. The RMSE serves to aggregate them into a single measure of predictive power (6):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}} \quad (6)$$

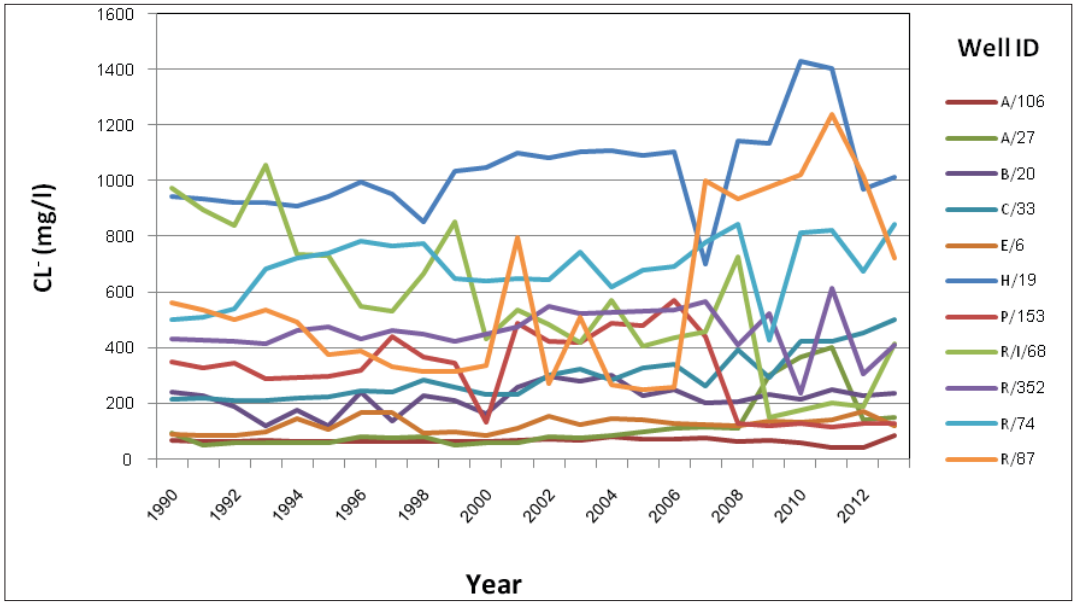
Where X_{obs} is observed values and X_{model} is modeled values at time/place *i*. The RMSE values can be used to distinguish model performance in a calibration period with that of a validation period as well as to compare the individual model performance to that of other predictive models (Fujita *et al.*, 2014) otherwise the RMSE is used to assess goodness-of-fit in models.

4. The results

4.1. Water chloride analysis

Water analysis depends on the behavior of chloride concentration in the ground water in a time series of each well. Figure 4 shows variation from 1972-2013 for eleven sample wells in different places of the Gaza Strip. Figure 4 shows the chloride concentration trend, which varies from one well to the next for various reasons such as location and topography, water level, water extraction and precipitation among others. Sometimes when the salinity level rises, local people or councils begin digging to find fresh water. This explains the rise in salinity between 1972 and 2013.

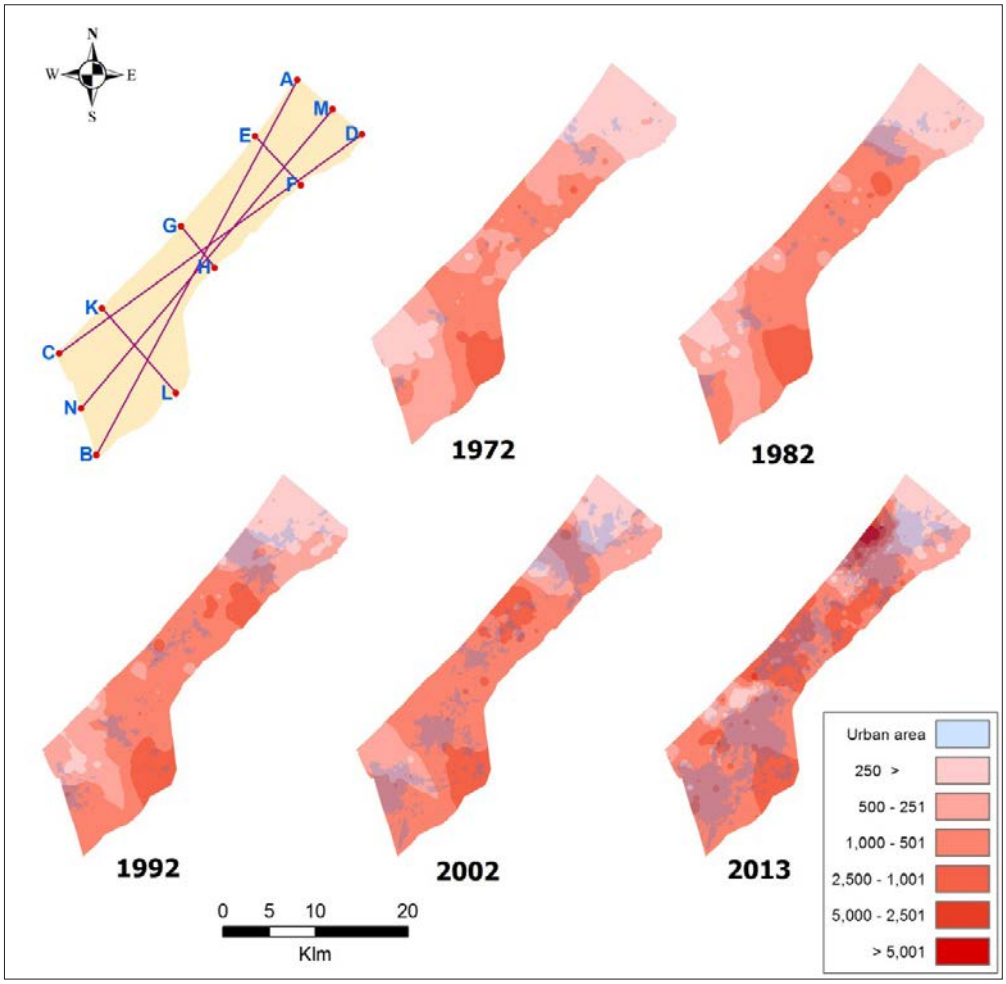
Figure 4. Behaviors of chloride concentration in the sample selected wells from 1990 to 2013



The simulation of chloride concentration for the years 1972, 1982, 1993, 2003 and 2013 (Figure 5), clearly shows an increase and demonstrates the positive relationship with the increase in urban areas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figure 5. Chloride concentration (mg/L), urban areas and locations of cross sections.



Six chloride profiles (Figure 5) were selected to extract the chloride concentration. Figure 6 illustrates the chloride concentrations in the ground water within elaborated six cross sections for year 1993, 2003 and 2013 that are focused over the urban areas and other non-urban areas equal zero. The chloride concentration of ground water in the whole of the Gaza strip was classified to six classes for the years 1972, 1982, 1993, 2003 and 2013 as shown in Table 1.

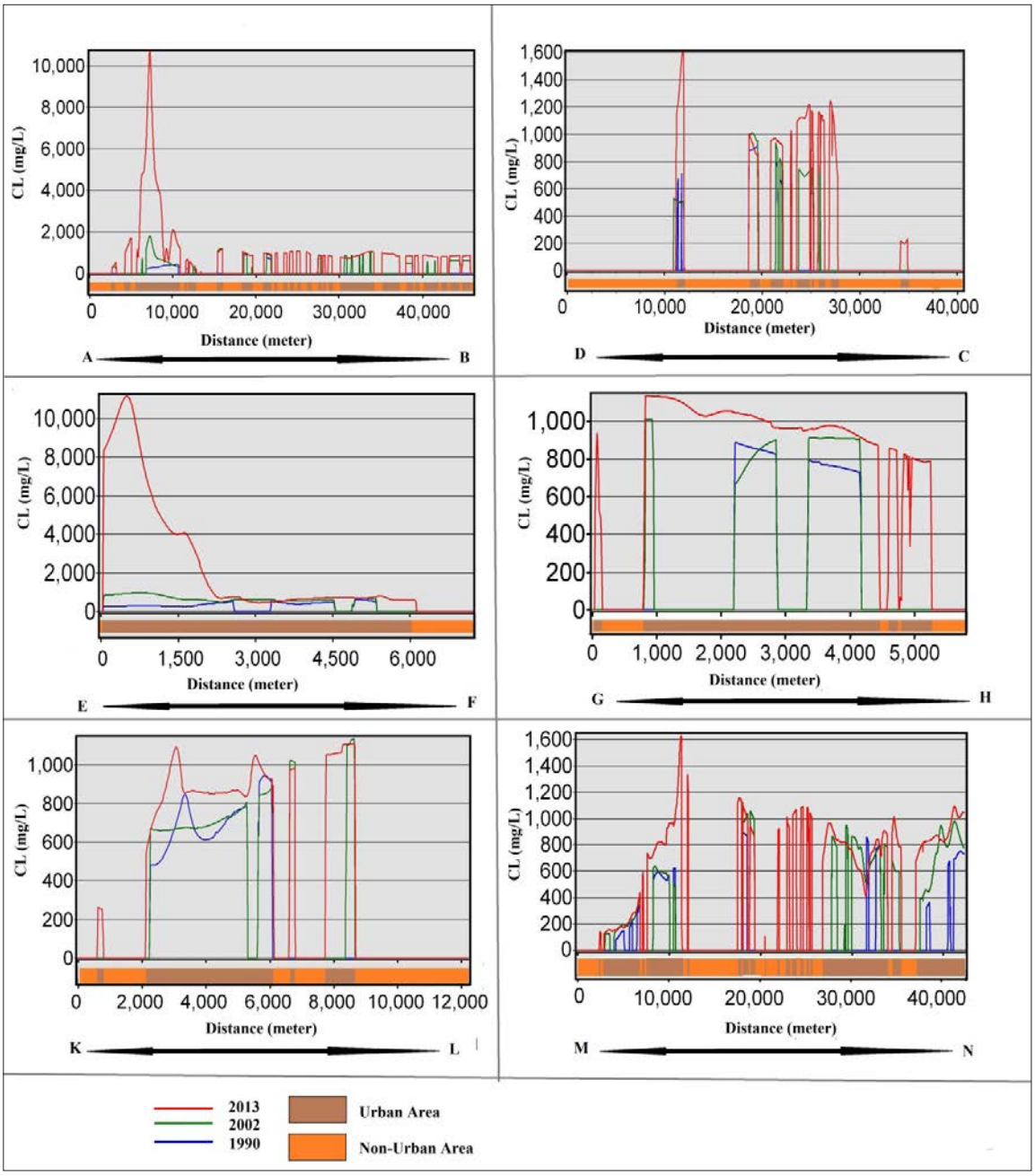
Table 1. Chloride concentration in ground water according to classification

CL-	1972 (Km²)	1972 %	1982 (Km2)	1982 %	1993 (Km²)	1993 %	2003 (Km²)	2003 %	2013 (Km²)	2013 %
0 – 250	97.5	27.01	77.4	21.4	57.01	15.8	38.1	10.5	40.4	11.2
250 -500	118.7	32.9	85.8	23.8	84.2	23.3	76.9	21.3	45.1	12.5
500 -1000	124.6	34.4	165.7	45.9	179.1	49.6	202.5	56.1	170.9	47.3
1000 -2500	20.6	5.7	32.1	8.9	40.8	11.3	43.7	12.1	97.3	27.0
2500 -5000	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6	1.3
> 5000	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	0.8

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5914

Figure 6. The selected profiles focused over urban areas: A-B, C-D, E-F, G-H, M-N, and K-L.



4.2. Water chloride changes modeling

The results of water chloride changes modeling are shown in Figure 7. Three maps are produced that represent three simulations for the year 2023. There are some differences in the results of the three models that are classified to six classes as shown in Table 2.

Figure 8 presents the chloride concentration profiles, which illustrate increases in chloride levels in water along the cross sections.

Calculation of the RMSE values as predictive power shows that the Linear regression has the highest value at 1668.3, followed by Forecasting (1656.9), and Multiple Linear regression (1631.723).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figure 7. Simulated chloride concentration for the year 2023 as results of F) Forecasting Model, L) Linear Regression Model, and M) Multiple Linear Regression Model.

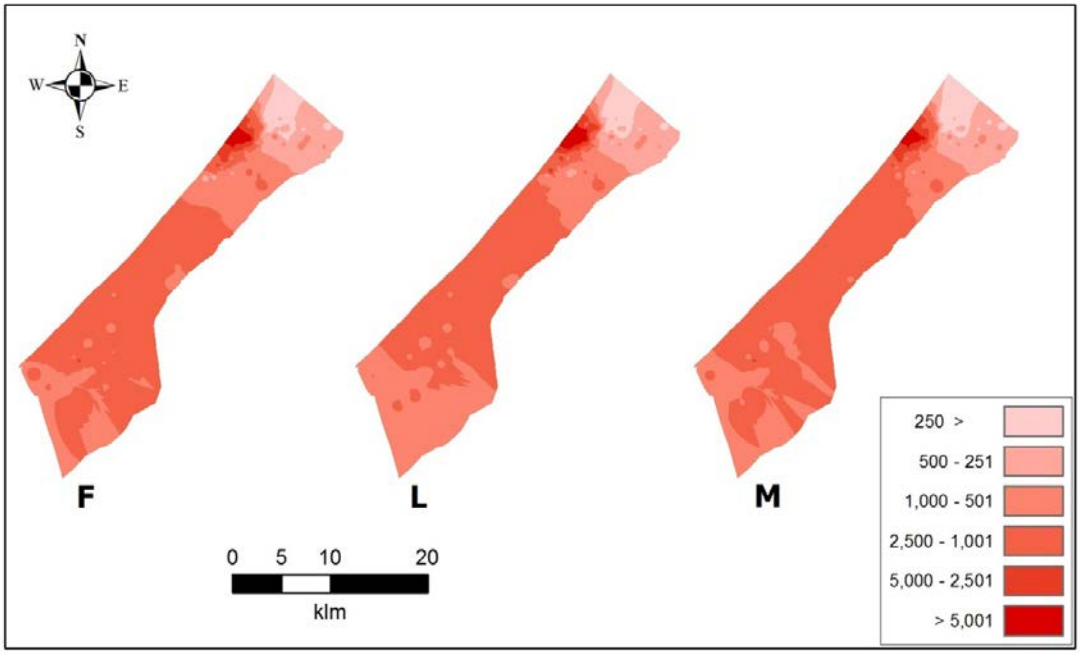


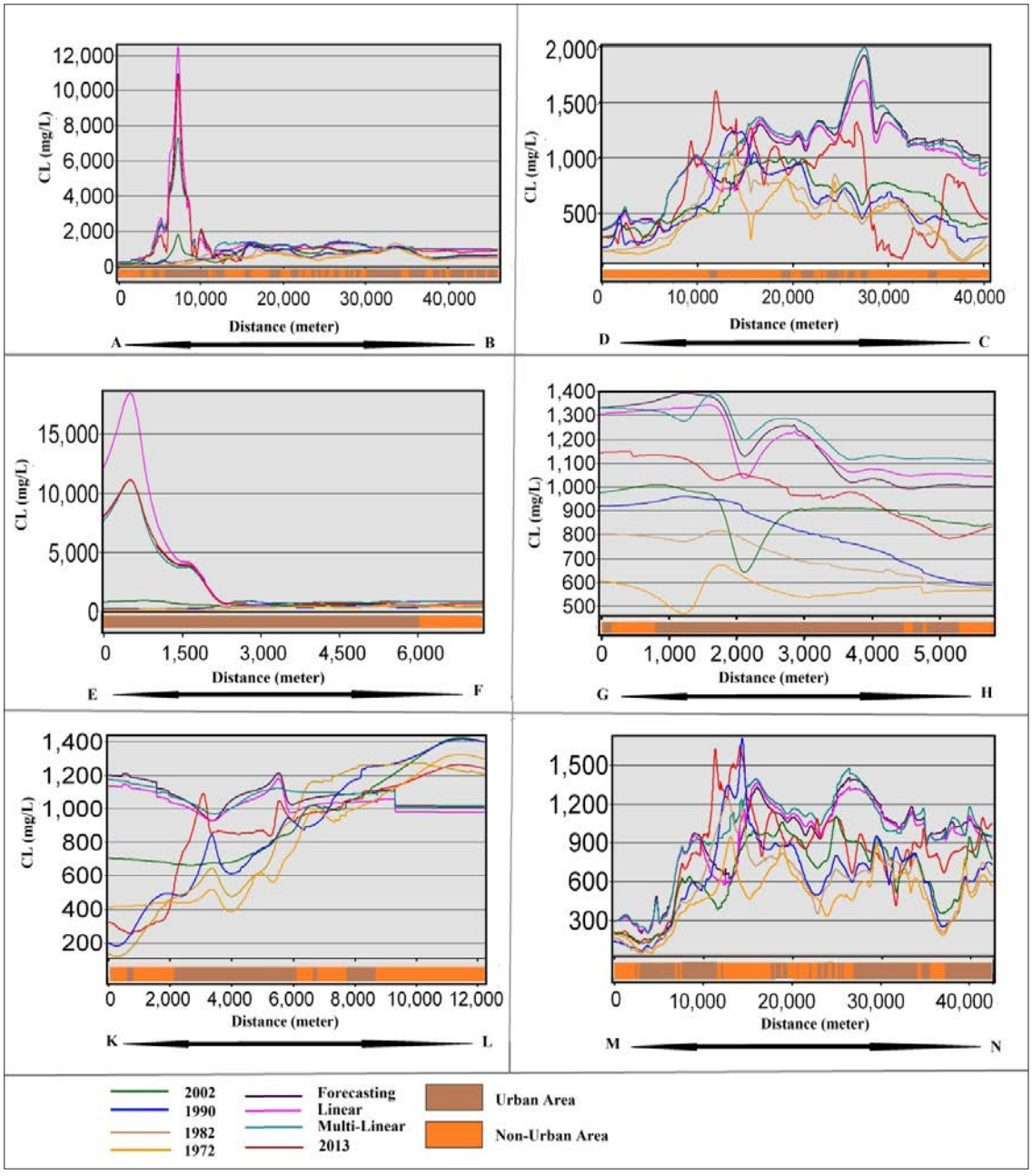
Table 2. Area and percentage of simulated chloride concentration for the year 2023 as results of F) Forecasting Model, L) Linear Regression Model, and M) Multiple Linear Regression Model.

CL(mg/L)	F (Km^2)	F %	L (Km^2)	L %	M (Km^2)	M %	Average (Km^2)	Average %
0 – 250	15.90	4.40	15.58	4.31	17.90	4.96	16.46	4.56
250 -500	36.27	10.05	36.50	10.11	34.00	9.41	35.59	9.86
500 -1000	95.09	26.33	134.02	37.11	93.66	25.94	107.59	29.80
1000 -2500	205.68	56.96	166.49	46.11	207.71	57.52	193.29	53.53
2500 -5000	5.09	1.41	4.41	1.22	5.41	1.50	4.97	1.38
> 5000	3.07	0.85	4.11	1.14	2.41	0.67	3.20	0.89

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5914

Figure 8. The selected profiles: A-B, C-D, E-F, G-H, M-N, and K-L

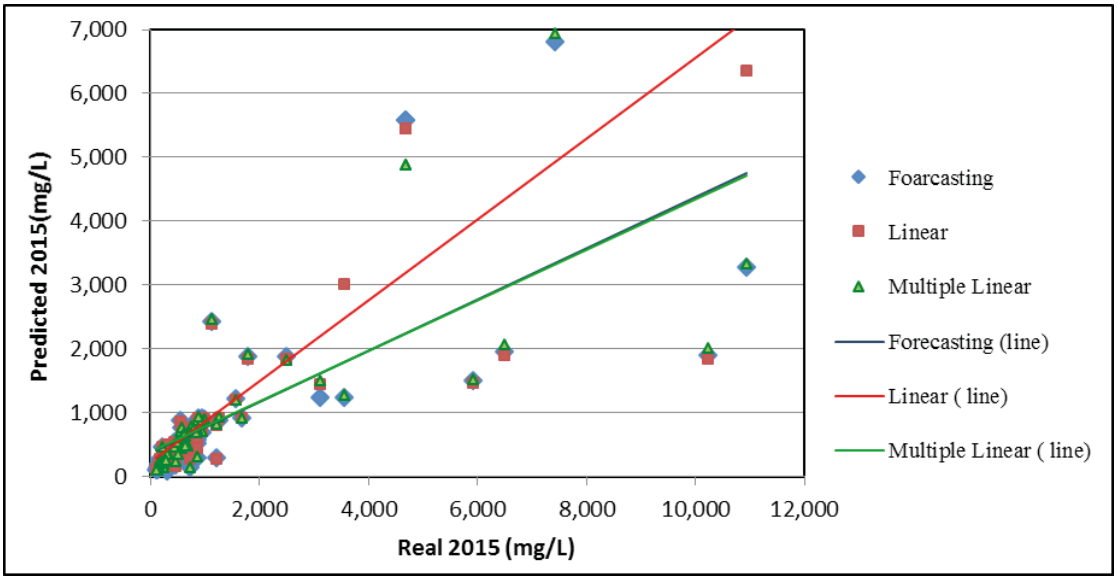


Scatter plots in Figure 9 represent the real data for chloride concentration on the *x*-axes and the predicted chloride concentration on the *y*-axes. The scatter diagram points for Forecasting and Multiple Linear are close to a line predictor while the Linear regression is further away from them.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5914

Figure 9. The scatter plot for chloride concentration (mg/L). Real data for 2015 versus predicted data models for 2015 of Forecasting, Linear, and Multiple linear regression.



The data inputs and output for the chloride concentration from 1972-2013 and 2023 represented the severe change in water chloride that is showed clearly in 2008 in the Gaza Strip as shown inFigure10. Chloride expanding is shown in the whole area of the Gaza Strip. The area with chloride concentrations of less than 250 mg/L will become less than 10% for the Gaza Strip by the year 2023.

Figure 10. Increase in the area of chloride concentration from 1972 to 2023.

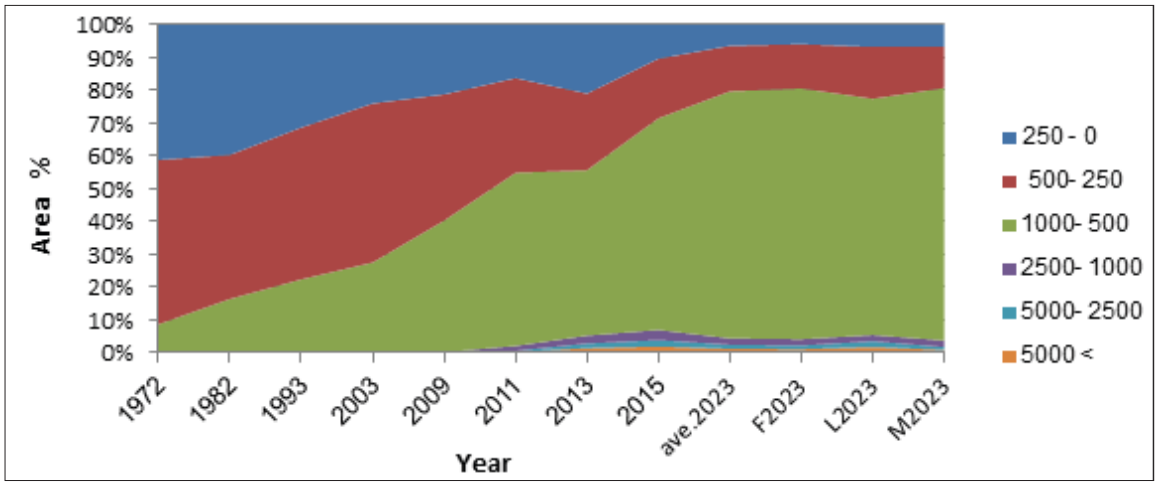


Figure 11, Table 3 and Table 4 show the result of overlaying the three simulated maps Forecasting, Linear and Multi-linear regression, highlighting specifically the simulated increases or stability in chloride concentration in the six classes from 2013, the area and percentage of the classes obtained from this map.

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

Figure 11. Overlaying of the three simulated maps for 2023: Forecasting, Linear and Multi-linear regression highlighting specifically the simulated increase or stability in the chloride concentration in the six classes from 2013.

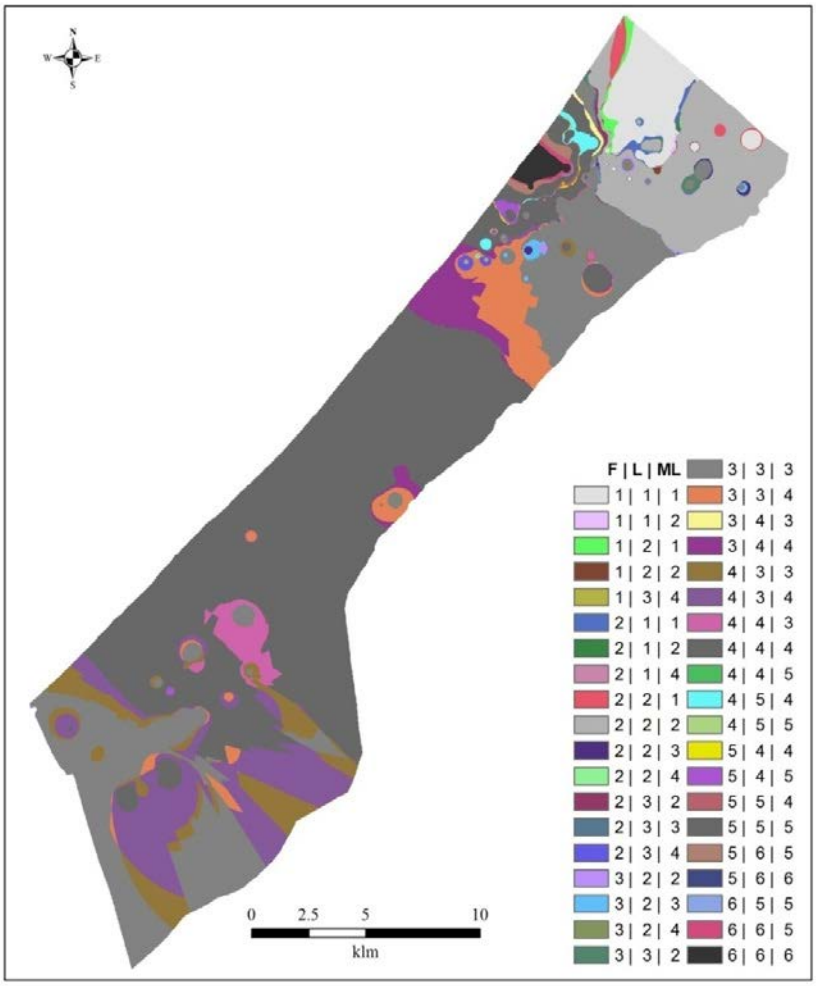


Table 3. Area (km²) and percentage of overlaying of the three simulated maps by three models, specifically the simulated stability in chloride levels and simulated increase in chloride levels from 2013

Simulation (The base is by year 2013)	Area (Km²)	Percent %
Stability 3 models	149.6	41.4
Increase in CL by 3 models	121.1	33.5
Increase in CL by Forecasting and Linear	24.6	6.8
Increase in CL by Forecasting and Multi-Linear	36.6	10.1
increase in CL by Linear and Multi-Linear	28.9	8.1

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Table 4. Area (km²) and percent of overlaying of the three simulated maps using three models according to the classes of chloride concentration and simulated increasing from 2013

CL^-	F |L |ML	Area (Km²)	Percent %
0 – 250	1 | 1 | 1	14.359	4.0
250 -500	2 | 2 | 2	32.109	8.9
500 -1000	3 | 3 | 3	68.791	19.1
1000 -2500	4 | 4 | 4	150.083	41.6
2500 -5000	5 | 5 | 5	2.909	0.8
> 5000	6 | 6 | 6	2.412	0.7
Total area of 3 models at the same spatial distribution		270.7	75.0

Figure 12 demonstrates chloride concentrations in 1993, 2003 and 2013 inside the urban area 2013. Non-urban areas are masked, and the figures are therefore focused on chloride concentrations inside urban areas only. Figure 13 shows that the chloride concentration increases in each governorate in most classes.

Figure 12. The area of classified chloride concentrations by years 1993, 2003 and 2013 within the urban area 2013.

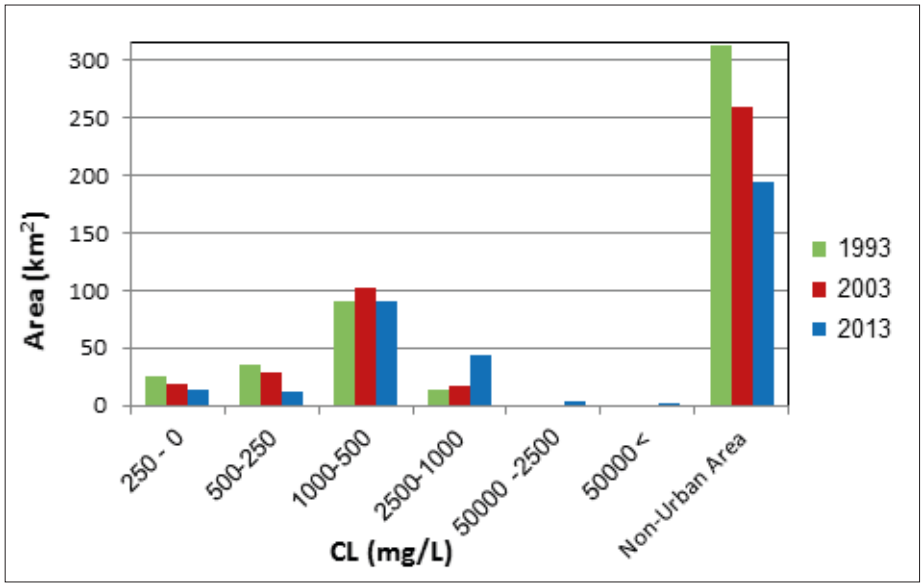
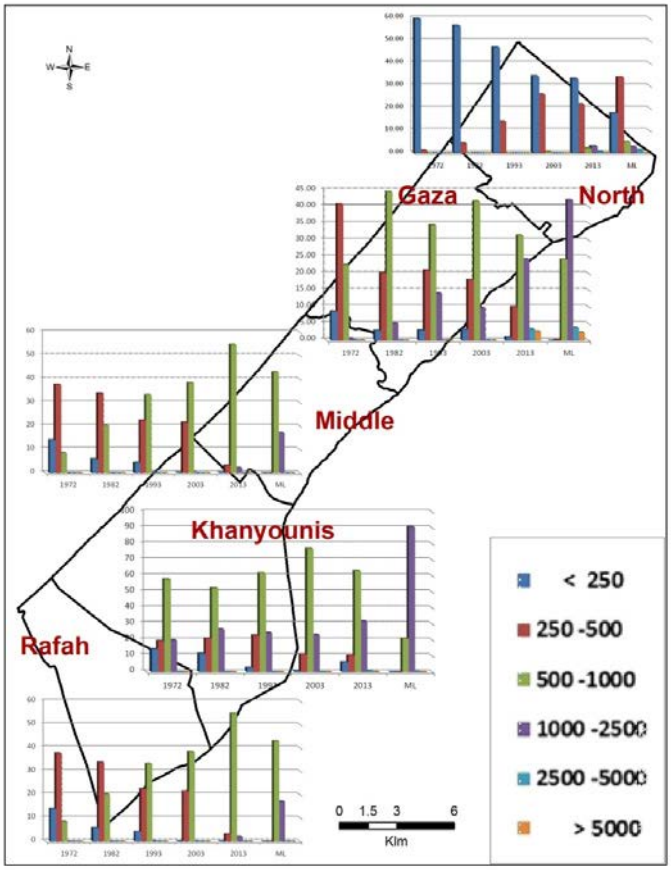


Figure 13. Increase in chloride concentration (mg/L) in each Governorate



5. Discussion and conclusion

Groundwater is an important source of fresh water in the Gaza Strip for domestic and irrigation use. Groundwater quality is influenced by geological formation and anthropogenic activities, e.g. changes in land use, urbanization, intensive irrigated agriculture, mining activities, disposal of untreated sewage in river, lack of rational management, etc. (Voudouris, 2009). Groundwater contamination may cause severe threaten on public health due to human activities.

During the analysis of chloride concentration in each well, we found some problems in some years, which changed suddenly due to many reasons, as the discharge rate, the rainfall weight per year; because at a given location the amount of infiltrating water depends on geomorphology, water conductivity of superficial rocks, air temperature, amount, duration and physical state of precipitation, and also vegetation and many other factor (Kovács et. al., 2012), in addition to the error of chloride analysis or readings or registering, and the changing the depth of well to get to brackish water. The urban areas suffered more than others as demonstrated in Figure 12, where the chloride concentrations increased clearly from the early year to the higher concentration rate in the late years. As mentioned before, Figure 6 illustrated the positive relationship with the increasing of urban areas in all cross sections. It was highlighted higher concentrations of chloride concentrations in urban areas in 2013 than in previous years in 1993 and 2002.The visual analysis of cross sections is based on the water data analysis profiles which describe how the chloride is increasing to continue everywhere in the Gaza Strip along the time series from 1972 to 2023.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figure 8 shows chloride expansion in the whole of the Gaza strip and the increase from early years to late years for 1972, 1982, 1990, 2002, 2013 and by 2023 in the three models. The trend of expansion from the west to the east due to the seawater intrusion is evident in all cross section as following:

Along the cross-section A-B chloride is above 250 mg/L. After 5,000 meters from point A near the Mediterranean Sea chloride increases to 2,500 mg/L and at a distance of 7,500 meters it reaches 7,500 mg/L in 2013 and 11,500 to 12,500 by the year 2023 which considers the center of the Gaza city. It decreases 1,500 -2000 mg/L at a distance of 10,000 meters at point B. The cross section D-C shows the area from the north at Biet Hanoun town (C) to the south at Rafah city (D). We noticed time series increased in chloride, while Biet Hanoun along time has the best water quality in the Gaza Strip, which will get chloride to reach 1100 mg/L by the year 2023.

The across section drawn from the transect E-F starts from the coast of the city of Gaza with highest population density at point E to get to around 11,000 mg/L at the coastal area. Chloride in the years from 1972 to 1993 was of around 1000mg/L along the cross section, which is an evidence of increase in 2013 and will get more increased by the year 2023.The cross section G-H intersects Alnusairat town at point G and H point at the east of the Gaza Strip. During the time series from 1972 to 2023, the chloride concentration increased with rate 150-200 mg/L per ten years. In the cross section K-L, there is evidence of an increase of chloride concentration at point K in the Almauasi area which is considered an agricultural land and a sensitive area near the Mediterranean Sea. The chloride concentration increases from K to L in the east during the time series from 1972 to 2023.

The cross section M-N intersects the Gaza Strip from the northern border at point M to the southern border at point N. Point M at the Biet Lahia has the best water quality in the Gaza Strip during the time series from 1972 to 2013, but the area that has the chloride concentration below 250 mg/L will be reduced by the year 2023.We noticed from the cross sections E-F, G-H, and K-L clearly, that water salinity moved toward the coastal zone eastwards. Hence, sea water intrusion has an effect on all areas; therefore, this will have an effect on the agricultural systems, and consequently many agricultures types and trees will change to others with salt tolerance to water salinity.

Multiple Linear regression is considered the best model in our study according to the Root Mean Square Error (RMSE), then the Forecasting model and then Linear regression in order of importance. When the stepwise method in Multiple Linear regression is used by SPSS, the wells are affected by all input variables at a different rate; the year has more effectiveness, around 45%, population 35 %, production 10 %, rainfall 10 % and water level 10%.

Figure 11, Table 2 and Table 3 show the probability trend of increases of salinity in most areas within the three used models that are very high, and the stability of three models is 149.6 Km2 (41.4 %), and the increased area of salinity is 121.1 Km2 (33.5 %).

In this study, one scenario of chloride concentration increase as an indicator of salinity by 2023 is presented. There is another scenario to be envisaged that is to create a big desalination plant in the Gaza Strip. The EU has invested EUR 10 million during this phase which, when fully operational, will produce 6,000 m^3 of potable water daily. This will provide over 75,000 Palestinians with safe drinking water approximately 35,000 people in Khanyounis and 40,000 people in Rafah, southern Gaza Strip. EU Commissioner Johannes Hahn announced an additional funding of EUR 10 Mil-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

lion for the second phase of the desalination plant to start in mid-June 2016, which is expected to be completed within 36 months. Then the plant will produce a total of 12,000 m^3 of safe drinkable water, each day (IMEMC, 2016). The annually increasing rate of the required water in the Gaza strip is 2,240,437 m^3 per year from 2016 to 2023. Hence the desalination plant will reduce the problem of drinking water. If the EU plant worked, it would produce 4,380,000 m^3 annually after 36 months.

This paper presents the analysis and modeling of chloride concentration in the ground water of the Gaza Strip using the historical data from 1972 to 2015.Three models are used for the estimation of chloride concentration by the year 2023 depending on the data from 1990 to 2013 based on the one past trend scenario.

The following conclusions were drawn from results and analysis of this research:

- Water salinity will increase in all areas in the Gaza Strip by the year 2023.
- The north governorate will keep only the fresh water that has a chloride concentration of less than 250 mg/L, which represents a percentage of 4.56% of the Gaza Strip area by the year 2023.
- Water salinity will cover the area 95% of the Gaza Strip that have an effect on the agricultural systems and salt tolerance of vegetables and trees to water salinity. In addition to the main reason of soil degradation that will have an effect on the soil capability and productivity
- The trend towards increases in salinity is very high in most areas within the three models such that the salinity level remains stable in 41.4 % of the area, and increases in 33.5 %

6. References

- Abuelaish, Basheer (2018):«Urban land use change analysis and modelling: a case study of the Gaza Strip». In: Camacho Olmedo, Maria Teresa; Paegelow, Martin; Mas, Jean-François and Escobar, Francisco J (Eds.) *Geomatic approaches for modeling land change scenarios.* Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, LNGC Series Editors: Cartwright, W., Gartner, G., Meng, L., Peterson, M.P. ISSN: 1863-2246. Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, New York. ISBN: 978-3-319-60800-6
- Abuelaish, Basheer and Camacho Olmedo, Maria Teresa (2016): «Scenario of land use and land cover change in the Gaza Strip using Remote Sensing and GIS models». Journal: Arabian Journal of Geosciences, http://dx.doi.org/10.1007/s12517-015-2292-7 .
- Al-Agha, Mohamed Ramadan (1995): «Environmental contamination of groundwater in the Gaza Strip». Environmental Geology Journal, Springer-Verlag, Geo 25: 109, doi:10.1007/BF0076786 6.
- Al Hallaq, Akram Hasan and Abu elaish, Basheer (2012): «Assessment of aquifer vulnerability to contamination in Khanyounis Governorate, Gaza Strip—Palestine using the DRASTIC model within GIS environment». Arabian Journal of Geosciences. 5:833–847, doi:10.1007/s12517-011-0284-9
- Baalousha, Husam (2011): «Mapping groundwater contamination risk using GIS and groundwater modelling. A case study from the Gaza Strip, Palestine». Arab J. Geosci, 4:483, doi:10.1007/s12517-010-0135-0
- Camm, Jeffrey D.; Cochran, James J.; Fry, Michael J.; Ohlmann, Jeffrey W. and Anderson, David R. (Eds.)(2015). *Essentials of Business Analytics.* 1th edition. Stanford, USA: Cengage Learning, ISBN-13: 978-1285187273.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI) (2016). ArcGIS for Desktop10.3, ESRI.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2009). *Advances in the assessment and monitoring of salinization and status of biosaline agriculture, Report of an expert consultation held in Dubai, United Arab Emirates, 26–29 November 2007*. World soil resources reports, ISBN: 978-92-5-106439-9, Rome, Italy: FAO.
- Fujita, Hamido; Selamat, Ali and Haron, Habibollah (Eds.) (2014). *New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques: Proceedings of the Thirteenth SoMeT_14*, Netherlands: IOSpress.
- Gilbert, Richard O. (Eds.) (1987). *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. ISBN 0-471-28878-7, New York: John Wiley & Sons, Inc.

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

- Greitzer, D and Dan, J. (1967). The effect of soil landscape and quaternary geology on the distribution of saline and fresh water aquifers in the coastal Plain of Israel, Water Planning for Israel«. Tel Aviv- Israel: Tahal Ltd.
- Hamad, Jehad; Eshtawi, Tamer; Abushaban, Almotasembellah. and Habboub Mohammed O. (2012): «Modeling the Impact of Land-Use Change on Water Budget of Gaza Strip». Journal of Water Resource and Protection, Vol.4 No.6, Article, ID:19892,9. DOI:10.4236/jwarp.2012.46036.
- International Middle East Media Center (IMEMC) (2016) Report of EU Commissioner Visits Seawater Gaza Desalination Plant, Funding Announced. http://imemc.org/article/eu-commissioner-visits-seawater-gaza-desalination-plant-funding-announced/ [retrieved: September 24, 2016]
- Kelly, Kimberley and Homer-Dixon, Thomas (1995): «Occasional Paper Project Environmental Scarcity and Violent Conflict: The Case of Gaza on Environment, Population and Security», Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science and the University of Toronto, https://homerdixon.com/environmental-scarcity-and-violent-conflict-the-case-of-gaza/ [retrieved: January 16, 2018].
- Kovács, József; Márkus, László; Szalai, József; Barcza, Márton; Bernáth1, György; Székely, Ilona Kovácsné and Halupka, Gábor (2012): «Water Quality Monitoring and Assessment, Exploring Potentially Hazardous». In: Voudouris, Kostas and Voutsa, Dimitra (Eds) *Areas for Water Quality Using Dynamic Factor Analysis*, ISBN 978-953-51-0486-5, pp.228-256, InTech Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia: InTech.
- Lu, George Y and Wong, David W (2008): «An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique».Computers and Geosciences, vol.34, issue 9, pp. 1044–1055, https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.07.010.
- Mather Paul M. and Koch Magaly (Eds.) (2011). *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction*. 4th edition, West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Microsoft Help website.https://support.office.com/en-us/article/FORECAST-function-50ca49c9-7b40-4892-94e4-7ad38bbeda99 ,[retrieved: November 23, 2016].
- Mogheir, Younis; Foul, Ahmad A; Abuhabib, Ahmad A and Mohammad, AbdulWahab (2013).): «Assessment of large scale brackish water desalination plants in the Gaza strip». Desalination Journal, volume 314, pp96–100.
- Montgomery, Douglas C.; Peck, Elizabeth A. and Vining, G. Geoffrey (Eds.)(2006). *Introduction to Linear Regression Analysis*. Fourth Edition. Hoboken. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Palestinian Central Bureau of Statistics (PCBS)(Eds.)(2013). *Statistical Yearbook of Palestine 2013*. No 14, Ramallah – Palestine: PCBS
- Palestinian Ministry of Agriculture (MOAg) (2013) Unpublished material and statistical data, Gaza.
- Palestinian Water Authority (PWA) (2001). Coastal aquifer management program: integrated aquifer management, 1. PWA, Gaza-Palestine.
- Peñalver, Enrique and Gaudant, Jean (2010) : «Limnic food web and salinity of the Upper Miocene Bicorbpalaeolake (eastern Spain)», Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Elsevier, Volume 297, Issues 3–4, Pages 683–696, http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.09.017
- PWA/USAID (2000). Summary of Palestinian hydrologic data 2000-volume2: Palestinian Water Authority (PWA), Gaza-Palestine
- Qahman, Khaled and Larabi, Abdelkader (2006): «Evaluation and numerical modeling of seawater intrusion in the Gaza aquifer (Palestine)», Hydrogeology Journal, Volume 14, Issue 5 , pp 713-728, DOI:10.1007/s10040-005-003-2
- Radford University, Geology of Virginia CD-Rom for web edition (2014). https://www.radford.edu/jtso/GeolVA-Home.html. [retrieved: January 16, 2018].
- Rawlings, John O; Pantula, Sastry G and Dickey, David A(Eds.)(1998). *Applied Regression Analysis: A Research Tool*. Second Edition, ISBN 0-387-98454-2, New York: Springer-Verlag.
- Schwarz, Carl James (2014). Chapter 19, In Course Notes for Beginning and Intermediate Statistics Available at http://www.stat.sfu.ca/~cschwarz/CourseNotes . [Retrieved: September 20, 2016].
- Seyam, Mohamed and Mogheir, Younis (2011).»Application of Artificial Neural Networks Model as Analytical Tool for Groundwater Salinity».Journal of Environmental Protection (JEP), 2, 56 -71, doi:10.4236/jep.2011.21006.
- Shepard, Donald (1968): «A two-dimensional interpolation for irregularly-spaced data». 23rd ACM National Conference, ACM'68, New York, USA, pp. 517–524,http://dx.doi.org/10.1145/800186.810616.
- The Israeli Information Center for Human Rights in the Occupied Territories (Btselem) (2014). Water crisis in Gaza Strip: Over 90% of water un-potable, http://www.btselem.org/gaza_strip/gaza_water_crisis [Retrieved: April 22, 2017].

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

- Tolosana-Delgado, Raimon; Egozcue Rubí, Juan José; Sánchez-Arcilla Conejo, Agustín and Gómez Aguar, Jesús Javier (2011): «Wave height data assimilation using non-stationary kriging». Computers & Geosciences,VOL.37, pp. 363–370.
- Vengosh, Avner; Spivack, Arthur J.; Artzi, Yohanan and Ayalon, Avner (1999): «Geochemical and boron, strontium, and oxygen isotopic constraints on the origin of the salinity in groundwater from the Mediterranean coast of Israel». Water Resources Research,VOL. 35, No. 6, pp. 1877-1894.
- Voudouris, Konstantinos (2009): «Assessing Groundwater Pollution Risk in Sarigkiol Basin, NW Greece». In: Gallo, Mattia N and Herrari, Marco H (Eds) River Pollution Research Progress. Chapter 7, ISBN 978-1-60456-643-7, Nova Science Publishers Inc. pp. 265-281.
- World Health Organization (WHO) (2003). *Chloride in Drinking-water, Background: document for development WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: WHO.
- Zhao, Junsheng; Ren, Wei; Zhi, Daying; Wang, Lin and Xia, Guangmin (2007): «Arabidopsis DREB1A/CBF3 bestowed transgenic tall rescue increased tolerance to drought stress». Plant Cell Reports, Volume 26, Issue 9, pp.1521–1528. DOI:10.1007/s00299-007-0362-3

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5950

Análisis de metapoblaciones de aves acuáticas en La Mancha Húmeda: importancia de la disponibilidad de humedales

Gema Sánchez Emeterio[1] ✉ | Rafael Ubaldo Gosálvez Rey[2]
Máximo Florín Beltrán[3]

Recibido: 30/04/2017 | Aceptado: 18/09/2017

Resumen

La Mancha Húmeda aúna una superficie, densidad y diversidad de humedales únicas en la Península Ibérica, y poblaciones de aves acuáticas abundantes y diversas. Pese a la degradación y/o amenazas sobre sus humedales y poblaciones, la gestión se concentra en pocos enclaves. La hipótesis de este trabajo es que es el complejo, y no humedales individuales, es lo que atrae y mantiene esta biodiversidad. Para contrastarla, se aplica el modelo de metapoblaciones de Levins a 10 especies de distintos grupos funcionales en 10 humedales representativos a lo largo de cuatro ciclos hidrológicos, uno de ellos muy húmedo. Al analizar la variación de número de individuos censados, tasas de colonización y extinción, proporción de hábitats ocupados y disponibilidad de hábitat se observó que: 1. El método se ha validado frente a la dinámica de poblaciones invernantes y estivales. 2. Algunas especies muestran una estrategia metapoblacional clásica en el periodo de estudio. 3. La pérdida de hábitats puede suponer un riesgo alto de disminución del tamaño de las poblaciones de algunas especies. Se concluye que la supervivencia de muchas especies depende del mantenimiento del funcionamiento asincrónico de los humedales, para lo cual es necesaria una gestión a nivel de red de humedales.

Palabras clave: Ave; humedales; metapoblación; Mancha Húmeda.

Abstract

Analysis of waterbirds metapopulations in La Mancha Húmeda: availability of wetlands importance

La Mancha Húmeda combines a surface, density and diversity of wetlands unique in the Iberian Peninsula, so as abundant and diverse waterfowl. Despite degradation and/or threats to wetlands and populations, management is concentrated in a few sites. Our hypothesis is that it is the complex, and not individual wetlands, which attracts and maintains this biodiversity. To contrast it, Levins' model of metapopulations is applied to 10 species of different functional groups and 10 representative wetlands along four hydrological cycles, one of them very humid. When analyzing the variation in the counts of birds, colonization and extinction rates, proportion of occupied habitats and habitat availability, it was observed that: 1. The method has been validated against

1. Universidad de Castilla-La Mancha. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. gema.sanchez@uclm.es
2. Universidad de Castilla-La Mancha. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. rafaelu.gosalvez@uclm.es
3. Universidad de Castilla-La Mancha. Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética. maximo.florin@uclm.es

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

the dynamics of wintering and summer populations. 2. Some species show a classical metapopulation strategy in the study period. 3. Loss of habitats may mean a high risk of decline in the populations of some species. It is concluded that the survival of many species depends on the maintenance of the asynchronous functioning of the wetlands, for which management at the wetland network level is necessary.

Key words: Bird; wetlands; metapopulation; Mancha Húmeda.

Résumé

L'analyse de métapopulations d'oiseaux aquatiques dans la Mancha Húmeda: importance de la disponibilité des zones humides

La Mancha Húmeda combine une surface, densité et diversité des zones humides unique dans la péninsule ibérique, ainsi comme populations d'oiseaux aquatiques aussi abondantes et diversifiées. Malgré la dégradation et/ou les menaces pour zones humides et populations, la gestion s'est concentrée dans quelques sites. Notre hypothèse est que c'est le complexe, en lieu des zones humides individuelles, qui maintient et attire cette biodiversité. Pour la contraster, on applique le modèle de metapopulations de Levins à 10 espèces de différents groupes fonctionnels et 10 zones humides représentatifs pendant quatre cycles hydrologiques, l'un d'entre eux très humide. En analysant la variation du nombre d'individus comptés, les taux de colonisation et d'extinction, la proportion des habitats occupés et la disponibilité de l'habitat, on a observé que: 1. La méthode a été validée par rapport à la dynamique des populations hivernantes et d'été. 2. Certaines espèces montrent une stratégie de métapopulation classique pendant le période d'étude. 3. La perte d'habitat peut présenter un risque élevé de diminuer la taille de certaines populations. Nous concluons que la survie de nombreuses espèces dépend du maintien de l'opération asynchrone des zones humides, pour lesquelles c'est nécessaire une gestion au niveau du réseau des zones humides.

Mots clés: Oiseau; zones humides; metapopulation; Mancha Húmeda.

1. Introducción

Entre los organismos asentados en los humedales, las aves acuáticas constituyen un grupo de especies muy vulnerables (Bennun, 2001), por lo que evaluar los cambios de sus poblaciones y el uso de los diferentes enclaves es determinante para una buena gestión de las aves (Gibbs, 2000). El concepto de gestión de aves acuáticas considerando cómo aprovechan muchos humedales a lo largo de su ciclo biológico no es ajeno a los gestores de humedales, pero la mayoría de los esfuerzos todavía ponen el foco en la conservación de sitios individuales estratégicamente ubicados en las vías migratorias, más que en las redes de humedales que las sustentan (Haig *et al.*, 1998).

La atención preferente a la protección de espacios individuales, que fomenta su gestión separada, hace más vulnerable a los humedales ante eventuales crisis como la intensificación agrícola (Florín y Montes, 1999; Chamberlain y Fuller, 2000; Siriwardena *et al*, 2001) y el desarrollo urbano (Reed *et al.*, 1997). A su vez, las actividades humanas han modificado ampliamente muchos de los complejos de humedales a través de la pérdida de hábitats, provocando un aumento de la distancia entre fragmentos (humedales) (Hollis, 1992). Esta pérdida de hábitats, más que la de alimento, parece ser la responsable del declive de algunas poblaciones de aves acuáticas (Green,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

1996), contribuyendo también a que poblaciones que antes estaban más en contacto tiendan a distanciarse (Sinclair *et al*., 2006).

En un paisaje fragmentado, como el de La Mancha Húmeda, el funcionamiento hidrológico asincrónico que regula la disponibilidad de hábitats adecuados puede suponer la ampliación de la pervivencia de alguna población local, al disponer de hábitats alternativos cuando el «óptimo» no está disponible (Gonçalves *et al*., 2016). En este sentido, la superficie de los humedales no puede ser solo un criterio aislado a tener en cuenta. Tampoco el tamaño del complejo de los humedales, pues humedales pequeños y aislados pueden jugar un papel clave, por ejemplo, como lugares de descanso en la migración para algunas especies como el correlimos pectoral *Calidris melanotos* (Farmer y Parent, 1997). Por consiguiente, conocer la estructura espacial de las poblaciones locales no es solo de interés conceptual, sino que es un elemento crucial en la planificación para la conservación de las especies que viven en hábitats fragmentados (Lande y Barrowclough, 1987).

En España fue Margalef (1987) quien sentó las bases epistemológicas de la conservación y de la gestión de los humedales como sistemas fluctuantes, cuya diversidad de funcionamiento hidrológico es aprovechada por especies que van de unas localidades a otras, usándolas de forma alternativa, lo que en La Mancha Húmeda se cumple en varias especies de limícolas (Gonçalves *et al*., 2016).

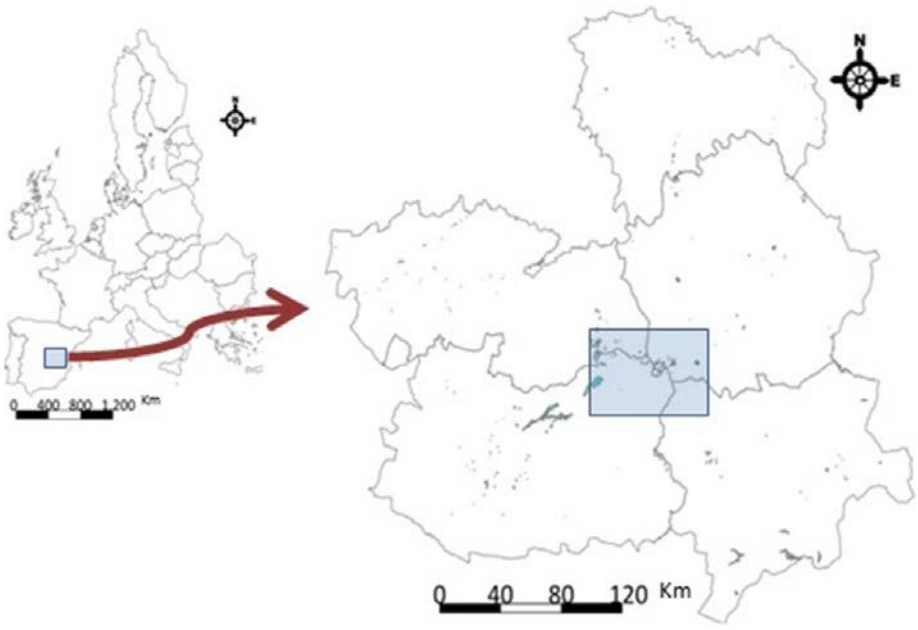
En este trabajo se tiene en cuenta que el tamaño de los humedales, o de los complejos, no pueden ser criterios aislados de gestión para estudiar la forma en la que las aves usan los humedales, por lo que la aproximación metapoblacional puede ser adecuada en este caso. Así, una metapoblación sería una agrupación de poblaciones locales que están conectadas entre sí por desplazamientos cortos, y cuya persistencia temporal está determinada por los procesos de colonización y extinción locales (Levins, 1970; Gilpin y Hasnki, 1991). Según esta teoría, cada una de las poblaciones locales habita espacios que pueden ser definidos como sitios, parches o fragmentos y que en nuestro caso de estudio corresponden con humedales.

Para el análisis de la dinámica de las poblaciones de aves se seleccionan especies representantes de varios grupos funcionales o gremios, que agrupan los taxones con atributos funcionales (morfológicos, fisiológicos, conductuales o de historia de vida) semejantes y que desempeñan papeles ecológicos equivalentes (Chapin III *et al*., 2002). El estudio de estos grupos funcionales vincula el análisis de la biodiversidad con el de las comunidades bióticas y de los ecosistemas (Martínez, 2008). Además, la similitud de la utilización de los hábitats por las especies de distintos gremios puede servir de base para abordar la gestión también desde el punto de vista de los gremios, contrariamente a la gestión de especies individuales, como concluyen Torrence y Butler (2006), en su estudio sobre los gremios de aves acuáticas de humedales. De este modo, los resultados obtenidos para estas especies pueden ser de aplicación en la conservación de grupos con similares características.

El área de estudio de este trabajo se encuadra dentro de la Reserva de la Biosfera de La Mancha Húmeda, situada en la Cuenca Alta del Guadiana (mapa 1). Se trata de una región que cuenta con más de 100 humedales en un territorio de unas 418.000 hectáreas (García del Castillo *et al*, 2011), con un clima mediterráneo continental semiárido (Yustres *et al*, 2013), una red de drenaje poco definida y siendo la agricultura uno de los principales usos de suelo. Estas características marcarán fuertemente la disponibilidad de agua, y con ello la presencia o ausencia de las aves que potencialmente podrían habitar los humedales.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Mapa 1: Localización del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

La Mancha Húmeda constituye la principal red de lagunas de interior de la Península Ibérica donde poblaciones de aves acuáticas con prioridad de conservación a nivel europeo, nidifican e invernan, constituyendo un «punto caliente» (hotspot) en la conservación de la biodiversidad (Gosálvez *et al.*, 2012). Sus humedales son atractivos para las aves debido a la gran diversidad de hábitats disponibles, al ser estos muy numerosos y de gran variabilidad (Florín y Montes, 1999) como resultado de la irregularidad estacional e interanual de las precipitaciones (Sampedro y del Moral, 2014). Durante el periodo de estudio, cuatro años hidrológicos entre octubre de 2006 y octubre de 2010, esta variabilidad se ha visto incrementada por una tormenta de tipo supercélula en 2007, que ocasionó una fuerte perturbación hidrológica y ecológica. De los 10 humedales analizados; Alcahozo, Camino de Villafranca, Manjavacas, Mermejuela, Pajares, Pedro Muñoz, Quero, Salicor, Veguilla y Yeguas, especialmente afectó a las lagunas de Camino de Villafranca, Veguilla, Yeguas, Quero y Salicor (Gosálvez *et al.*, 2012).

El primer objetivo de este trabajo es conocer la ocurrencia de las aves en los humedales de La Mancha mediante censos mensuales y seleccionar algunos taxones de referencia, atendiendo a una clasificación basada en gremios, para caracterizar las estructuras y dinámicas de sus metapoblaciones en la zona de estudio.

Además, se analiza la estructura y dinámica metapoblacional de 10 especies de aves acuáticas en los diez humedales seleccionados en el periodo temporal considerado para contribuir a su gestión y mejora.

La hipótesis de la que se parte es que las aves de los humedales de La Mancha Húmeda se estructuran como un conjunto de poblaciones entre las que se establecen interrelaciones, funcionando bajo el concepto de metapoblación y estas interrelaciones están condicionadas, principalmente, por la disponibilidad de agua.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Por último, se verifica si la dinámica de las aves está marcada por un funcionamiento asincrónico de la disponibilidad de distintos hábitats en los humedales y si la pérdida de hábitats podría afectar a la extinción de cada especie analizada en la zona de estudio.

2. Metodología

2.1. La selección de humedales

La selección de humedales con los que realizar el estudio parte de la clasificación propuesta por Sánchez (2015), basada en parámetros físicos, hidroquímicos y tróficos. Los criterios de esta selección fueron su importancia y diversidad dentro del conjunto de las lagunas de Castilla-La Mancha eligiéndose aquellos que presentaban distinto grado de variabilidad ecológica, teniendo en cuenta también criterios de accesibilidad y cercanía relativa. Aunque algunos de los humedales están encuadrados bajo una misma categoría, presentan una alta diversidad de hábitats, lo que supone la presencia de una gran riqueza de especies acuáticas. Se considera que la elección de estos 10 sitios en el periodo estudiado proporciona estimaciones conservadoras de la existencia de metapoblaciones.

2.2. La selección de especies

Ante la dificultad de trabajar la dinámica metapoblacional con todas las especies censadas en las lagunas de la Mancha Húmeda, se han seleccionado solo 10 atendiendo a una serie de criterios. En primer lugar, se descartaron las especies que aparecían de forma puntual, siguiendo a Fouler y Cohen (1999). Además, se ha procurado que las especies seleccionadas representen la variedad de grupos funcionales existente, entendiendo éstos como el conjunto de especies que explotan de manera similar los recursos (Root, 1967). Dicha perspectiva es considerada relevante en este tipo de análisis por numerosos autores (Poysa, 1995; Najam, 2004 o Torrence y Butler, 2006). Se ha trabajado siguiendo la clasificación taxofuncional basada en gremios de aves acuáticas establecida por Gosálvez (2011), según la cual en lagunas someras las aves se organizan en 9 tipos gremiales definidos, entre otros aspectos, en función de la posición teórica que ocuparían en el humedal desde el centro a la orilla externa de la lámina de agua: buceadores (tipo 1), nadadores (tipo 2), zancudas (tipo 3), limícolas vadeadores (tipo 4), limícolas táctiles (tipo 5), limícolas visuales (tipo 6), aves de marjal (tipo 7), aves forrajeras (tipo 8) y predadores aéreos (tipo 9).

Finalmente, se han establecido tres grupos, en función de las estrategias de utilización de los humedales, y se han seleccionado las especies más representativas de cada grupo, intentando que hubiese equilibrio entre la representatividad de los gremios. En caso de duda, la elección se ha decantado por especies especialistas frente a los taxones más generalistas.

2.3. Desarrollo metodológico del análisis metapoblacional

La toma de datos de aves en campo se realizó mediante un censo de las poblaciones de aves presentes en cada una de las lagunas incluidas en el seguimiento, proporcionando cifras absolutas cuya fiabilidad se fundamenta en el gregarismo y relativa estabilidad en el espacio de las aves acuáticas (Bernis, 1972; Tellería, 1986). Las técnicas utilizadas se basan en sesiones de observación con periodicidad mensual, entre el mes de octubre de 2006 y el mes de octubre de 2010.

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

En la teoría metapoblacional, las variables de tamaño y aislamiento/conexión de los hábitats y, por tanto, de las poblaciones que en ellos aparecen, son clave para caracterizar las estructuras existentes en la red que pretende analizarse. Por ello, se ha considerado el tamaño de los fragmentos, a través de la medición de su área, y el aislamiento de los mismos, mediante el análisis de las distancias existentes entre todos los humedales, con la finalidad de establecer la clasificación de los distintos tipos de estructura metapoblacionales de la red, de acuerdo con Stith *et al*., (1996), es decir, i) a mayor aislamiento de las poblaciones, menores tasas de colonización, y ii) cuando el tamaño de la población es grande la tasa de extinción decrece. El aislamiento entre poblaciones se ha analizado midiendo el grado de proximidad o vecindad de los fragmentos siguiendo la propuesta de Gosálvez (2011). Este análisis, que informa sobre el aislamiento o conectividad de las lagunas, se ha realizado dado que una de las principales consideraciones de la teoría metapoblacional es que cuanto mayor conectividad haya entre las poblaciones o fragmentos de hábitats, mayores serán las tasas de recepción de inmigrantes (Hanski, 1999) y, por tanto, también las de colonización. Si por el contrario los fragmentos están muy aislados, puede incluso impedirse la recolonización (Hanski, 1997).

El aislamiento de los fragmentos se ha estimado a partir del grado de vecindad, utilizando la herramienta para el cálculo de proximidad de distancia entre puntos empleando la versión 10.1 de ArcMap. Siguiendo a Gosálvez (2011), se ha utilizado el coeficiente R (Clark y Evans, 1954) para el cálculo del grado de vecindad entre lagunas, estimando el patrón de dispersión espacial que pone en relación la distribución real (dr) y la distribución teórica (dt), basado en la medición de cada individuo con su vecino más cercano (ver fórmula [1]).

$$[1]\ R = d\,r / d\,t$$

Donde *R* es el índice de dispersión; *dr* es la media observada de las distancias al vecino más próximo y *dt* es la media esperada de distancias.

La variable utilizada para representar el tamaño del humedal ha sido la superficie de la cubeta.

Además, se han analizado las relaciones existentes entre el tamaño poblacional de las especies y la superficie del humedal en el que se encuentran, puesto que se entiende que la tendencia de especies de un grupo taxonómico aumenta cuando lo hace el área del humedal (MacArthur y Wilson, 1963), condicionando así la pervivencia de las poblaciones, dado que fragmentos mayores de manera general tienden a presentar una mayor heterogeneidad ambiental que los pequeños (Hanski *et al.,* 2004).

De este modo, conviene tener en cuenta que los individuos, a la hora de dispersarse, consideran más importantes los fragmentos de hábitat de mayor tamaño de cara a su colonización (Hanski, 1999) pues el tamaño de los mismos se ha relacionado con la extinción local de las especies de aves en los humedales, de la misma manera que la colonización lo está con la conectividad.

Para el análisis de la dinámica metapoblacional se ha usado el modelo de Levins (1969) revisado y modificado siguiendo a Gyllenberg *et al.,* (1997). Se ha aplicado para cada una de las especies seleccionadas de forma independiente, estimando la fracción de sitios estudiados que, durante el periodo de estudio, ha estado ocupada por estas poblaciones. Este modelo metapoblacional se distingue de los modelos simples de dinámicas poblacionales en que analiza la persistencia de una especie en un conjunto de sitios; lo que dependerá, según Levins (1969), de las tasas de extinción (entendidas como desocupación de fragmentos de hábitats) y colonización (en este caso

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

la ocupación de fragmentos) en sitios que potencialmente pueden ser hábitats de las poblaciones locales de esa región (fórmula [2]). Siguiendo a Gosálvez (2011), se ha considerado colonización cuando se ha detectado la presencia de la especie en un hábitat donde antes estaba ausente durante dos meses consecutivos, y extinción cuando se produce la ausencia de una especie durante dos meses en una laguna que antes estaba ocupada.

$$[2]\ \Delta p/\Delta t = c \cdot p\ (1 - p) - e\ p$$

Δp/Δt representa el crecimiento o dinámica metapoblacional según el modelo de Levins, es decir, la fracción de fragmentos de hábitats (lagunas) ocupadas por las poblaciones locales en el tiempo; *c* es la probabilidad de colonización; *p* es la proporción de sitios ocupados; *1-p* es la proporción de sitios vacíos y *e* es la probabilidad de extinción.

Un resultado igual a 0 en la ecuación [2] equivale a equilibrio metapoblacional, un valor negativo representa la pérdida de fragmentos ocupados y supondría un proceso de extinción, mientras que valores positivos supondrían procesos de colonización, al ocupar fragmentos que antes estaban vacíos.

Hay que recordar que la ausencia de trazas metapoblacionales para una especie en los 10 humedales estudiados no permite descartar la presencia de una metapoblación de la misma en la Mancha Húmeda y/o comarcas palustres conectadas con las misma.

Por otro lado, se ha calculado con el mismo modelo la viabilidad de la población en este territorio, según la proporción de fragmentos ocupados necesarios para mantener el equilibrio de la población (fórmula [3]).

$$[3]\ Peq = 1 - (e/c)$$

Peq es la proporción en equilibrio de parcelas ocupadas; *c* es la probabilidad colonización y *e* la probabilidad de extinción.

Para que exista equilibrio no puede haber valores negativos, puesto que la probabilidad de extinción no puede superar a la de colonización.

Por último, se ha modelizado lo que ocurriría ante el efecto de pérdida de hábitats. Dado que la mayor amenaza para la supervivencia de especies a nivel global es la pérdida de hábitats adecuados (Barbault y Sastrapradja, 1995), se ha añadido al modelo un término que permite simular lo que ocurriría ante la pérdida de hábitats disponibles. Para ello, se ha introducido la variable H, que refleja la proporción de sitios destruida, en la fórmula del cálculo metapoblacional inicial, resultando de la siguiente forma:

$$[4]\ \Delta pH/\Delta t = c\ p\ (1-H-p) - e\ p$$

Si la variable H se incrementase notablemente en una especie en equilibrio, esta no persistiría. En este trabajo, se ha propuesto un escenario con una pérdida del 20% de los sitios (lagunas) sobre la proporción en equilibrio de los fragmentos ocupados.

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

3. Resultados

3.1. Humedales de estudio

Se han seleccionado 10 humedales en los que llevar a cabo este trabajo cuyas superficies varían entre 9 y 230 ha (cuadro 1).

Cuadro 1: Humedales de estudio.

Lagunas	UTM-X	UTM-Y	Área (ha)
Alcahozo	510580	4360087	70
Camino de Villafranca	477863	4362699	140
Manjavacas	511712	4362992	230
Mermejuela	488158	4376577	9
Pajares	482271	4367255	22
Pedro Muñoz	504685	4365561	36
Quero	477649	4372030	78
Salicor	484695	4368329	57
Veguilla	479225	4360627	136
Yeguas	475651	4363026	66

Fuente: Elaboración propia

3.2. Especies de referencia

El establecimiento del grupo de especies raras ha mostrado como *Rallus acuaticus, Fulica cristata, Pluvialis apricaria, Numenius arquata, Numenius phaelopus, Larus cachinnans y Sterna hirundo* tienen una presencia muy puntual en los humedales de estudio.

Con las demás especies de aves censadas se ha establecido otra clasificación para seleccionar algunas de referencia (ver cuadro 2); diferenciándose tres grupos en función de sus estrategias temporales dentro de cada uno de los gremios. El grupo 1 acoge especies cuyas poblaciones predominan en la zona de estudio en los meses de primavera y verano (fenología estival). El grupo 2 está compuesto principalmente de especies que aunque pueden estar presentes todo el año e incluso tener poblaciones reproductoras, su fenología principal es invernante. Y el grupo 3 reúne esencialmente especies sedentarias.

De esta clasificación se desprende que la mayoría de las aves con presencia temporal en las lagunas manchegas pertenecen al gremio 2 (esencialmente nadadores). Además, las estrategias temporales de la mayoría de estas aves se sitúan en el grupo 2, con 21 especies frente a las 17 de la estrategia 1 o las 14 de la estrategia 3. Dentro del grupo (estrategia) 2 predominan especies que requieren alto nivel de agua, vegetación sumergida y pequeños invertebrados acuáticos y acoge además dos especies reproductoras. En la estrategia 1 se han considerado al menos cuatro especies propias de ambientes salinos, dos itinerantes de pasos migratorios (*Anas crecca* y *Anas penelope*) y un predador aéreo (*Circus aeruginosus*). La elección final de las especies de referencia dentro de cada gremio se muestra destacada, con letra negrita, en el cuadro 2.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 2. Clasificación gremial y agrupación de estrategias de las especies de aves acuáticas de las lagunas de estudio

Gremio 1 (Buceadores)	Gremio 2 (Nadadores)	Gremio 3 (Zancudos)	Gremio 4 (l. vadeadores)
Tachybaptus ruficollis	***Anas clypeata***	*Ciconia ciconia*	
	Anas crecca		
	Anas penelope		
	Larus fuscus		
	Larus cachinnnans		
	Anas acuta		
Podiceps cristatus	*Anas querquedula*	*Egreta garceta*	***Recurvirostra avosetta***
Podiceps nigricollis	*Larus melanocephalus*	*Bubulcus ibis*	*Himantopus himantopus*
Aythia ferina	*Larus ridibundos*		*Limosa limosa*
Oxyura leucocephala	*Anas strepera*		
Fullica atra	***Tadorna tadorna***	*Ardea cinerea*	
Netta rufina	*Anas platyrhynchos*	***Phoenicopterus roseus***	

Gremio 5 (l. táctiles)	Gremio 6 (l. visuales)	Gremio 8 (Forrajeras)	Gremio 9 (Predadores aéreos)
	Calidris alpina	***Anser Anser***	*Circus cynaeus*
	Calidris minuta	*Grus grus*	
	Actitis hypoleucos		
	Calidris canutus		
Charadrius dubius	*Tringa ochropus*		***Gelochelidon nilotica***
Charadrius hiaticula	*Tringa totanus*		*Chlidonia hybridus*
			Circus aeroginosus
			Chlidonia niger
Arenaria interpres	*Philomachus pugnax*		
Charadrius alexandrinus	*Calidris ferruginea*	*Vanellus vanellus*	
	Gallinago gallinago		

Gremio 7 (De marjal)	
Gallinula chloropus	

Estrategia 1
Estrategia 2
Estrategia 3

En negrita aparecen las especies seleccionadas para su estudio en detalle.

Fuente: Elaboración propia. Basada en la clasificación taxo-funcional de Gosálvez (2011)

3.3. Estructura metapoblacional: el papel del tamaño y la conectividad de fragmentos

Las poblaciones de *Podiceps nigricollis*, *Oxyura leucocephala* y *Gelochelidon nilotica* en las lagunas estudiadas mantienen un muy bajo coeficiente de correlación con el tamaño del humedal, variando el coeficiente de determinación R^2 obtenido para la relación área-especie entre 0,06-0,19 (gráfico1). En consecuencia, las lagunas con mayor área no son las que albergan a las mayores poblaciones de estas especies, por lo que debe existir un factor de control relacionado con la calidad del fragmento. En el caso de *Podiceps nigricollis* y *Gelochelidon nilotica* una laguna de tamaño medio, Salicor, ha sido la que ha concentrado el mayor número promedio de individuos de ambas especies; mientras que en el caso de *Oxyura leucocephala* ha sido determinante la ausencia en lagunas de tamaño medio-alto, como las de Alcahozo o Yegüas, cuyas características ambientales (profundidad muy somera, sin vegetación helofítica y aguas hipersalinas) no son propicias para la especie.

Las poblaciones de *Anser anser* y *Netta rufina* en las lagunas analizadas mantienen una proporción intermedia en relación al tamaño del humedal, siendo el coeficiente de determinación R^2 obtenido para la relación área-especie de 0,42 y 0,45 respectivamente (gráfico 1). Aunque el mayor número promedio de individuos para las dos especies sí que se ha localizado en las lagunas con mayor tamaño como Manjavacas y Veguilla, esta tendencia no se ha dado en lagunas de tamaño medio como Salicor y Pajares, lagunas también muy someras, temporales y salinas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Las poblaciones del resto de especies consideradas (*Anas clypeata*, *Tadorna tadorna*, *Phoenicopterus roseus*, *Recurvirostra avosetta* y *Charadrius alexandrinus*) indican una fuerte relación entre el tamaño poblacional y el tamaño de las lagunas, variando los coeficientes de determinación R^2 obtenidos para la relación área-especie entre 0,57 (*Recurvirostra avosseta*) -0,90 (*Tadorna tadorna*) (gráfico 1). Las mayores poblaciones en todas estas especies se han registrado en las lagunas más grandes de la zona de estudio (Manjavacas, Camino de Villafranca y La Veguilla), mientras que las lagunas más pequeñas son las que han albergado un menor número de individuos de estas especies.

En relación con el grado de aislamiento o conectividad espacial entre lagunas, seis especies han aparecido en todas las lagunas sometidas a seguimiento, una ha sido observada en 9 de las 10 lagunas (*Podiceps nigricollis*) y otras tres presentan una distribución en las que aparecen entre 3 (*Anser anser*) y 7 (*Oxyura leucocephala* y *Netta rufina*) de las lagunas estudiadas. La relación de vecindad (R) entre las lagunas habitadas por cada especie varía entre 0,8 y 1,6 (cuadro 3). Las distancias reales promedios entre las lagunas más próximas varía entre 4244-4674 m para todas las especies, salvo la excepción de *Anser anser* que es de 13210 m. Algo similar sucede con la distribución teórica esperada para las mismas en base al área de estudio, pues ha variado entre 4628 y 5971 m, siendo de nuevo *Anser anser* la que presenta una distribución esperada mayor, con 8445 m. Para la mayor parte de las especies, las lagunas que están más cerca son la de Camino de Villafranca y Veguilla, mientras que las mayores distancias entre lagunas son las medidas entre las lagunas de Yeguas y Alcahozo (36 km). Todo ello nos lleva a concluir que todas las especies analizadas presentan una distribución espacial aleatoria en el área de estudio y que están bien interconectadas.

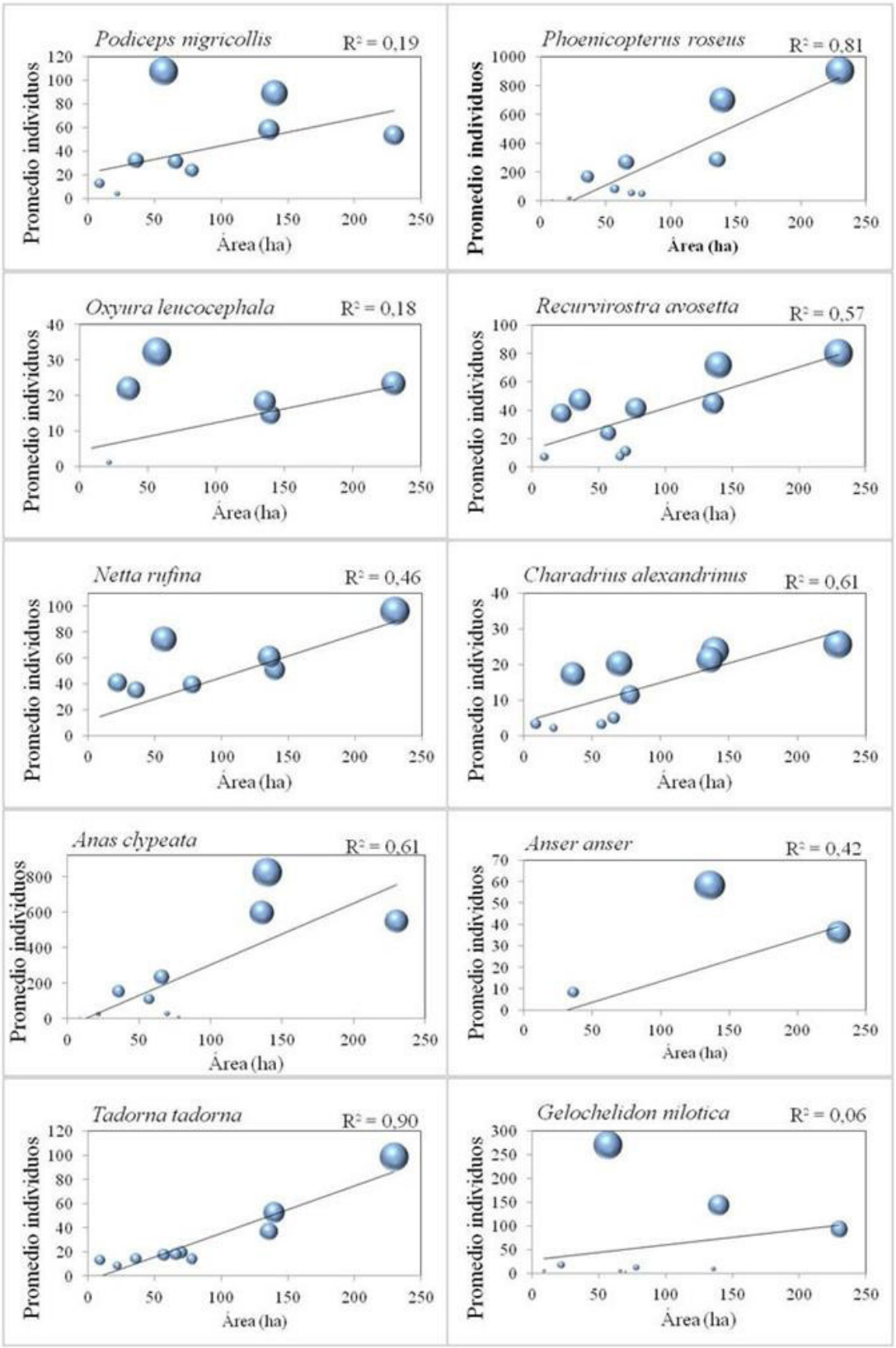
Siguiendo la clasificación de estructuras metapoblacionales propuesta por Stith *et al.*, (1996) y Harrison y Tailor (1997) la mayor parte de las especies estudiadas en las lagunas de La Mancha presentan una estructura metapoblacional predominante de tipo clásica, ya que esas especies se distribuyen en fragmentos que son capaces de soportar distintas poblaciones, con abundancias que no son altas y en las que no hay una sola población tan grande como para asegurar la pervivencia a largo plazo de toda la metapoblación.

Por otra parte, los fragmentos no están lo suficientemente aislados como para evitar recolonizaciones y, además, hay que tener en cuenta la capacidad de desplazamiento y dispersión de las especies de aves consideradas lo que garantiza la interconexión regular de individuos entre los distintos fragmentos. Otro hecho a destacar es que no todos los sitios están ocupados continuamente, funcionando las dinámicas locales de manera asincrónica puesto que cada año se producen colonizaciones y extinciones.

Solo una especie no cumple los criterios de las estructuras metapoblacionales clásicas, *Anser anser* que se comporta en las lagunas estudiadas, como una metapoblación continente-isla, debido a que se distribuye en muy pocos parches, dos principalmente (La Veguilla y Manjavacas), que son además de los más grandes y se comportan como fuentes y entre las que el grado de proximidad permiten que se reciban colonizadores de ambas poblaciones. *Tadorna tadorna* es otra especie que a veces se comporta como una metapoblación de tipo continente-isla.

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

Gráfico 1. Relación de las especies seleccionadas con el tamaño del humedal



Fuente: Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

3.4. Dinámica metapoblacional y simulación de un escenario de un 20% de pérdida de fragmentos

La dinámica metapoblacional de la mayoría de las especies es positiva, independientemente de sus estatus fenológicos, lo que significa que dominan los procesos de colonización sobre los de extinción, o que éstos son de mayor intensidad (gráfico 2), en consonancia con el carácter estacional de la mayor parte de las lagunas estudiadas. Dos especies, *Anser anser* y *Recurvirostra avosetta* presentan en la actualidad dinámicas metapoblacionales negativas, mientras que la única con una dinámica en equilibrio es *Podiceps nigricollis*. Cuatro especies (*Podiceps nigricollis*, *Oxyura leucocephala*, *Phoenicopterus roseus* y *Netta rufina*) alcanzan sus tamaños poblacionales máximos en el periodo reproductor, otras tres lo alcanzan en invierno (*Anser anser*, *Tadorna tadorna* y *Anas clypeata*) y tres de ellas en pasos migratorios (*Gelochelidon nilotica*, *Recurvirostra avosetta* y *Charadrius alexandrinus*), de acuerdo con el estatus fenológico de todas estas especies.

Por otro lado, el tamaño y la dinámica metapoblacional ha sido bastante variable en cada especie, por lo que pasamos a analizarlos a continuación especie a especie

Cuadro 3. Resumen de las dinámicas poblacionales de las especies de aves seleccionadas

Especie	Estructura metapoblación			Dinámica metapoblación				T	O	Riesgo Extinción
	R^2	R	Tipo	CO	EX	EQ	Resultado			
Podiceps nigricollis	0,19	1	Clásica	15	15	13	Estable	1-8	9	Medio
Oxyura leucocephala	0,18	0,8	Clásica	12	7	11	Positiva	1-4	6	Bajo
Netta rufina	0,45	0,8	Clásica	14	12	13	Positiva	1-6	7	Bajo
Anas clypeata	0,61	0,9	Clásica	19	18	17	Positiva	1-7	10	Medio
Tadorna tadorna	0,90	0,9	Clásica /Continente isla	24	23	18	Regresiva	1-9	10	Alto
Phoenicopterus roseus	0,81	0,9	Clásica	20	20	16	Estable	1-8	10	Alto
Recurvirostra avosetta	0,57	0,9	Clásica	19	20	14	Regresiva	1-8	10	Alto
Charadrius alexandrinus	0,61	0,9	Clásica	15	14	12	Positiva	1-4	10	Bajo
Anser anser	0,42	1,6	Continente	4	7	4	Regresiva	1-2	3	Medio
Gelochelidon nilotica	0,06	0,9	Clásica	9	8	9	Positiva	1-7	9	Medio

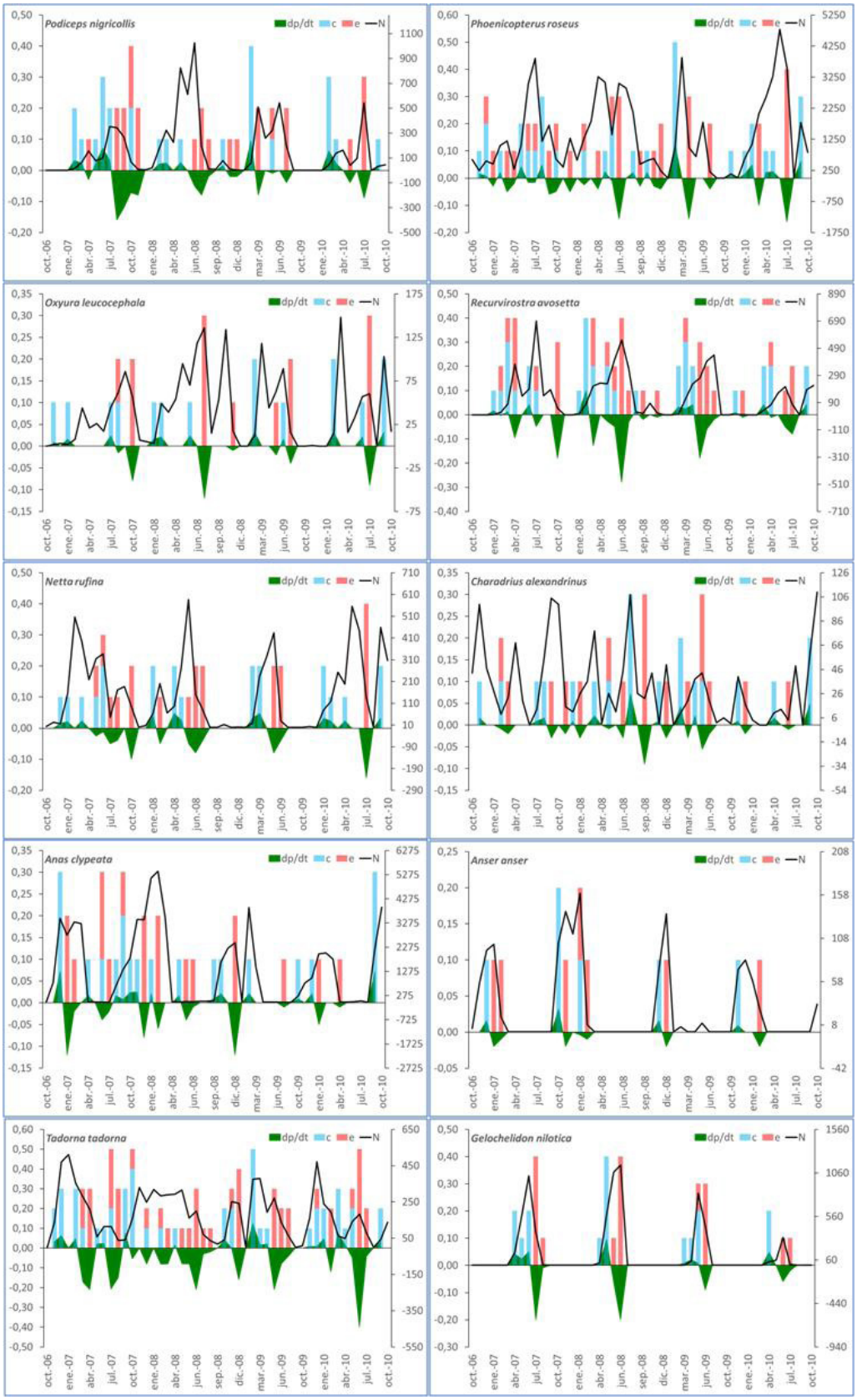
Donde R^2 es la relación especie-área del fragmento (laguna); *R* es la relación de vecindad de los fragmentos (lagunas) habitados; *CO* son los procesos de colonización; *EX* son los procesos de extinción; *EQ* es el equilibrio metapoblacional; *T* son los sitios ocupados a la vez y *O* es el número de sitios en los que se ha censado la especie alguna vez.
Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo de estudio el tamaño metapoblacional de *Podiceps nigricollis* varió entre 0,10 y 0,80 (entre 1 y 8 lagunas) (cuadro 3), alcanzándose su máximo tamaño metapoblacional en los meses de julio y agosto de 2007, cuando una fracción importante de estas lagunas permanecieron con niveles de agua extraordinarios a causa de los efectos de una tormenta de tipo supercélula (Sánchez-Emeterio *et al.*, 2008). Velasco (2006) ya indicaba que la especie solo se reproducía en la zona de manera ocasional, asociada a niveles altos de agua. Ha estado ausente en el área de estudio en meses invernales y otoñales y en agosto de 2010 (gráfico 2).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5950

Gráfico 2. Variación mensual entre 2006 y 2010 de la proporción de sitios ocupados (*dp/dt*), las tasas de colonización (*c*) y extinción (*e*) – representados en el eje de la izquierda de las gráficas, y del número total de individuos censados (*N*) de las especies censadas – eje de la derecha en cada gráfica.



Fuente: Elaboración propia

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

Esta especie ha ocupado todas las lagunas estudiadas excepto Alcahozo, con una mayor presencia en Camino de Villafranca y en Pedro Muñoz donde ha sido vista en 29 de los 49 muestreos censales.

A lo largo del periodo de estudio se han producido los mismos eventos de colonización que de extinción (15). Además, ha habido 13 eventos en los que la metapoblación se ha mantenido en equilibrio, especialmente en los meses de febrero y marzo. Por todo ello, *Podiceps nigricollis* presenta una dinámica metapoblacional en equilibrio (gráfico 2). Hay que señalar que las lagunas de La Mancha Húmeda representan una de las poblaciones reproductoras más importantes de la Península Ibérica, siendo frecuentes en estas localidades elevadas abundancias absolutas y relativas para esta especie (Jiménez *et al.* 1992; Palomino y Molina, 2009).

Oxyura leucocephala varió su tamaño poblacional entre 0,10 y 0,40, observándose su mayor tamaño metapoblacional en los meses estivales de 2007 y de 2008. La especie ha estado ausente en meses de invierno y otoño y en agosto de 2009 y de 2010, en consonancia con su estatus fenológico en el área de estudio. De hecho, en el periodo 1964-2006 la especie solo aparece de manera ocasional y muy escasa en invierno (Velasco, 2006).

Esta especie tiene mayor presencia en la laguna de la Veguilla donde ha sido vista en 33 de los 49 meses de control. Velasco (2006) ya indicaba que solo Veguilla mantenía condiciones hídricas apropiadas para la especie, siendo su presencia accidental en otros humedales de Alcázar de San Juan y su entorno y preveía que en el futuro esta especie tendería a mantenerse e incluso a aumentar sus efectivos. En el lado opuesto se encuentran las lagunas de Camino de Villafranca, Mermejuela, Quero y Yeguas en las que no ha sido vista en ninguna ocasión, pues sus características ambientales no son propicias para ella (lagunas someras y muy salinas) (Velasco, 2006).

Han predominado los eventos de colonización (12) frente a los de extinción (7) y se han computado 11 eventos en los cuales la metapoblación se ha mantenido en equilibrio. En el cómputo global ha predominado una dinámica metapoblacional positiva. Hay que señalar, en relación con la laguna de la Veguilla, que la gestión de este humedal, que recibe las aguas residuales de Alcázar de San Juan y de Campo de Criptana, obliga a su desecación temprana para evitar epidemias estivales de botulismo. Este tipo de gestión fuerza a *Oxyura leucocephala* a un abandono rápido del lugar e impide las agrupaciones postnupciales típicas de la especie producida en otros humedales de hidroperiodo permanente (Velasco, 2006).

El tamaño metapoblacional de *Netta rufina* varió entre 0,10 y 0,60, alcanzando las cifras más elevadas en junio de 2007, tras las intensas precipitaciones registradas a finales de mayo por una tormenta supercélula ya comentada (Sánchez-Emeterio *et al.*, 2008). Ha estado ausente del área de estudio durante septiembre y diciembre de 2008, enero, agosto, octubre y diciembre de 2009 y en agosto de 2010. Palomino y Molina (2009) indican que su abundancia local en España varía drásticamente en función de los parámetros hidrológicos de cada temporada, lo que dificulta su seguimiento demográfico.

Esta especie tiene una mayor presencia en Veguilla donde ha sido vista en 28 de los 49 meses de control, encontrándose en el lado opuesto las lagunas de Alcahozo, Mermejuela y Yeguas donde no ha sido visto nunca, lo que se atribuye a su elevada salinidad y escasa profundidad.

En esta especie han predominado los eventos de colonización (14) frente a los de extinción (12), y hay 13 eventos en los cuales la metapoblación se mantiene en equilibrio. Predomina, por tan-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

to, una dinámica positiva. Es importante indicar que esta especie en los humedales manchegos alcanza las mayores densidades relativas de toda la península Ibérica (26 individuos/5 ha como promedio) (Palomino y Molina, 2009).

Durante el periodo de estudio, el tamaño metapoblacional de *Anas clypeata* varió entre 0,10 y 0,70, registrándose su máximo tamaño en los meses de enero, febrero y diciembre de 2008, en consonancia con su estatus fenológico principal como invernante. En cualquier caso, es una especie que puede ser observada todo el año ya que existe una reducida población nidificante desde 1963, fecha en la que se reprodujo por primera vez en Alcázar de San Juan, constituyendo la primera cita de cría para la España central (Jiménez *et al*., 1992). Solo ha estado ausente durante enero y agosto del 2009, además de agosto de 2010.

Este taxón ha ocupado todas las lagunas censadas, alcanzando una mayor presencia en la laguna de La Veguilla donde ha sido visto en 33 de los 49 censos realizados. Velasco (2006) indicaba que era una especie que presenta una preferencia por humedales con elevada eutrofización, como las lagunas de Alcázar de San Juan. En cambio, en las lagunas de Alcahozo y Pajares solo ha sido visto en 2 ocasiones.

Han predominado los eventos de colonización (19) frente a los de extinción (18), existiendo 17 eventos en los cuales la metapoblación se ha mantenido en equilibrio. Estamos, por tanto, ante una especie que ha presentado una dinámica positiva.

Tadorna tadorna ha variado su tamaño metapoblacional que varió entre 0,10 y 0,90, alcanzando sus valores máximos en marzo, octubre y diciembre de 2007 y en febrero de 2008. Ha estado ausente en octubre de 2006, enero, agosto y diciembre de 2009 y agosto de 2010.

Esta especie ha ocupado todas las lagunas, aunque con mayor presencia en Camino de Villafranca donde ha sido vista en 39 de las 49 visitas mensuales y menor en la laguna de Alcahozo donde ha sido vista en 11 ocasiones.

Los eventos de colonización (24) han superado ligeramente a los de extinción (23), manteniéndose en equilibrio en 18 eventos sobre todo en los meses de otoño. Predomina en esta especie una dinámica metapoblacional positiva.

Durante el periodo de estudio, el tamaño metapoblacional de *Phoenicopterus roseus* varió entre 0,10 y 0,80, registrándose su máximo tamaño en agosto de 2007. La especie ha estado ausente durante los meses de enero, agosto y octubre de 2009 y agosto de 2010.

La especie ha ocupado todas las lagunas de estudio, con mayor presencia en Camino de Villafranca donde ha sido observada en 36 de las 49 visitas y menor en la de Alcahozo donde solo ha sido vista en uno de los censos.

En la dinámica de esta especie hay un equilibrio entre los eventos de colonización y los de extinción. Además, hay 16 eventos en los cuales la metapoblación se mantiene en equilibrio. Ha predominando en consecuencia una dinámica positiva.

Recurvirostra avosetta ha variado su tamaño metapoblacional entre 0,10 y 0,80, observándose su máximo tamaño en marzo de 2008. Esta especie ha estado ausente principalmente en los meses invernales y otoñales y en agosto de 2009 y 2010.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La especie ha ocupado todas las lagunas estudiadas, aunque con mayor presencia en la laguna de Camino de Villafranca donde ha sido vista en 31 de las 49 visitas realizadas y menor en la de Pajares, donde se ha contabilizado en 3 ocasiones. Las lagunas manchegas albergan a un tercio de la población española (Palomino y Molina, 2009).

En la dinámica metapoblacional analizada son mayores los eventos de extinción (20) que los de colonización (19), manteniéndose en equilibrio en 14 ocasiones, por lo que ha predominado una dinámica negativa. Palomino y Molina (2009) señalan que a escala local la especie presenta notables fluctuaciones interanuales en su abundancia, de acuerdo a las condiciones hidrológicas de los humedales.

Durante el periodo de estudio el tamaño metapoblacional de *Charadrius alexandrinus* varió entre 0,10 y 0,40, registrándose su máximo tamaño en abril de 2007, julio de 2008, mayo de 2009 y septiembre de 2010. Ha estado ausente durante junio de 2007, enero de 2009 y enero, febrero, marzo y agosto de 2010.

Charadrius alexandrinus ha ocupado todas lagunas consideradas, aunque con mayor presencia en Camino de Villafranca, donde ha sido vista en 23 de los 49 censos, y menor en la laguna de Pajares, donde solo ha sido vista en uno de los censos. Las lagunas estudiadas albergan la principal población de esta especie en el interior de España (Palomino y Medina, 2009).

A lo largo del periodo de estudio, han predominado los eventos de colonización (15) frente a los de extinción (14), manteniéndose en equilibrio en 12 eventos, especialmente en los meses de primavera y otoño. En consecuencia, en esta especie ha predominado una dinámica metapoblacional positiva.

El tamaño metapoblacional de *Anser anser* varió entre 0,10 y 0,20, estando ausente principalmente en meses primaverales y estivales y enero de 2009. Sus tamaños metapoblacionales más elevados se registran siempre en invierno, en coherencia con su estatus fenológico de invernante en España, aunque recientemente se reproduce de manera muy puntual y sin tener claro el origen de las aves (Palomino y Medina, 2009).

Anser anser tiene mayor presencia en la laguna de La Veguilla donde ha sido observada en 14 de los 49 censos realizados, mientras que en las lagunas de Alcahozo, Camino de Villafranca, Mermejuela, Pajares, Quero, Salicor y Yeguas no ha sido vista nunca.

En esta especie han dominado los eventos de extinción (7) frente a los de colonización (4), lo que se atribuye a su fenología de especie invernante en La Mancha.

El tamaño metapoblacional de *Gelochelidon nilotica* varió entre 0,10 y 0,70, registrándose su cifra más elevada en abril de 2007. La especie ha estado ausente siempre en el periodo invernal y otoñal, de acuerdo a su estatus fenológico de reproductor estival.

Gelochelidon nilotica ha ocupado todas las lagunas de estudio excepto Pedro Muñoz, con mayor presencia en Camino de Villafranca donde ha sido vista en 14 de los 49 muestreos. La Mancha Húmeda alberga una de las seis grandes subpoblaciones localizadas en España (Corbacho *et al.*, 2009). En cualquier caso, es una especie que está sometida a fuertes fluctuaciones poblacionales y cambios de localización entre distintas temporadas en función de los niveles hídricos de los humedales (Corbacho *et al.*, 2009). Las lagunas de Camino de Villafranca, Salicor y Manjavacas

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

albergan las colonias más importantes de La Mancha Húmeda, repartiéndose el resto de efectivos por otras zonas húmedas próximas a las anteriores (Corbacho *et al*, 2009). Los años en que no hay reproducción en las lagunas de Camino de Villafranca y Veguilla pero si mantienen agua, estas dos localidades actúan como colector postnupcial de individuos nidificantes en otros humedales manchegos (Velasco, 2006).

En esta especie se han computado más eventos de colonización (9) que de extinción (8) y, además, en 9 eventos la metapoblación se ha mantenido en equilibrio. Los eventos de colonización se dan en la primavera, mientras que los de extinción lo hacen claramente en verano. Predomina en esta especie una dinámica metapoblacional positiva.

En el escenario planteado de pérdida de un 20 % de los fragmentos (dpH/dt) del área de estudio, las dinámicas metapoblacionales positivas para seis de las especies consideradas disminuirían, aunque sin un gran impacto global. Esto puede deberse a la gran dispersión de las poblaciones de estas especies que se caracterizan por ocupar un número amplio de fragmentos, lo que disminuye su posibilidad de extinción. En el caso de *Anser anser* las dinámicas metapoblacionales en equilibrio serían las mismas, aunque con tasas poblacionales mucho más bajas. Para *Gelochelidon nilotica* una pérdida de hábitats supondría pasar de una dinámica positiva a una neutra, donde los procesos de colonización y extinción se equilibrarían.

Las especies que se verían más perjudicadas por esa pérdida de un 20% de los fragmentos (lagunas) serían *Podiceps nigricollis*, *Recurvirostra avosetta*, *Tadorna tadorna* y *Phoenicopterus roseus*, especies típicas de lagunas con una cierta salinidad. En el primer caso, *Podiceps nigricollis* reduciría las dinámicas positivas, pasando de encontrarse en equilibrio a situarse en proceso de extinción. Una situación similar se produciría con *Tadorna tadorna* pues sus dinámicas mermarían de 17 dinámicas poblacionales positivas a tan solo 12. Para *Phoenicopterus roseus* una pérdida del 20% de los fragmentos afectaría de manera significativa a su metapoblación en las lagunas estudiadas. Por último, un caso singular es el de *Recurvirostra avosetta* pues su dinámica metapoblacional negativa se vería acentuada de forma significativa para esta especie en el escenario de pérdida de un 20% de los fragmentos, a pesar de estar presente en un amplio número de lagunas y de ser bastante numerosa en la zona de estudio.

4. Conclusiones

La gran riqueza de aves acuáticas presentes en La Mancha Húmeda demuestra el interés de este complejo palustre como área de reproducción, invernada y eslabón en las migraciones de las aves acuáticas (Gosálvez *et al*., 2012), además de como un importante elemento a tener en cuenta en el propio funcionamiento de los humedales. El enfoque de análisis metapoblacional supone ventajas no solo desde un punto de vista conceptual, sino que también puede resultar interesante en la gestión aplicada de los humedales.

La mayor parte de las especies se encuentran muy concentradas en pocas lagunas, coincidiendo en general con las que tienen mayor tamaño y permanencia de la lámina de agua (Veguilla, Manjavacas y Camino de Villafranca). La mitad de los taxones estudiados mantienen una relación grande (R^2>0.5) entre el tamaño promedio de sus poblaciones y el tamaño del humedal. Dicha disponibilidad suele estar marcada por un hidroperiodo fluctuante, en consonancia con el clima mediterráneo semiárido donde se localizan estas lagunas, salvo en aquellas que reciben aportes de agua extraordinarios (vertidos de aguas residuales depuradas). En este sentido, conviene re-

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

cordar el cambio hidrológico ocasionado por una tormenta de tipo supercélula ya que algunos humedales han permanecido inundados durante gran parte del periodo de estudio, pues en otras circunstancias se habrían secado. Como resultado, se establece una dinámica asincrónica en la ocupación de los humedales en función de la disponibilidad de agua lo que justifica una gestión integrada de los mismos.

En la línea de la relación especie-área, algunos estudios como los realizado por Poysa (1995) en Finlandia y Gosálvez (2011) en lagunas volcánicas ibéricas, sobre aves acuáticas en humedales de diversos tamaños y características, se observó que para todas las especies la probabilidad de ocupación de un fragmento aumentaba con el tamaño de éste y con la diversidad de hábitats disponibles (MacArthur y Wilson, 1967; Levins, 1969).

Casi todos los taxones estudiados presentan una estructura metapoblacional predominantemente de tipo clásica, salvo el *Anser anser* que en la zona de estudio durante este periodo se ha comportado bajo una estructura tipo continente-isla.

En las dinámicas metapoblacionales, predominan las positivas. Los tamaños metapoblacionales resultantes son bastante diversos, siendo *Tadorna tadorna* la especie con un mayor tamaño y una de las que ha sido censada en todos los humedales de estudio mientras que en el lado opuesto *Anser anser* presenta el tamaño más pequeño y es el taxón con una distribución más restringida.

Así, las aves se mueven de un humedal a otro en búsqueda de hábitats que le son más propicios, percibiendo en conjunto la zona en la que desarrollan su actividad como un paisaje fragmentado compuesto de multitud de hábitats favorables, de descanso, alimentación y/o lugar de reproducción, unidos por una matriz desfavorable en la que predominan los cultivos agrícolas. Por ello, las implicaciones que los complejos de humedales tienen en las dinámicas de aves acuáticas se consideran relevantes para su conservación. En este contexto, analizar los procesos de ocupación-abandono de fragmentos de una especie, bajo un enfoque metapoblacional, resulta de utilidad para contribuir a la pervivencia de una especie a nivel regional.

Conviene recordar que las aves acuáticas se caracterizan por utilizar sitios aislados eslabonados para realizar sus movimientos migratorios, por lo que la desaparición de alguno de ellos puede ocasionar un efecto negativo (Myers *et al.*, 1987). La pérdida de hábitats ha sido considerada como una causa significativa del incremento del riesgo de extinción en unas 820 especies de aves catalogadas en peligro de extinción (Temple, 1986). La destrucción de hábitats individuales no solo puede ocasionar la extinción de una población, también la de toda la metapoblación de la red debido a que el funcionamiento asincrónico de los mismos puede dejar sin hábitats a las especies en momentos clave que los requieran. El análisis de una pérdida de un 20% de los humedales de la zona de estudio ha mostrado como siete especies estarían en riesgo medio o alto de desaparición frente a tres que presentaría bajo riesgo por su capacidad de resiliencia.

Finalmente, a modo de crítica hay que señalar que la comprensión de la dinámica metapoblacional cuenta con una limitación esencial muy difícil de sopesar, las «cajas negras» o la influencia que poblaciones desconocidas («Ghost location» en el sentido de Balkiz, 2006) puedan estar teniendo en las dinámicas observadas en las poblaciones de las aves acuáticas de La Mancha, lo cual podría estar dificultando la interpretación de los resultados obtenidos. Se trata de un problema de escala que habrá que tener en cuenta en el futuro.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

5. Referencias bibliográficas

- Balkiz, Ö (2006). *Dynamique de la métapopulation de Flamants roses en Méditerranée: implications pour la conservation*. Montpellier: Montpellier II. Tesis Doctoral
- Barbault, R y Sastrapradja, SD (1995). «Generation, maintenance and loss of biodiversity». En: Heywood, V (Ed.). *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 193-274.
- Bennun, LA (2001). «Long-term monitoring and conservation: high ideals and harsh realities». *Hydrobiología*, 458, 9–19.
- Bernis, F (1972). «Breve reseña geográfica, migratológica y demográfica sobre algunas aves acuáticas censadas». *Ardeola*, 17-18, 207-230.
- Chamberlain, DE y Fuller RJ (2000). «Local extinctions and changes in species richness of lowland farmland birds in England and Wales in relation to recent changes in agricultural land-use.» *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 78(1), 1-17.
- Chapin III, F.S; Matson, PA y Mooney, H (2002). *Principles of terrestrial ecosystem ecology.* Nueva York: Springer-Verlag.
- Clark, PJ y Evans, FC (1954). «Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationship in populations». *Ecology*, 35(4), 445-453.
- Corbacho, C; Sánchez Guzmán, JM y Villegas, MA (2009). *Pagazas, charranes y fumareles en España. Población reproductora en 2007 y método de censo*. Madrid: SEO/Birdlife.
- Farmer, AH y Parent, AH (1997). «Effects of the landscape on shorebird movements at spring migration stopovers.» *Condor*, 99(3), 698–707.
- Florín, M y Montes, C (1999). «Functional analysis and restoration of Mediterranean lagunas in the Mancha Humeda Biosphere Reserve (Central Spain)». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 9(1), 97-109.
- Fouler, J y Cohen, L (1999). *Estadística básica en ornitología.* Madrid: SEO/BirdLife.
- García del Castillo Crespo, J; Rubio MA y López, A (2011). *Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda: retos y oportunidades de futuro*. Toledo: Dirección General de Áreas Protegidas y biodiversidad, Junta de Comunidades de Castilla La Mancha.
- Gibbs, JP (2000). «Monitoring populations». En: Boitani, L y Fuller, TK (Eds.). *Research Techniques in Animal Ecology Controversies and Consequences.* New York: Columbia University Press, 213-256.
- Gilpin, ME y Hanski, I (1991). *Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical Investigations*. London: Academic Press.
- Gonçalves, MSS; Gil-Delgado, JA; Gosalvez, RU; López-Iborra, GM; Ponz, A y Velasco, A (2016). «Spatial synchrony of wader populations in inland lakes of the Iberian Peninsula». *Ecological Research.* 31(6), 947-956.
- Gosálvez, RU (2011). *Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península ibérica. Bases científicas para su Gestión*. Ciudad Real: Universidad de Castilla-La Mancha. Tesis doctoral.
- Gosálvez, RU; Gil-Delgado, J.A; Vives-Ferrándiz, C; Sánchez, G y Florín, M (2012). «Seguimiento de aves acuáticas amenazadas en lagunas de la Reserva de la Biosfera de La Mancha Húmeda (España Central)». *Polígonos*, 22, 89-122.
- Green, AJ (1996). «Analyse of globally threatened anatidae in relation to threats, distribution, migration patterns, and habitat use». *Conservation Biology*, 10(5), 1435–1445.
- Gyllenberg, M; Hanski, I y Hastings, A (1997). «Structured metapopulation models.» En: Hanski, I y Gilpin, ME (Eds.). *Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution*. London: Academic Press, 93-122.
- Hanski, I (1997). «Metapopulations dynamics: from concepts and observationes to predictive models». En: Hanski, I. y Gilpin MA (Eds.). *Metapopulation biology: ecology genetics and evolution*. San Diego: Academics Press, 69-91.
- Hanski, I (1999). *Metapopulation ecology.* Oxford: Oxford University Press.
- Hanski, I; Erälahti, C; Kaukare, C; Ovaskainen, O y Sirén, H (2004). «Variation in migration rate among individuals maintained by landscape structure». *Ecology Letters*, 7(10), 958-966.
- Haig, SM; Mehlman, DW y Oring, LW (1998). «Avian Movements and Wetland Connectivity in Landscape Conservation». *Conservation Biology*, 12 (4), 749-758.
- Harrison, S y Taylor, A (1997). «Empirical evidence for metapopulation dynamics». En: Hanski, I y Gilpin, M (Eds.). *Metapopulation Biology, Ecology, Genetics and Evolution*. San Diego: Academic Press, 27-42.

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

- Hollis, T (1992). «The causes of wetland loss and degradation in the Mediterranean». En: Finlayson, M; Hollisy, T y Davis, T (Eds.) *Managing Mediterranean Wetlands and Their Birds.* Gran Bretaña: Slimbridge, 83-90.
- Jiménez, J; del Moral, A; Morillo, C y Sánchez, MJ (1992). *Las aves del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel y otros humedales manchegos.* Barcelona: Lynx Edicions.
- Lande, R y Barrowclough, GF (1987). «Effective population size, genetic variation and their use in population magnagement». En: Soulé, ME (Ed.). *Viable Population for Conservation*. New York: Cambridge University Press, 87–123.
- Levins, R (1969). «Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control». *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15(3), 237-240.
- Levins, R (1970). «Extinction». En: Gerstenhaber, M (Ed.). *Some mathematical questions in Biology. Lectures on Mathematics in the Life Sciences*, Vol.2. Rhode Island: American mathematical Society Providence, 75-107.
- MacArthur, RH y Wilson, EO (1963). «An equilibrium theory of insular zoogeography». *Evolution*, 17(4), 373-387.
- MacArthur, RH y Wilson, EO (1967). «The theory of island biogeography». *Monographs in population biology*, 1, 1-215.
- Margalef, R (1987). «Teoría y modelado de los ecosistemas fluctuantes». *Seminario sobre Bases Científicas para la protección de los humedales en España.* Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 31-42.
- Martínez, R (2008). «Grupos funcionales». En: Sarukán, J (Ed).*Capital natural de México. vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad.* México: Conabio, 365-412.
- Myers, JP; Morrison, RI; Antas, PZ; Harrington, BA; Lovejoy, TE; Sallaberry, M y Tarak, A (1987). «Conservation strategy for migratory species». *American Scientific*, 75(1), 19-26.
- Najam, S (2004). *Ecological studies of waterfowl of Karachi coast*. Karachi: University of Karachi.
- Palomino, D y Molina, B (2009). *Aves acuáticas reproductoras en España. Población en 2007 y método de censo.* Madrid: SEO/Birdlife.
- Poysa, Hannu (1995). «Population dynamics in heterogeneous environments: occupation of habitat patches». En: *Resumenes 10th International Waterfowl Ecology Symposiumy Wader Study Group Conference.* Aveiro: Ecology Symposiumy Wader Study Group Conference.
- Reed, J; Warnock, M N y Oring, LW (1997). *Conservationand management of shorebirds in the western Great Basin of NorthAmerica.* Nevada: International Wader Studies Group.
- Root, TS (1967). «The niche exploitation of blue-graygnatcatcher». *Ecologycal monographs*, 37(4), 317-350.
- Sampedro, D y del Moral, L (2014). «Tres décadas de política de aguas en Andalucía. Análisis de procesos y perspectiva territorial». *Cuadernos Geográficos*, 53(1), 36-67.
- Sánchez-Emeterio, G; Chicote, A; Gosálvez, R.U; Gil-Delgado, JA; Camps, C; Camacho, A y Florín, M (2008). «Cambios ecológicos en una laguna salina de interior causados por una supercélula meteorológica». En: AIL (Eds.). *Libro de Resúmenes* en *XIV Congreso de la Asociación Ibérica de Limnología Programa Final.* Huelva: Universidad de Huelva-Asociación Ibérica de Limnología, 179-207.
- Sánchez, G (2015). *Bases Hidroecológicas de un Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones para la Gestión y Restauración de Ecosistemas Acuáticos de la Red de Humedales de Castilla-La Mancha y su Transposición Didáctica.* Ciudad Real: Universidad de Castilla-La Mancha. Tesis doctoral.
- Sinclair, AR; Fryxell, JM y Caughley, G (2006). *Wildlife ecology, conservation, and management (2nd ed).* Oxford: Blackwell Publishing.
- Siriwardena, GM; Baillie, SR; Crick, HQ y Wilson, JD (2001). «Changes in agricultural land-use and breeding performance of some granivorous farmland passerines in Britain». *Agriculture, ecosystems & environment,* 84(3), 191-206.
- Stith, BM; Fitzpatrick, JW; Woolfenden, GE y Pranty, B (1996). Classification and conservation of metapopulations: a case study of the Florida scrub jay. En McCullough, DR (Ed.). *Metapopulations and wildlife conservation*). Washington DC: Island Press, 187-215.
- Tellería, JL (1986). *Manual para el censo de los vertebrados terrestres.* Madrid: Raíces.
- Temple, S (1986). «The problem of avian extinctions». En Johnston, RF (Ed.). *Current Ornitology.* USA: Springer, 453-485.

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

- Torrence, S y Butler, M (2006). «Spatial structure of a diving duck (Aythya, oxyura) guild: how does habitat structure and competition influence diving duck habitat use within northern prairie wetlands?». *Canadian Journal of Zoology*, 89(4), 1358–1367.
- Velasco, T (2006). *Las aves acuáticas de los humedales de Alcázar de San Juan (Ciudad Real).* Alcázar de San Juan: Ayuntamiento de Alcázar de San Juan y Aguas de Alcázar, SA.
- Yustres, Á; Navarro, V; Asensio, L; Candel, M y García, B (2013). «Groundwater resources in the Upper Guadiana Basin (Spain): a regional modelling analysis». *Hydrogeology Journal*, 21(5), 1129-1146.

Sobre los autores

Gema Sánchez Emeterio

Licenciada en Geografía, Doctorado Europeo en Territorio, Infraestructuras y Medioambiente. Profesora Contratada Doctora en la Facultad de Educación de Toledo (UCLM). Miembro de la sección de Humedales del Centro Regional de Estudios del Agua (UCLM) y del grupo de investigación en Hidroecología de la misma Universidad. Ha dirigido numerosos Trabajos de Fin de Grado y de Fin de Máster. Ha colaborado, realizando estancias y trabajos de investigación en Suecia, Algarve y Lisboa. Autora de numerosas publicaciones y ponencias en congresos con participación y dirección de proyectos de innovación docente e investigación en temáticas relacionadas con la ordenación de ecosistemas acuáticos, concepciones sobre espacios naturales, cooperación al desarrollo (sobre todo en temas de acceso a agua y saneamiento así como de educación) y Didáctica, especialmente en transposición didáctica y ecosistemas acuáticos.

Rafael Ubaldo Gosálvez Rey

Profesor Contratado Doctor Interino en el Área de Geografía Física de la UCLM, donde defendió su tesis bajo el título de "Análisis biogeográfico de las lagunas volcánicas de la Península Ibérica: bases científicas para su gestión". Imparte las asignaturas de Prevención y Evaluación del Impacto Ambiental, Análisis estadístico de la información geográfica y Fotointerpretación y Teledetección del Grado de Geografía y Ordenación del Territorio. Es miembro del Grupo de Investigación GEOVOL, colaborador del Grupo de "Hidroecología" (IHE) y personal científico del Centro Regional de Estudios del Agua (CREA), todos dependientes de la UCLM. Es autor de artículos publicados en revistas especializadas, en actas de congresos y capítulos de libros y libros en biogeografía, humedales y geomorfología volcánica. Es vocal en el Patronato del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel.

Máximo Florín Beltrán

Premio Extraordinario de Doctorado 1995 de la Universidad Autónoma de Madrid, Profesor Titular y responsable de la Sección de Humedales del Centro Regional de Estudios del Agua, de la Universidad de Castilla-La Mancha. Ha publicado más de 150 artículos en revistas indexadas internacionales, libros, capítulos de libros, comunicaciones a congresos y diversas publicaciones divulgativas (https://www.researchgate.net/profile/Maximo_Florin_Beltran), además de haber dirigido numerosos proyectos de investigación competitivos internacionales y nacionales, contratos con empresas y administraciones y tesis doctorales. Colabora y ha colaborado habitualmente con grupos de investigación en ecología y gestión de ecosistemas acuáticos del Reino Unido, Francia, Países Bajos, Alemania, Argentina, Marruecos, además de grupos españoles de prestigio internacional de la Universidad Autónoma de Madrid, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Valencia.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5933
Mesa, M. A. (2018). La Desamortización civil de Madoz
Cuadernos Geográficos 57(2), 113-137

La Desamortización civil de Madoz. Resultados para los montes públicos en la provincia de Granada 1855-1924

Miguel Angel Mesa Garrido[1] ✉

Recibido: 17/04/2017 | Aceptado: 10/01/2018

Resumen

La Desamortización Civil de Madoz tuvo importantes consecuencias para los montes. La provincia de Granada estuvo afectada por esta decisión política que se desarrolló a partir de la Ley de 1º de mayo de 1855. Sus resultados fueron nefastos para nuestro país en términos generales y para la provincia de Granada en particular. Sin embargo, fue a partir de esta iniciativa que pretendía deshacerse de los montes propiedad del Estado, de los Ayuntamientos y de otras instituciones públicas precisamente por la que nace el primer catálogo de montes públicos en el año 1901 estos montes se salvan de la desamortización por su consideración de Utilidad Pública. En la provincia de Granada la primera clasificación contenía 66 montes con 114.393,32 hª exceptuadas de la desamortización mientras que 32 predios con una superficie de 36.244,25 hª considerados enajenables. Finalmente el Catálogo de montes exceptuados de la desamortización por su condición de Utilidad Pública de 1901 se iniciaba con un total de 60 montes con 118.707 hª y supondrá el germen del actual Catálogo de Montes Públicos tras todo un proceso que duraría desde 1855 hasta 1924. En este trabajo se analiza todo el proceso desamortizador en lo referido a los montes públicos y sus resultados en la provincia de Granada.

Palabras clave: Desamortización civil; catálogo; montes públicos; Granada.

Abstract

The Civil Disentailment of Madoz. Outcomes for the Public Forests in the Granada province. 1855-1924

The Civil Disentailment of Madoz had important consequences for the forests. The Granada province was affected by this political decision that had its origin in the Act of 1st of May, 1855. The consequences of this Law were disastrous in general for our country, and in particular for the Granada province. However, it was from this initiative aiming to get rid of the forests owned by the State, Municipalities and other public bodies, that the first Catalog of Public Utility Forests was born in the year 1901 these forests that were set-aside of the Disentailment by their condition of public utility. In the Granada province, the first classification contained 66 forests, with a total surface area of 114,393.32 ha, excluded from the disentailment whereas 32 public properties with a surface area of 36,244.25ha, were considered alienable. Finally, the Catalog of Forests excluded from the disentailment by their condition of Public Utility in 1901, began with a total of

1. Instituto de Desarrollo Regional. Grupo de Investigación SEJ062: Sistema Productivo, Desarrollo Sostenible y Territorio (SIPRODEST). mangel.mesa@juntadeandalucia.es

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

60 forests, with a surface area of 118.707 hª. It would be the origin of the current Catalog of Public Forests after a process occurring between 1855 and 1924. In this paper the whole process and the outcomes of disentailment of public forests are analyzed for the Granada province.

Keywords: civil confiscation; catalog; public forests; Granada.

Résumé

Le désamortissement civil de Madoz. Conséquences pour les montes publics en la province de Grenade 1855-1924

Le désamortissement civil de Madoz avait des importantes conséquences `pour les monts. La province de Grenade, celle-ci fut touchée pour cette décision politique qui a été mise en place depuis la loi du 1º mai 1855. De manière générale, ses conséquences ont été très mauvaises pour notre pays et aussi pour la province de Grenade en particulier. À partir de cette initiative qui prétendait se défaire des monts publiques dont L´État, des municipalités et des outres institutions publiques étaient propriétaires, a eu lieu le premier catalogue des monts publiques dans l année de 1901 ces monts ne sont pas mis en vente grâce à leur intérêt publique. Dans la province de Grenade le premier classement avait 66 monts avec une surface de 114.1393,32 hª et 32 domaine avec une surface de 36.244,25 hª. Finalement, le catalogue des monts exclus de la vente publique de 1901 avait un montant de 60 monts avec 118.707 hª et cela aura comme conséquence l´actuel catalogue des monts publiques après un processus qui durerait dès 1855 jusqu'à 1924. Dans cet article on analyse toute la démarche de la vente publique qui fait référence aux monts publiques et ses conséquences pour la province de Grenade

Mots clés: Désamortissement civil; catalogue; monts publiques; Granada.

1. Introducción

Un antecedente a la distribución de la propiedad y uso de los montes podemos situarlo en época nazarí, la existencia de usos comunes de montes, pastos y dehesas en la provincia de Granada queda constatada en distintos documentos de la época que asi lo revelan. Con la expulsión de los moriscos, los bienes muebles podían venderlos como propios que eran, sin embargo, en lo referente a los bienes raíces, como es el caso de los montes, pasaban a propiedad de los conquistadores. Siguiendo a la medievalista C. Trillo, en Al-Andalus, los pastizales tenían carácter comunitario, por ejemplo existía la comunidad de terrenos en la ciudad de Baza y las alquerías próximas. También en Sierra Nevada y concretamente en Jéres del Marquesado, Alcázar y Lanteira en un documento árabe de 1472 se recoge el convenio para regular el uso de pastos y aguas procedentes de su entorno. Este pacto está basado en que cada pueblo es dueño de la parte de monte en el que se halla. Con la reconquista, los Reyes Católicos conservaron las costumbres de los nazaríes, el uso comunitario de sus territorios, pero con la concesión de los señoríos, los beneficiarios hicieron valer sus derechos como particulares. Aspecto que provoca el enfrentamiento entrando en contradicción con las donaciones realizadas a la nobleza castellana ya que las cartas de merced incluían la entrega de prados, pastos, montes, aguas y todos aquellos bienes de las aljamas que en otro tiempo habían sido comunes. (Trillo, C. 2004).

> De acuerdo con el derecho islámico las tierras podían ser apropiadas (mamlüka) o no apropiadas (mubäla). Las primeras podían ser cultivadas o habitadas o buien tratarse de terre-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

> nos vagos o abandonados (jarab). Las mubala o no apropiadas son también de dos clases: comunales y tierras muertas o mawat. Las comunales son aquellas en donde una comunidad ejerce derechos de pastos y aprovechamiento forestal. (Trillo, C. 1999 pág. 139-140)

Un ejemplo del proceso por el que los bienes Propios y Comunales pasaron a posesión de los actuales propietarios lo encontramos en el caso del monte de la Peza. Tras la expulsión de los moriscos, estos bienes pasaron a propiedad del Rey que los adquirió por derecho de conquista, según queda asentado en el libro de repartimiento de este lugar, por el Juez de su Majestad D. Miguel Salazar, conforme a unas normas que quedan unidas al libro de repartimiento de La Peza. La propiedad fue adquirida por los nuevos pobladores con los que se repobló este lugar. Según las cédulas reales, se decidió dar a censo perpetuo las tierras confiscadas a los moros entre las que se encontraban las casas. Según el apeo, pertenecían a propiedad de los llamados cristianos viejos, respetándose para los cristianos viejos la tierra que estaba dedicada a cultivo agrícola, entre las que se encontraban los cortijos de la sierra, los cuales aún existen, Cortijo de Tablillas, El Fraile, Linarejos, la Montefría, El Robledar, El Rafamí, El Duaya y la Tosquilla. Solo las tierras de cultivo, y mientras estaban sembradas, ya que el resto estaba cedido según usos y costumbres a favor de la ganadería local, costumbre que tenían los moros y disfrute que el Rey respetó según consta en las reales cédulas. Escritura de venta y Real dación de fecha treinta de Abril de mil quinientos ochenta, de los bienes cedidos a los nuevos pobladores. Eran todos los bienes que los moros poseían como propiedad particular, los baldíos, los ejidos y montes. (Mesa Garrido, 2016, pág. 186).

Posteriormente, se procede a la venta de bienes públicos que tiene su antecedente en las ventas de terrenos baldíos y realengos que se había producido en siglos anteriores a la denominada Desamortización Civil de Madoz. Contamos con precedentes ya desde el siglo XVI, en el que el Rey Felipe II ordena que no se provean Jueces para la venta de tierras concejiles, términos públicos y baldíos. También Felipe III el 21 de agosto de 1609 ordena la prohibición de vender tierras baldías, árboles y su fruto, quedando a los vecinos de los pueblos su uso y aprovechamiento.

Fernando VI por Real Resolución de 18 de septiembre de 1747, dicta la extinción de la Junta y Superintendencia de baldíos, con el fin de reparar los daños producidos en los baldíos del país a causa de leyes enajenadoras anteriores, su entrega a los pueblos para hacer frente a la carga del impuesto de millones que se les impuso del que se debía dar conocimiento de este ramo al Consejo.

Pero fue en el siglo XIX cuando se llega al mayor deterioro y disminución del patrimonio forestal público a costa de los montes de titularidad pública, principalmente de Ayuntamientos y de uso común. Las corrientes liberales en el tránsito de los siglos XVIII al XIX, desarrollaron unos ideales que asentaron sus bases en el dogma de la propiedad individual, en contraposición a la existencia de formas vecinales, comunales o públicas de tenencia de la tierra, tal y como ocurriera desde tiempos ancestrales en la península desde los romanos, los godos o los árabes, con la propiedad de la tierra de forma colectiva. De manera que, los nuevos ideales del siglo XIX, en los que se anteponía la propiedad privada frente a la pública, unidos a la necesidad de la Hacienda pública de recaudar impuestos fueron responsables de distintos intentos desamortizadores, entre ellos los de Godoy (1798), Mendizábal (1836) y Madoz (1855). Situación que se producía porque, según Tomás y Valiente, 1975. Pp. 37-44.

> No basta analizar las fuentes de contenido principalmente económico buscando el dato cuantificable […] porque la desamortización fue un proceso económico y un fenómeno socio-político ejecutado a través de distintos y sucesivos mecanismos jurídicos […] ya que

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

> no se puede olvidar que se gobierna con actos de poder formalizados jurídicamente y que, por muy superestructural que el derecho sea, no por ello deja de constituir un aparato coactivo eficacísimo.

Este trabajo pretende analizar el proceso desamortizador iniciado por la denominada Ley Madoz y lo que supuso para los montes de la provincia de Granada. Tanto aquellos que fueron subastados y enajenados como los que se libraron de aquella fase que duró desde mayo de 1855 hasta 1924 con la promulgación del Estatuto Municipal. Éste pretendía una gran descentralización a favor de los Ayuntamientos y al año siguiente se dictan instrucciones por Real decreto para la adaptación del Estatuto del régimen. En el artículo 108 deja claro que la administración debía abandonar la tutela de los montes no declarados de Utilidad Pública, entregándolos en el plazo de un mes a la libre disposición de los respectivos dueños. (Pérez-Soba 2013). El proceso desamortizador desplegó un amplio cuerpo legislativo, 51 Reales Órdenes, 20 Reales decretos, 17, Leyes, 17 Circulares, 6 Órdenes, 3 reglamentos... (Manuales de desamortización 1855 y 1897) como resultado, un nuevo contexto para la propiedad de la superficie forestal en toda la península que afectó a miles de hectáreas en la provincia de Granada.

El proceso desamortizador que tuvo mayor incidencia sobre la propiedad forestal pública fue la denominada Desamortización Civil de Madoz (1855), por el que estuvieron amenazados de venta más de diez millones de hectáreas de montes públicos en España, llegando a pasar a manos privadas a lo largo del proceso alrededor de tres millones de hectáreas. En su mayoría, éstas fueron taladas inmediatamente por sus nuevos propietarios para resarcirse del precio de la compra, se produjo un cambio de uso, pasando a ser destinadas a usos agrícolas mediante el descuaje del arbolado y matorral, además de los usos ganaderos. (Araque & Sánchez 2006, Pérez Soba 2016).

La desamortización de los bienes de naturaleza forestal propiedad del Estado, y de otras administraciones públicas, supuso un conjunto de acciones que puede considerarse como el acontecimiento más transcendente de cuantos tienen lugar en el siglo XIX de cara a la evolución futura de la propiedad de la tierra en España (Araque Jiménez, 1990). Tuvo sus efectos positivos a nivel general si consideramos que determinó la configuración del Catálogo de Montes de Utilidad Pública, a partir de la excepción de la venta de los montes y tras todo un trabajo de defensa realizado por el Cuerpo de Ingenieros de Montes.

Con la desamortización se buscaba una gran proyección social, porque crearía una nueva clase de propietarios que le daría estabilidad al régimen liberal, idea que hizo fracasar al régimen, pues en el fondo, no se logró una reforma agraria, ya que las tierras fueron compradas por terratenientes, y además, los ingresos no se utilizaron como se pretendía en apoyo a fomentar un cambio en la estructura de la propiedad de la tierra y al aumento de la productividad, sino al apoyo de las Guerras Carlistas (Calvo Sánchez 2001).

El Gobierno entendía también para los bienes de beneficencia, como para el resto de bienes que pretendía vender, que una vez desamortizados producirían mayores beneficios que en poder de las propias instituciones, la palabra encierra un significado político ya viciado puesto que se entendía que estos bienes estaban en «*manos muertas*» estaban amortizados, carecían de valor.

> […] los pueblos, que conservaran intactos los bienes de aprovechamiento común, disfrutarán al mismo tiempo los beneficios de que los escasos rendimientos de sus propios les han privado hasta hoy; y la tendencia de la Ley que no es otra que la felicidad de la nación y el alivio de las necesidades públicas, quedará cumplida, como cumplidos quedarán también

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

los deseos de la Reina (Q.D.G.), de las Cortes y del Gobierno de S.M. (Real Orden de 29 de mayo de 1855, para el cumplimiento de le Ley de 1º de Mayo de 1855 Gaceta de Madrid núm. 895, de 15/06/1855, pág. 2)

2. Metodología

Son numerosos los trabajos que se han dedicado al estudio de la desamortización a todos los niveles, tanto locales, nacionales e internacionales y variados son también sus resultados según el área a la que se haya dedicado el estudio. A nivel internacional la desamortización seguiría procedimientos y objetivos similares. Resultaría una lista interminable de autores asi como la producción científica que se ha desarrollado a lo largo del tiempo sobre este tema en general y desde distintas disciplinas. Autores como Tomás y Valiente, F., Rueda Herránz, G., Araque Jiménez, E., Clavo Sánchez, L., Sánchez Martínez, J.D., Serna Vallejo, M., Gómez Oliver, M., Ortega Santos, A., Alonso Castroviejo, J.J., De la Cruz Aguilar, E., De Zulueta Artaloytia, J.A., Gay Armenteros, J.C., *et al.*, Martín Retortillo, C., Moro Barreñada, J.M., Sánchez Salazar, F., y un largo etcétera han trabajado a nivel internacional, nacional, provincial y local (Www.collective-action.info). Precisamente, debido al tratamiento tan específico y debido al caos administrativo en el que se vio inmerso el proceso y los complejos trámites, se produce una gran dispersión de documentos que ha sido necesario recopilar en distintos archivos, entre otros han sido consultados el Archivo Histórico Provincial de Granada, el Archivo Histórico de la Diputación Provincial de Granada y el Archivo del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Igualmente, en el Boletín Oficial de Ventas de Bienes Nacionales de la Provincia de Granada, destinada únicamente a este fin.

Con el objetivo de tratar de esclarecer aún más el proceso de venta de bienes de naturaleza rústica por su función económica, ecológica y social, hemos rastreado numerosas escrituras de compraventa en el Archivo de Protocolos Notariales de Granada donde hemos localizado diversas escrituras de reventa de bienes rústicos.

Otro aspecto que ha complicado bastante la selección de la información ha sido que en la actividad desamortizadora no se ciñeron a poner en venta sólo los bienes declarados como enajenables en la Clasificación General de Montes Públicos como cabía esperar, sino que fueron subastados otro número importante de fincas y parcelas de menor cuantía pertenecientes al Estado y a propios de los pueblos de procedencia distinta. Entre otras, la incautación por Hacienda como consecuencia de endeudamientos, donaciones, herencias, etc… Se crea de este modo un clima complejo en la provincia; la subasta de los montes públicos se anuncia conforme a la Ley en el Boletín Oficial de la Provincia de Granada y en el citado Boletín Oficial de Ventas de Bienes Nacionales que ocasionó, si cabe, una situación mucho más compleja a la hora de disponer de una información fiable, ya que ante el miedo a la venta de sus predios, algunos Ayuntamientos se adelantaron a la subasta e iniciaron expedientes de defensa contra la venta de los mismos, esto supuso que se delataran ante Hacienda. Igualmente ha sido necesario recopilar la información precisa para caracterizar principalmente aquellos predios que finalmente fueron rematados, para ello ha resultado imprescindible la información que nos ofrece el Diccionario Estadístico de Madoz asi como aquella información que los propios catálogos aportaban, toda ella cotejada para garantizar la fiabilidad de la misma. La cartografía histórica y la toponimia han resultado imprescindibles para comprobar el estado de los usos del suelo actualmente, que refleja las diferencias entre los montes exceptuados, rematados y los que fueron readquiridos años después por la administración.

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

3. Resultados

Una de las normas que tuvo mayor transcendencia en el territorio fue, sin duda, la promulgación de la Ley de 1º de mayo de 1855 de Desamortización General de Pascual Madoz, Ministro de Hacienda durante el reinado de Isabel II. La norma desamortizadora supuso un largo proceso que tuvo efectos sobre las propiedades públicas hasta principios del siglo XX. Una larga vigencia, ya que no fue formalmente derogada hasta 1924, con la promulgación del Estatuto Municipal. Mediante la descentralización a favor de los Ayuntamientos en que la administración debía abandonar la tutela de los montes no declarados de Utilidad Pública, entregándolos en el plazo de un mes a la libre disposición de los respectivos dueños.

La desamortización, un tema de moda, tal y como decía Tomás y Valiente (1983), junto a la Ley Madoz de 1855 supuso una amenaza frontal y directa a la supervivencia de los Montes Públicos, (Calvo Sánchez, 2001- pág. 10), opinión compartida por otros autores:

> La Ley Madoz fue la responsable de los cambios territoriales más importantes a que se vio sometido el mundo rural hispano […] especialmente en lo que se refiere al solar forestal […] puede considerarse el inicio oficial de una época para la suerte de los montes. (Sánchez Martínez, (1998 p. 15-35).

Además se exponen varias razones para esta afirmación: Primero que las talas y roturaciones casi siempre se producían tras la venta de los montes al no contar con supervisión alguna por parte de la administración al pasar a dominio particular. Segundo, también fracasó el objetivo de la ley que intentaba facilitar el acceso a la propiedad de amplios colectivos sociales ya que las subastas fueron acaparadas por burgueses urbanos advenidos en terratenientes que podían pagarlas, mermando también con ello una importante fuente de ingresos a los ayuntamientos y los vecinos.

> […] se declaran en estado de venta, con arreglo a las prescripciones de la presente ley, y sin perjuicio de cargas y servidumbres a que legítimamente estén sujetos, todos los predios rústicos y urbanos, censos y foros pertenecientes al Estado, al clero, a las órdenes militares […], a cofradías, obras pías y santuarios, al secuestro del ex-infante Don Carlos, a los propios y comunes de los pueblos, a la beneficencia, a la instrucción pública. Y cualesquiera otros pertenecientes a manos muertas, ya estén o no mandados vender por leyes anteriores […] (Artículo 1 Ley 1º de Mayo de 1855)
>
> Se procederá a la enajenación -expropiación- de todos y cada uno de los bienes mandados vender por esta ley, sacando a pública licitación las fincas a medida que lo reclamen sus compradores [...] (Artículo 3 Ley 1º de Mayo de 1855)

El Gobierno y especialmente el Ministro de Hacienda, Pascual Madoz, parecían estar convencidos de que la desamortización sería beneficiosa para el conjunto de los ciudadanos, así por Real Orden de 29 de Mayo de 1855, cuando no había transcurrido ni un mes desde la promulgación de la Ley de 1º de Mayo, tal y como dice en su exposición, próximos a publicarse los reglamentos que han de regir para las enajenaciones, dirigida a los Gobernadores Civiles de las provincias, expone:

> Deseosa la reina (Q.D.G.) de los beneficios inmensos que a la nación entera […], mejoren cuanto sea posible los rendimientos a favor de los actuales poseedores, y fomentando […] la riqueza individual, […] reflexionando con calma y desinteresadamente acerca de lo que más pueda convenir a sus respectivos intereses, estudien con toda detención la inversión que deban dar a sus fondos procedentes de las ventas que de sus bienes tenga lugar ya sea en

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

> las inscripciones intransferibles de que trata el artículo 15 de la expresada ley, ya en obras públicas de utilidad local o provincial, ya en otros objetos análogos, según los artículos 19 y 20 de la misma. (Real Orden de 29 de mayo de 1855, para el cumplimiento de le Ley de 1º de Mayo de 1855 Gaceta de Madrid núm. 895, de 15/06/1855, pág. 2)

Dado el absoluto convencimiento demostrado, el gobierno continuará con el proceso desamortizador que se va a sustentar en distintas normas posteriores a la citada Ley. Tras su promulgación se van a suceder un compendio normativo en torno a ésta e incluso promovidos por ella. El apartado seis del artículo segundo prevé que se exceptúen de la declaración de estado de venta, a que se refería el artículo primero de la misma, los montes y bosques cuya venta no crea oportuna el gobierno. Se presenta aquí una gran oportunidad para los defensores del patrimonio público, el Cuerpo de Ingenieros de Montes al que el propio desarrollo normativo le seguirá dando oportunidades para pronunciarse en contra de tan descabellada norma para los montes públicos. La Real Orden de 5 de Mayo de 1855 dispuso que la Junta Facultativa de Montes emitiera un informe sobre los montes que convenía exceptuar de la desamortización conforme a lo dispuesto en el artículo segundo de la ley desamortizadora. De hecho, otra Orden aprobaría el método a seguir para elaborar el citado informe, en concreto la Orden de 22 de junio de 1855. Por otro lado, no tardaría en prepararse este informe según la metodología que se propuso y así el 8 de Octubre de 1855, poco más de tres meses después, se entregó el mismo al Director General de Agricultura. El informe hacía una clasificación de los montes en tres grupos: en un primer grupo se incluían los montes que no debían pasar en modo alguno a poder de los particulares en razón a sus importantes servicios y utilidad pública –que comprende en general la zona de montaña que debe de cubrirse de monte alto–. En un segundo grupo los montes que pueden venderse sin necesidad de un previo reconocimiento, –zona baja, apta para la agricultura o el monte bajo– y en un tercer lugar, los montes que no pueden venderse sin necesidad de un previo reconocimiento, geográficamente se situarían en la zona intermedia a los anteriores. Finalmente el Real Decreto del Ministerio de Fomento de 26 de octubre de 1855, desarrolló la forma de dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo segundo de la ley de 1º de Mayo de 1855. Lo que proponía el apartado primero será precisado e indica que no debían enajenarse los montes poblados con abetos, pinabetes, pinsapos, pinos, enebros, sabinas, tejos, hayas, castaños, alisos, abedules, robles, rebollos, quejigos, acebos y piornos, cualesquiera que sean sus especies, su método de beneficio, y la localidad donde se hallaren. El apartado segundo, igualmente desarrolla que se declaren de dudosa venta, y sujetos, por consiguiente a previo reconocimiento, los alcornocales, encinares, mestizales y coscojeras, cualesquiera que sean sus variedades y sus métodos de beneficio, esto es, ya se aprovechen en monte alto, bajo o tallar, ya sean en dehesas de pasto o labor. Éstas serían equiparables a lo expresado en el apartado tercero de la propuesta, que debían someterse a un previo reconocimiento, los que se encontraban en una zona intermedia entre la zona de montaña que debe cubrirse de monte alto y la zona baja apta para la agricultura. En el apartado tercero propone que puede procederse a la enajenación de las fresnedas, olmedas, almezares, alamedas, saucedas, lentiscales, cornicabrales, tarayales, retamares, acebuchales, bojedas, tomillares, brezales, jarales, palmitares y demás montes no comprendidos en las dos bases anteriores, o sea que podían ponerse en venta todos aquellos montes que se proponían en el segundo grupo comprendidos en la zona baja, apta para la agricultura o el monte bajo. Las zonas que interesaba conservar, según el artículo 2º de la ley, tenían el objetivo de evitar la escasez de combustible y de las maderas de construcción civil y naval, además de poner a cubierto de grandes intereses sociales relacionados con la producción del arbolado (Mangas Navas, J.M.1994).

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

La ley Madoz vino a ser completada con la instrucción de 31 de Mayo de 1855, que creaba un complicado y costoso aparato burocrático, dedicado a la ejecución de la ley de 1º de Mayo de 1855, ley que fue modificada por otra de 11 de julio de 1856, seguida de su correspondiente instrucción. Pero lo que no se le puede negar a la Ley Madoz es que constituye la norma en la que se asientan las bases de lo que sería el actual Catálogo de Montes Públicos, un instrumento administrativo sobre la propiedad forestal, cuya importancia radicó en la condición de Utilidad Pública, ya que en palabras de Calvo Sánchez:.

> El catálogo es ciertamente un legado de la desamortización, un instrumento que hunde sus raíces en el proceso desamortizador civil de la propiedad que comienza siendo un inventario de los montes públicos exceptuados de la desamortización; aunque, no tenga el valor que se le supone, pues […] no predetermino inicialmente la condición de bien exceptuado. La «desamortización forestal» se ancla en la Ley Madoz de 1855, que defirió al Gobierno la determinación de los «montes que convenga reservar. (Calvo Sánchez, 2003 pág. 10.)

La desamortización de Madoz supuso uno de los principales cambios en los usos del suelo en la provincia de Granada en ese periodo. En este sentido cabe destacar que los usos del suelo variaron considerablemente entre los montes que fueron desamortizados y los que permanecieron en manos públicas. No obstante, tienen especial interés los montes que fueron readquiridos por la administración años después. Los montes desamortizados se dedicaron a usos agrarios, produciéndose en ellos las roturaciones y el descuaje del arbolado para los usos agrícola y ganadero principalmente. Los montes que permanecieron en manos públicas se conservaron e incluso se desarrolló en ellos la restauración hidrológico-forestal que se inició en pleno proceso desamortizador, concretamente las que se desarrollaron entre 1878 y 1940 en distintos puntos de la provincia, denominadas repoblaciones forestales antiguas. (Mesa Garrido, 2016). En el caso de los montes readquiridos, su suerte se basó en aspectos relacionados con su interés para «la física del globo» tal y como lo entendía la Junta Consultiva de Montes, razón por la que fueron enajenados y la misma razón por la que fueron readquiridos posteriormente.

Básicamente, la desamortización civil de Madoz pasó por tres etapas que se reflejan en los distintos catálogos que se propusieron. Cada uno de ellos contenía propuestas diferentes en función de los criterios por los que se desarrollaron. A continuación se describen por separado cada uno de estos catálogos y los resultados finales del proceso en la provincia de Granada. La propia Ley otorga en su apartado seis del artículo 2º la potestad por la que se exceptuaba de la declaración del estado de venta los montes y bosques cuya venta no creyera oportuna el gobierno, razón por la que la Real Orden de 5 de Mayo de 1855 dispuso que la Junta Consultiva de Montes emitiera un informe sobre los montes que convenía exceptuar de la desamortización.

La desamortización se desarrolló mediante tres instrumentos principalmente. a) La Clasificación general de 1859, que consistió básicamente en el reconocimiento de la superficie forestal pública. b) El Catálogo de Montes Públicos Exceptuados de la Desamortización de 1862 basado en el Real Decreto de 22 de enero de 1862, que supuso un nuevo giro en el Catálogo, pues Hacienda entregó a la venta todos los montes que eran de la segunda y la tercera clase previstos en el Informe de la Junta Consultiva de Montes y exceptuará de la venta solamente los montes que se encontraban poblados de pino, roble o haya que por sí mismos o unidos a otros que no distasen más de un kilómetro tuvieran una superficie de al menos 100 hectáreas. c) El Catálogo fue modificado en 1901 como consecuencia de la Ley de 30 de agosto de 1896, de modificación de impuestos que dispone en el artículo 8º la revisión y formación definitiva del Catálogo de los Montes por razones de utilidad pública y el Real Decreto de 20 de Septiembre de 1896 en el que se fijan reglas y plazos

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

e insta a la coordinación entre el Ministerio de Hacienda y el de Fomento para la formación de dicho Catálogo.

3.1. La Clasificación General de 1859

Tras la primera fase desamortizadora basada en el Decreto de 26 de octubre de 1855 que dividía en tres clases todos los montes según las especies arbóreas, se procedió a la venta, otros se exceptuaban de ésta y otros fueron estudiados para decidir sobre su reserva o enajenación. El Decreto de 27 de febrero de 1856 puso a la venta mediante un nuevo método no sólo los enajenables de la norma anterior sino también los de discutible utilidad por lo que el Ministerio de Fomento promovió el Decreto de 16 de febrero de 1859 y se refería a lo anterior en los siguientes términos:

> […] disminuyó las garantías de acierto, consignando […] como principio la desamortización de los dudosos, y convirtiendo en excepción, en vez de establecer como regla general, la intervención científica y administrativa del Ministerio de Fomento en el examen de los montes que debieran reservarse. (Gaceta de Madrid de 16 de febrero de 1859)

Así, finalmente la Clasificación General de Montes de 1859 incluía dos relaciones, una que contenía el listado de los montes exceptuados de la desamortización y la otra los enajenables (Figura 1). En la provincia de Granada fueron clasificados 66 montes con una superficie aforada de 114.393,32 hª exceptuados de la desamortización y 32 montes con 36.244,25 hª enajenables. De esta forma la superficie inventariada viene a suponer el 6% de la superficie forestal aforada actual. Sin embargo, la Clasificación no supondrá un instrumento de riguroso cumplimiento para Hacienda, de manera que las enajenaciones excederán los límites de la Clasificación, siendo los predios que finalmente fueran enajenados, los que presentaban mayor importancia desde el punto de vista ecológico, o tal y como se decía en el Informe de la Junta Consultiva de Montes, los que cumplían «funciones cosmológicas en la física del globo». En esta clasificación, se plantean como exceptuados montes cuya cubierta vegetal está dominada por pinos y encinas y como especies subordinadas los alcornoques, ejemplos hallamos en el del Haza del Lino y el Coto Los Peñoncillos de Torvizcón, únicos en la provincia, junto con el alcornocal de Alhama, así como de encinas y quejigos. Resulta contradictorio que la mayoría de los montes declarados en esta primera clasificación como enajenables contuvieran atochares y como especies subordinadas encinas y quejigos. A priori parecía que estos montes carecían de interés pero la premura por la venta prevalecía sobre su interés forestal. De este modo, a la vista de la información de la propia clasificación, los ingenieros que tuvieron que realizar la propuesta se vieron obligados por lo prescrito en el Informe de la Junta Consultiva de Montes;

> 1º Que al gobierno le corresponde asegurar la conservación y fomento del monte maderable, sin perjuicio de aquellos montes, que aún cuando lo sean, convenga sin embargo, conservar por su benéfica influencia en la física del globo y 2º, que el interés privado prefiere el monte bajo al monte maderable. (ICONA 1987, Pág. 22)

y a lo dispuesto posteriormente por el Real Decreto del Ministerio de Fomento de 26 de octubre de 1855, en el que se plantea de forma clara y concisa aquellos montes que deben exceptuarse de la desamortización, aunque en el caso que nos ocupa, aún conteniendo especies como la encina no se proponen como exceptuados por no tener cubierta la totalidad de la superficie. Los claramente enajenables son montes cubiertos de especies situadas generalmente en las zonas de piedemonte, más susceptibles de ser cultivadas y finalmente se requiere previo reconocimiento para los alcornocales, encinares, mestizales y coscojeras, entre los que tampoco se encontrarían

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

los propuestos como enajenables para la provincia de Granada. Se viene a producir un cambio de criterio, ya que en un principio se trataba de establecer zonas que fueran susceptibles de ser enajenadas teniendo en cuenta solamente el criterio altitudinal conforme a la clasificación por alturas, lo que se correspondería con los actuales pisos bioclimáticos.

El informe, tras un estudio exhaustivo de la situación de las regiones altitudinales de la península, (ICONA. 1987. Págs. 61-64) hacía una clasificación de los montes conforme a tres divisiones:

a) En un primer grupo se incluían los montes que no debían pasar en modo alguno a poder de los particulares en razón a sus importantes servicios y utilidad pública. Comprendía en general la zona de montaña que debía cubrirse de monte alto. b) En un segundo grupo los montes que pueden venderse sin necesidad de un previo reconocimiento, comprendía la zona baja, apta para la agricultura o el monte bajo. c) Y en un tercer lugar los montes que no pueden venderse sin un previo reconocimiento, geográficamente se situarían en la zona intermedia a los anteriores. A continuación, el mismo informe, que había dejado el criterio un tanto sometido a subjetividad va a rectificar o, al menos como dice Pérez-Soba Díez del Corral, (2006) no lo sigue al pie de la letra y desarrolla lo preceptuado en páginas anteriores: (ICONA, 1987)

> 1º- Que deben quedar bajo el dominio público y no pueden, por consecuencia, enajenarse los montes de abetos, pinabetes, pinsapos, pinos, enebros, sabinas, tejos, hayas, castaños, avellanos, abedules, alisos, acebos, robles, rebollos, quejigos, piornos, cualesquiera que sean sus especies, su método de beneficio y la localidad donde se hallaren.
>
> 2º- Que se declaren de dudosa venta y sujetos, por consiguiente, a previo reconocimiento, los alcornocales, encinares, mestizales y coscojales cualesquiera que sean sus variedades y sus métodos de beneficio, esto es: ya se aprovechen en monte alto, bajo o tallar, ya en dehesas de pasto o en dehesas de pasto y labor.
>
> 3º: Que se puede proceder, desde luego, a la enajenación de las fresnedas, olmedas, lentiscales, lentiscales, cornicabrales, tarayales, alamedas, saucedas, retamares, acebuchales, almezales, bojedas, jarales, tomillares, brezales, palmitares y demás montes no comprendidos en las dos bases anteriores.

Cada uno de los géneros o familias expuestos en principio en los tres grupos, va a ser descrito con gran precisión, incluyendo además de las especies que componen cada formación, el área o áreas de distribución en España e incluso la altitud y otros datos técnicos de la especie. De forma que quedan suficientemente claras las razones científicas y técnicas por las que se integran en un grupo u otro. Este cambio en el criterio del Informe de la Junta Consultiva va a ser primordial, no sólo para definir mejor la clasificación, sino también para poner a salvo determinados ámbitos que era necesario conservar. En el apartado primero, además de proponer como exceptuadas áreas que contengan monte arbolado, proponen otras formaciones que, su estructura es achaparrada, arbustiva o de matorral de alta montaña, como los enebrales, enebrales achaparrados, enebrales comunes, enebrales-sabinares o piornales, lo que demuestra un criterio absolutamente acertado.

3.2. El Catálogo de Montes exceptuados de la desamortización de 1862 (Granada)

El Informe de la Junta Consultiva de Montes, fue el instrumento que resultó indispensable para confeccionar el nuevo catálogo y el primero en su categoría en nuestro país, ya que sienta los

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

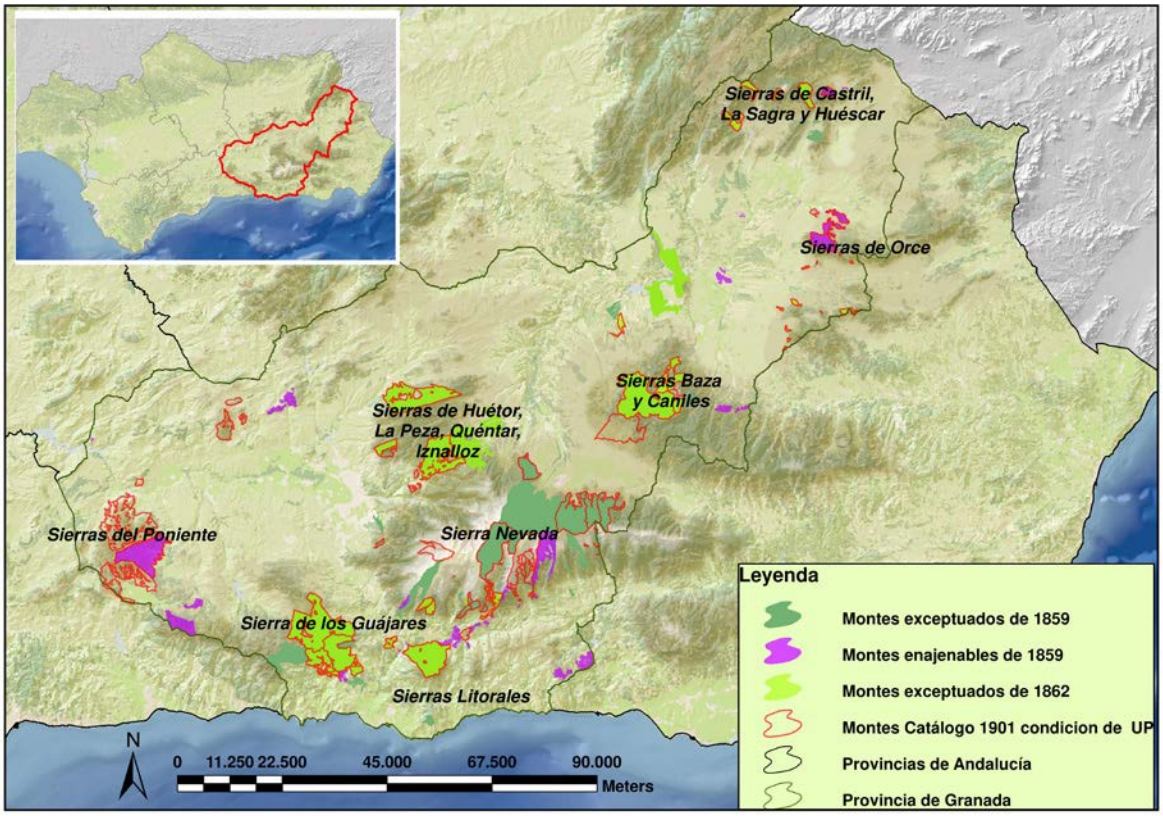
pilares filosófico-jurídicos de la Política Forestal Española. Sin embargo el Real Decreto de 22 de enero de 1862 supuso un nuevo giro en el Catálogo de los Montes Exceptuados de la Desamortización, pues Hacienda entregó a la venta todos los montes que eran de la segunda y la tercera clase. Recuérdese, que éstos eran los que podían venderse sin necesidad de un previo reconocimiento, y los que no podían venderse sin un previo reconocimiento. Basados en el Real Decreto del Ministerio de Fomento de 26 de Octubre de 1855 desarrolló la forma de dar cumplimiento a la Ley de 1º de Mayo y dispuso: 1º: Que deben quedar bajo el dominio público, y no pueden, por consecuencia, enajenarse, los montes de abetos, pinabetes, pinsapos, pinos, enebros, sabinas, tejos, hayas, castaños, alisos, abedules, robles, rebollos, quejigos, acebos y piornos, cualesquiera que sean sus especies, su método de beneficio y la localidad donde se hallaren. 2º: Que se declaren de dudosa venta, y sujetos, por consiguiente, a previo reconocimiento, los alcornocales, encinares, mestizales y coscojeras cualesquiera que sean sus variedades y sus métodos de beneficio, esto es, ya se aprovechen en monte alto, bajo o tallar, ya en dehesas de pasto y labor. 3º: Que puede procederse, a la enajenación de las fresnedas, olmedas, almezales, alamedas, saucedas, lentiscales, cornicabrales, tarayales, retamares, acebuchales, bojedas, tomillares, brezales, jarales, palmitares y demás montes no comprendidos en las dos bases anteriores y exceptuará de la venta solamente los montes que se encontraban poblados de pino, roble o haya que por sí mismos o unidos a otros que no distasen más de un kilómetro tuvieran una superficie de al menos 100 hectáreas. Ateniéndose a este criterio el Catálogo de los Montes Públicos Exceptuados en la provincia de Granada cambia sustancialmente. Se aprecian de este modo dos importantes novedades en el mismo respecto a la Clasificación General de 1859. Por una parte, aunque no en el número de predios, se ve reducida en más de treinta mil hectáreas y a la mitad de los predios, la segunda novedad es que ahora van a aparecer dos montes propiedad de corporaciones civiles, concretamente pertenecientes al Hospital de la Villa de la Puebla de D. Fadrique. De esta forma el Catálogo de Montes Públicos Exceptuados de la desamortización para la provincia de Granada se compondrá de un total de 35 montes, cuya superficie se aproxima a las ochenta y una mil hectáreas, todas ellas contienen como especie principal pinos conforme a lo preceptuado en el Real Decreto del Ministerio de Fomento de 26 de Octubre de 1855, fruto de la propuesta del Informe de la Junta Consultiva de Montes.

En el Catálogo se incluyeron no sólo los pertenecientes a los pueblos que contenía el formado en virtud del Real Decreto de 22 de enero de 1862 y exceptuados por su especie y cabida, sino también los no incluidos en dicho Catálogo. Aquellos que con arreglo a las bases contenidas en dicha circular, debían también considerarse como de pública utilidad por hallarse situados en la zona forestal y reunían las dichas condiciones que en las bases se establecían. En su virtud, en el nuevo catálogo figuran montes como los de Alhama, Víznar, Íllora, Loja, Zafarraya, Mecina Fondales y Atarfe que no contienen especie alguna leñosa de importancia forestal, pero debían considerarse como yermos, situados en fuertes pendientes. Otros como los de Aldeire, La Calahorra, Cogollos de Guadix, Dólar, Ferreira, Huéneja, Jéres, Lanteira, Capileira, Pitres, Trevélez, Bérchules, Laroles, Mecina Bombarón, Charches y Orce que estaban poblados de encinas, por más que éstos dos últimos contenían escasísima cantidad de dicha especie, siendo su cabida superior a 100 hectáreas. En el monte de Pedro Martínez, que venía figurando en los Planes de Aprovechamientos con atocha por especie dominante, se había observado que existía algún pino carrasco, aunque en muy escasa cantidad y creyeron que también debían consignarlo entre los exceptuados. El denominado «La Canaleja» perteneciente al pueblo de Quéntar que venía figurando en los planes de aprovechamientos con 85 hectáreas de cabida aforada, y aunque en los documentos que obraban en las oficinas del Distrito, relativos a los trabajos de rectificación practicados en este monte, se calculaba que contaba con 103,13 hectáreas, distando menos de 1 kilómetro del monte de Quén-

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

tar nº 11 del catálogo actual, y no estar poblado con especies de importancia forestal, al ser una pendiente muy fuerte se determinó incluirlo en el nuevo catálogo. Dejan de incluirse en el mismo los montes de Castillejar, Benamaurel, Freila y La Zubia por hallarse situados en la región inferior, de piedemonte al estar poblados de atochas los tres primeros y radicar todos ellos en pendiente y no reclamar su repoblación.

Figura 1: Localización de los montes según los distintos catálogos. Delimitación aproximada a partir del actual catálogo de Montes Públicos REDIAM. Junta de Andalucía 2017 y por su localización en el territorio los enajenables.



Fuente: Clasificación General de Montes Públicos de 1859, Catálogo de Montes exceptuados de 1862 y Catálogo de 1901. Elaboración propia

Entre los que contiene el Catálogo de 1862, los nº 34 y 35, denominados Cueva de la Cadena y Canaleja pertenecientes al Hospital de la Puebla de D. Fadrique, venían siendo de titularidad particular en virtud de compra hecha al Estado el 24 de Julio de 1862 o sea, con anterioridad a la Real Orden aprobatoria del Catálogo de los de Noviembre de 1863; y dejan por tanto de incluirse en el de nueva formación.

No figura en el catálogo de 1862, ningún monte perteneciente al Estado incluyéndose ahora el denominado «Calar de casa Heredia» que habiendo pertenecido a dominio particular había pasado recientemente a poder del Estado por débitos de Contribución, habiéndose incoado expediente de inclusión en el catálogo por este Distrito que el 9 de septiembre último remitió a la Dirección General de Montes.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 1: Resumen de montes por su pertenencia y superficie según la Clasificación General de Montes Públicos de 1859 y Catálogo de Montes Públicos Exceptuados de la Desamortización de 1862. Superficie en Hectáreas

Fuente	Pertenencia a los pueblos		Ayuntamiento		Corp. civil		Total	
	Nº	Hª	Nº	Hª	Nº	Hª	Nº	Hª
Clasificación General de 1859 Enajenables	32	36.244,25	--	--	--	--	32	36.244,25
Clasificación General de 1859 Exceptuados	66	114.393,32					66	114.393,32
Catálogo de Montes Públicos Exceptuados de la desamortización de 1862	33	79.707,00	--	--	2	1.224,00	35	80.931,00

Fuente: Clasificación General de Montes Públicos de 1859 y Catálogo de Montes Públicos Exceptuados de la Desamortización de 1862. Elaboración propia

Por las mismas razones y por tener una cabida menos de 100 hectáreas dejaron también de incluirse los de Galera, –Cerro de la Pez y Cejos del llano de la Boja–, Restabal, Cájar, Quéntar, –Umbría de Los Muñoces– y Almegíjar. Los montes de Polopos y Fregenite, tampoco se incluyeron por pertenecer al Sr. Conde de Santa Coloma, no teniendo los pueblos respectivos más que derecho al disfrute de la bellota. Por último los de Alquife, Mairena, Alcázar, Guadix, –Dehesa de Caza y Dehesa de los Cuartos– y Dílar, dejan también de incluirse en este catálogo por haber sido vendidos por la Hacienda, si bien de los últimos cuatro no se había comunicado su adjudicación por Hacienda y en cuanto al último se formuló reclamación por el Distrito contra la venta sin que hasta la fecha hubiera sido resuelta.

Se produce una importante variación en el número de montes como de hectáreas clasificadas entre la clasificación general de montes de 1859 (98 montes y 150.637,57 hª) y el catálogo de 1862 (33 montes y 80.931,00 hª). Asimismo, no existía coincidencia en cuanto a los montes que se exceptúan en 1859 y 1862 (Figura 1) con la repercusión que posteriormente tendrá en el catálogo de 1901 por su condición de Utilidad Pública que supondrá la unión en parte de las dos anteriores (Cuadro 1 y Figuras 1 y 2). La superficie media por monte supera las dos mil trescientas hectáreas y como consecuencia de ello no resultará fácil la venta de tales predios o en su caso, no resultarán asequibles a la generalidad de los interesados por lo que en este caso no se cumplirá lo que se preveía en la Ley desamortizadora.

En pleno proceso desamortizador se produce una nueva rectificación del Catálogo de los Montes Públicos exceptuados de la desamortización sobre los montes que se habían catalogado entre (1877-1896), a estas alturas todavía Hacienda no se encuentra satisfecha y se resiste a dar por aceptado el Catálogo de los Montes Exceptuados de 1862. Ello se pone de manifiesto en la Ley de Presupuestos de 29 de mayo de 1868 que autoriza al Estado a poner a la venta todos los montes exceptuados de la desamortización, con el propósito de acudir en auxilio de la quebrada Hacienda según se planteaba en el artículo 7º del proyecto de Ley de Montes de 5 de Noviembre de 1872. En Granada sólo afectó a 13 montes, de los cuales en solo cuatro de ellos se producen cambios aunque poco significativos sobre la especie que contienen, el resto cambian respecto a la superficie inicial con la que se presentaban en el anterior catálogo de 1859, no siendo significativos los cambios respecto al catálogo de 1862 ni por superficie ni por montes afectados. Ante la insisten-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

cia de la venta por Hacienda de la superficie forestal pública, es de suponer que la rectificación está enfocada, no a sacar los montes del Catálogo de los Exceptuados para considerarlos predios enajenables sino a trabajar sobre la relación ya existente, rectificando superficies y cabidas. Puede considerarse una estrategia para salvar del nuevo peligro de venta de algunos predios que se suponen ya señalaban ingresos importantes y que se debieron defender.

3.3. El Catálogo de Montes Exceptuados de la desamortización de 1901. El concepto Utilidad Pública

Como consecuencia una vez más de la situación económica del Estado, se desarrolla la Ley de 30 de agosto de 1896, de modificación de impuestos que dispone en el artículo 8º la revisión y formación definitiva del catálogo de los Montes que, por razones de utilidad pública, deben quedar exceptuados de la venta:

> Se procederá por el Ministerio de Fomento, de acuerdo con el de Hacienda, a la revisión y formación definitiva del Catálogo de los montes que, por razones de utilidad pública, deban quedar exceptuados de la venta. Los restantes montes públicos exceptuados por concepto distinto del expresado anteriormente, así como los enajenables, pasarán a cargo del Ministerio de Hacienda, con la intervención facultativa en la conservación y mejora o venta respectiva de ellos aplicándose a aquel servicio el 10% de todos sus aprovechamientos. (Gaceta de Madrid 31 de agosto de 1896)

Para su cumplimiento se dicta el Real Decreto de 20 de Septiembre de 1896, en el que se fijan reglas y plazos e instando la coordinación entre el Ministerio de Hacienda y el de Fomento para la formación de dicho Catálogo. Además de ello se define ya el concepto de Montes de Utilidad Pública como:

> […] a los efectos del artículo 8º de la Ley de 30 de Agosto […] se entenderá que son montes de Utilidad Pública las masas de arbolado y terrenos forestales que por su condición de situación de suelo y de área sea necesario mantener poblado o repoblar de vegetación arbórea forestal para garantir, por su influencia física en el país en las comarcas naturales donde tenga su asiento, la salubridad pública, el mejor régimen de las aguas, la salubridad de los terrenos o la fertilidad de las tierras destinadas a la agricultura, revisándose con sujeción a este criterio del actual Catálogo de los montes exceptuados por su especie y cabida.

Asimismo insta a los Ministros de Fomento y Hacienda en el artículo 2º a que:

> Procederán de común acuerdo a determinar los montes comprendidos en dicho catálogo que deban excluirse del mismo por carecer de condiciones de Utilidad pública como también los que no figuran en dicho catálogo y deban incluirse en él por reunir aquellas condiciones.

De este modo se produce un paso más en la configuración del catálogo de los Montes Públicos Exceptuados de la Desamortización.

La formación del Catálogo de los Montes de Utilidad Pública exceptuados de la desamortización por su condición de utilidad pública, (Figura 2) conllevará un largo proceso hasta que llega a elevarse a definitiva, es en ese momento en el que nace el Catálogo de Montes de Utilidad Pública.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

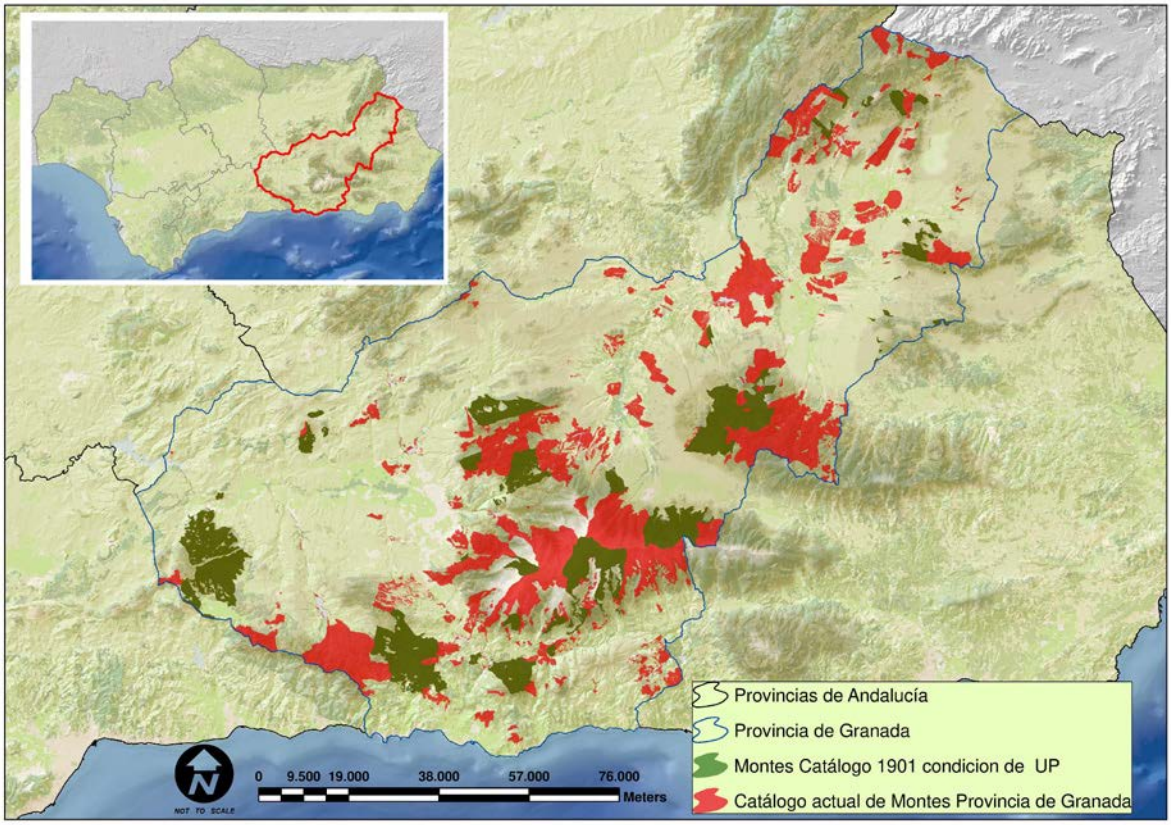
La inexistente coordinación entre el Ministerio de Hacienda y el de Fomento se vio reflejada en los resultados del catálogo, pues al mismo tiempo que se estaba diseñando el Catálogo de los Montes exceptuados por razón de Utilidad Pública, por cuenta del Cuerpo de Ingenieros de Montes, se elabora una relación paralela que contenía aquellos montes que no revestían interés general. Éstos pasaron a manos del Ministerio de Hacienda en virtud de lo establecido en el artículo 8º de la Ley de 30 de Agosto de 1897 sobre modificación de impuestos, al mismo tiempo que el Distrito Forestal trabaja en el reconocimiento de los predios que debía proponer para ser exceptuados de la desamortización, ardua tarea, dadas las circunstancias territoriales. Sin embargo en muchos casos Hacienda actuará de forma independiente, con ello el Distrito Forestal, cuando propone la relación de montes que deben ser exceptuados por causa de Utilidad Pública, se encuentra con reclamaciones sobre esos mismos montes o parte de ellos que Hacienda había subastado y entregado al rematante. En este sentido, el parte de servicio de los meses de Julio, Agosto y Septiembre de 1933 correspondiente al personal al servicio del Distrito Forestal de Granada declara, por ejemplo, que el Ingeniero Jefe del Distrito se dedicó desde el día 5 de Julio a recorrer las sierras de la zona norte de la provincia. El día 5 se desplazó a Huéscar, los días 6-7 reconocimiento del monte Calar de la Puebla, días 8-9 viajó de La Puebla a Huéscar para reconocimiento del Monte Dehesa del Horcajón y Rincón del Obispo, los días 10, 11y 12 reconocimiento de los montes Umbría de la Sagra, Barranco del Buitre y Tornajuelo y Solana de la Sierra del Muerto de Huéscar, día 13 viajó de Huéscar a Baza, día 14 reconocimiento de los montes Realenguillo y Umbría de Hellín de Baza, día 15 reconocimiento de los Montes Pinar de la Fuenfría y Calar de Santa Bárbara, día 16 reconocimiento de los montes Calar de Rapa y Poyos de la Tejera, día 17 regresó de Baza a Granada. Como observamos, el ingeniero invirtió en los desplazamientos 12 días, mientras que en la actualidad se necesitan solo horas para cumplir esta misión, razón por la que los trámites eran tan lentos y en ocasiones poco fiables.

Es por este motivo que la administración forestal entrará en una situación por la que debe defender a toda costa los montes que considera cumplen con el requisito de Utilidad Pública. En esta tarea se encontrará el Consejo Forestal y la Comisión Clasificadora de los Montes Públicos junto al Cuerpo Nacional de Ingenieros de Montes, en el Distrito Forestal provincial.

La importancia de los montes que pasaron a manos privadas no radica solo en el número de predios y el número de hectáreas sino en las propias características de muchos de ellos. Este aspecto viene a ser confirmado, ya en los años cincuenta en que se produce la readquisición por el Estado de muchos de esos predios precisamente por las razones contrarias que se esgrimían cuando fueron rematados, «su importancia cosmológica o su importancia en la física del globo». Se readquirieron montes destinados a la corrección hidrológico-forestal en las Sierras de Huétor. Estos montes fueron enajenados y sometidos al carboneo intensivo según demuestran los numerosos vestigios, tanto asentamientos carboneros como las numerosas caleras que se explotaron y que fueron los responsables de la alta deforestación producida acompañada de la presencia de un número importante de cabezas de ganado cabrío, roturaciones, etc…. Otros montes de importancia fueron readquiridos para incluirlos en zonas declaradas protegidas como es el caso del monte la Dehesilla de Dílar del Parque Nacional de Sierra Nevada.

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

Figura 2: Catálogo de Montes de Utilidad Pública de 1901 y Catálogo actual de Montes Públicos de la provincia de Granada



Fuente: Montes Públicos incluidos en el catálogo de 1901 y actual, REDIAM, Junta de Andalucía. Elaboración propia

Cuadro 2: Montes subastados con distintos nombres según la Clasificación General. Elaboración propia. Catálogo de los Montes Públicos exceptuados de la desamortización de 1901

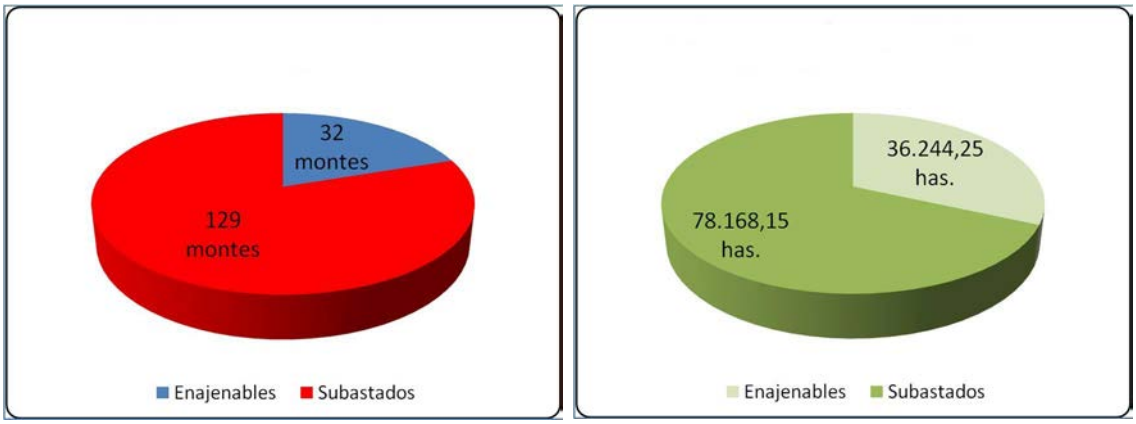
Monte	Hª Subasta	Hª Clasif 1901	Exceptuado o Enajenable
Del Pueblo de Cogollos	4000	1000	Exceptuado
Del Pueblo de Jéres	2560	6000	Exceptuado
Guadix o Pinar Verde	3629	3629	Exceptuado
El Coto de Bubión	30	60	Exceptuado
Chorrerillas Capileira	500	500	Exceptuado
Chaparral de Bérchules	2500	2500	Exceptuado
Chaparral de Laroles	4000	4000	Exceptuado
Sierras de la Calahorra	500	360	Exceptuado
Parapanda o Sierrezuelas Altas Íllora	1074	1000	Exceptuado
El Coto de Pitres	140	140	Exceptuado
Del Pueblo de Trevélez	3000	3000	Exceptuado
Total	22373	21749	

Fuente: Expedientes Hacienda Archivo Histórico Provincial de Granada. Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En cuanto a los montes enajenables se confeccionó una relación conforme a la Real Orden de 11 de febrero de 1893, el Ministerio de Fomento aprobó el listado de montes enajenables que fue remitido a Hacienda como un avance de la suma de las relaciones de montes enajenables que se iban formando, con arreglo a otra Real Orden anterior –Real Orden de 8 de 1877.– Las previsiones desamortizadoras de Hacienda eran muy superiores a lo que luego se propondría desde la provincia y que iban a ser ratificadas por el Ministerio de Fomento. Se proponían nueve montes como enajenables con una superficie total de más de catorce mil hectáreas, el 40,4 % enajenables. La formación del Catálogo de 1901 en la provincia de Granada estuvo constituido por los trámites correspondientes a partir de la Ley de 30 de agosto de 1896, de modificación de impuestos y por el Real Decreto de 20 de Septiembre de 1896, en el que se fijan reglas y plazos y se insta a la coordinación entre el Ministerio de Hacienda y el de Fomento para la formación de dicho Catálogo.

Gráficas 1 y 2: Comparativas de los montes y superficie forestal declarados enajenables y los que fueron finalmente subastados por Hacienda a partir de 1859.



Fuente: Archivo Histórico Provincial de Granada, Clasificación General de Montes Públicos hecha por el Cuerpo de Ingenieros del ramo en cumplimiento de lo prescrito por el Real Decreto de 16 de febrero de 1859. Elaboración propia

Un nuevo conflicto surgiría a partir de la propuesta de rectificación del catálogo de Montes Exceptuados de la Desamortización. Tras más de cinco años de controversia para decidir qué montes debían pasar a ser enajenables y cuales debían aparecer en el Catálogo de los exceptuados. De nuevo, a pesar de lo pretendido y una vez más como consecuencia de la gestión realizada por el Distrito Forestal de Granada, se producirá un aumento tanto en el número de predios exceptuados como en su superficie. En este caso la causa de Utilidad Pública tendría un gran peso.

Cuadro 3: Resultados del proceso desamortizador en la provincia de Granada, montes subastados

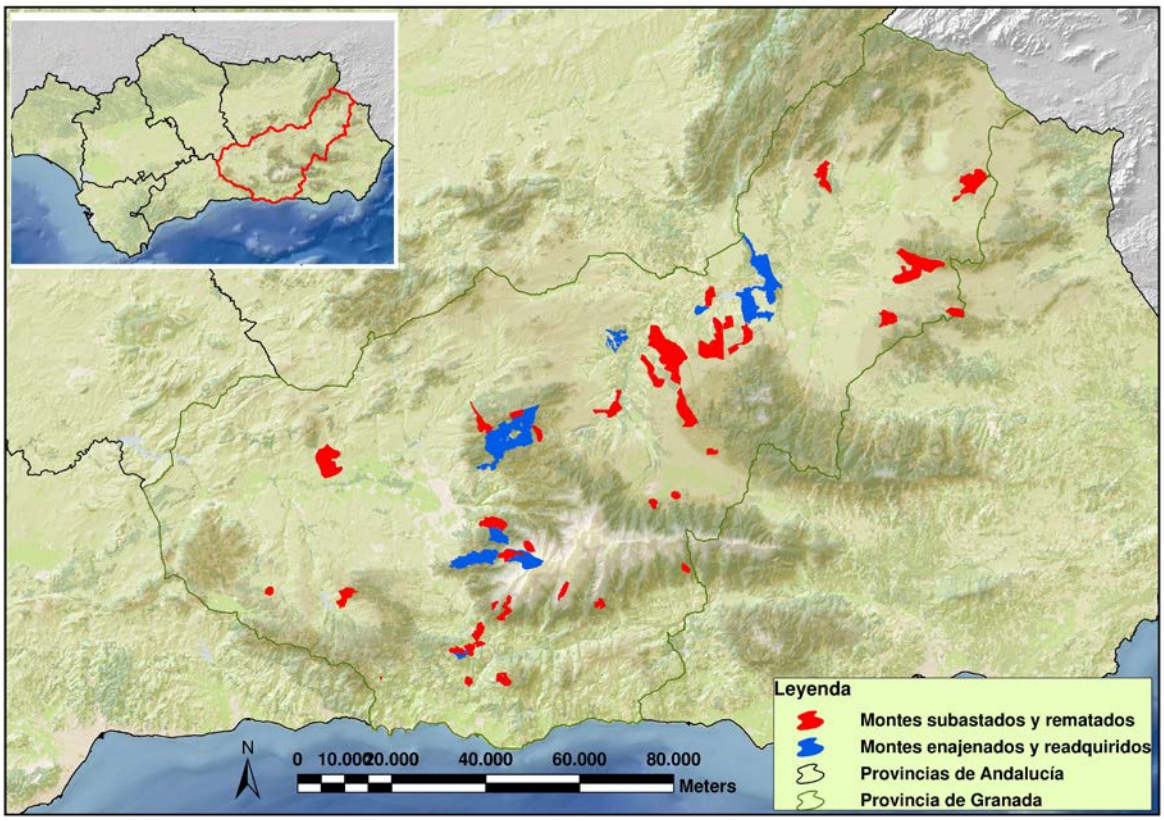
	Número	Superficie hectáreas
Predios Rematados	96	43303.34
Predios No Rematados	30	31680.78
Predios dudosos	3	4.431,00
Totales……	129	79415,1

Fuente: Archivo Histórico Provincial de Granada, Boletines Oficiales de Ventas de Bienes Nacionales, Boletines Oficiales de la Provincia de Granada. Elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Hasta llegar al catálogo actual de Montes Públicos, se produjeron sucesivas revisiones de los mismos, bajo el criterio de la Utilidad Pública que es el concepto predominante a partir del catálogo de 1901.

Figura 3: Mapa de distribución de los montes subastados y rematados y rematados y readquiridos a lo largo del proceso desamortizador en la provincia de Granada 1855-1924. Delimitación aproximada partir del actual catálogo de Montes Públicos REDIAM. Junta de Andalucía 2017 y por su ubicación en el territorio los enajenables.



Fuente: Expedientes Archivo Histórico Provincial de Granada, Boletines Oficiales de Ventas de Bienes Nacionales, Boletines Oficiales de la Provincia de Granada. Elaboración propia.

En cuanto a los montes enajenados, (figura 3) existe una dispersión en la provincia de Granada, aunque con características similares. Éstos podemos dividirlos en dos grupos principales, uno, los montes que fueron enajenados y posteriormente readquiridos por la administración forestal, que vendrá a dar la razón a la defensa que se llevó a cabo en contra de su enajenación y en segundo lugar el resto de montes que se mantuvieron en manos privadas. Los primeros destacan por su mayor superficie y por sus valores ecológicos, se concentran localizados en tres puntos principales de la provincia, las Sierras de Huétor, en el centro geográfico de la provincia cuyas características en el momento de la enajenación según el Diccionario de Madoz;

> Comprende los caseríos y cortijos de Síllar Alta 12 vecinos, prado negro 7 vecinos, la solana 6 vecinos, La Ermita de Fardes 6, Linillos, las Minas, La Gallega, las Chorreras, Las Mimbres, Majalijar, Collado del Agua, Tomaima, La Doncella, Pedro Andrés, Cañada Espinosa, El Peral, El Molino, El Colladillo, La Casilla, El Romeral, Almodejar, Despeñadero, Nacimiento de Correa, Doña Juana, El Gigante, El Chorrillo, Carbonales, El Pozuelo, etc..., en todos se cuentan 47 diseminados en la expresada sierra. Una cuarta parte del terreno

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

es de labor, 2/3 de inferior calidad y la restante regular; además hay monte bajo y alto, y otra porción de tierra inculta. Los pastos son abundantísimos y en 1810 contaba el pueblo 30.000 cabezas de cabrío.

Imagen 1: Pinar de *Pinus sylvestris nevadensis* al fondo. Monte la Dehesilla. Parque Nacional de Sierra Nevada.

Fuente: Miguel Angel Mesa Garrido

La Dehesilla fue incluida en el Parque Nacional de Sierra Nevada por sus altos valores ecológicos. La existencia de pinares naturales de *Pinus nigra* subespecie *Salzmannii*, *Pinus pinaster* L. y principalmente por la existencia del principal pinar de *Pinus sylvestris* de la subespecie *nevadensis*, única en esta zona y en los Prados del Rey en la Sierra de Baza. En el proceso repoblador los criterios e intereses variaron considerablemente respecto a los actuales, razón por la que este monte fue rematado. (Imágenes 1 y 2)

Viene a confirmar la alta deforestación de la zona, razón por la que serían desamortizados estos predios, sin embargo, el problema se agravaría a lo largo de los años, lo que les confirió la necesidad de su declaración como zona de interés forestal, de repoblación obligatoria o cualquiera de las figuras de declaración para iniciar la reforestación urgente ya en los años cuarenta del siglo XX.

La segunda zona se encuentra situada en la jurisdicción de Dílar y Monachil, situada al pie de Sierra Nevada. Según el Diccionario de Madoz, «el terreno roturado es bastante fértil particularmente el del Norte y Este y lo restante montuoso en la sierra» que vendría a confirmar una situación similar a la zona anterior. Terrenos que fueron readquiridos en distintas épocas a partir

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de 1946 para la repoblación forestal y el monte La Dehesilla, adquirido en 2001 ya incluido en el Parque Nacional de Sierra Nevada, por sus valores ecológicos además de su estado de conservación en la que existe el principal pinar de *Pinus sylvestris* subsp. *nevadensis*.

Imagen 2: Detalle del robledal, Dehesa de San Juan. Parque Nacional de Sierra Nevada

Fuente: Miguel Angel Mesa Garrido

El robledar o melojar, constituye uno de los mayores valores naturales junto a los pinares autóctonos en Sierra Nevada. La dehesa de San Juan al pie de la Alcazaba en el Río Genil constituye un ecosistema único, digno de la declaración de Parque Nacional actual.

La tercera zona situada al norte de la provincia en los municipios de Pedro Martínez, cuyo terreno según Madoz «e*s montuoso, de labor y de secano, con algunos pedazos poblados de pinos, carrascos y en casi todo el término monte bajo de atocha, retama y romero.* Pinares de la especie *halepensis* cuya importancia radica en la autoctonía y Zújar que según Madoz;

> La calidad del terreno es variable pero el que más domina es el pedregoso, cubierto con una ligera capa de tierra vegetal debida al incesante abono que le dan sus cultivadores. La principal montaña que se encuentra en el término es la expresada de jabalcón, aislada al parecer, y de considerable altura: es bastante escarpada, y se compone de una piedra sólida y rojiza al par que azulada, cubierta de atochar, con algunos chaparros y sabinas en las grietas y cimas de sus peñascos.

Estos terrenos (Imágenes 3 y 4) presentan altos valores ecológicos y paisajísticos, suelos compuestos principalmente por arcillas versicolor del triásico que recuerdan al Cañón del Colorado, de ahí el nombre del monte (Monte Los Coloraos). Rematado también en el proceso repoblador por no tener valores y readquirido en 1989 por la razón contraria.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Imagen 3: Tipología del terreno enajenado. Sector Norte de la provincia de Granada

Imagen 4: Tipología del terreno enajenado. Sector Norte de la provincia de Granada

Fuente: Miguel Angel Mesa Garrido

El resto de montes que pasaron a manos privadas mantenían características similares, destacaba su alta deforestación no sólo por la acción antrópica sino por sus propias características. Según Madoz, las características de los montes enajenados es:

> terreno seco y montuoso, las tierras areniscas de tercera y cuarta clase, terreno pedregoso y endeble, habiéndose metido últimamente en cultivo una gran porción de tierra montuosa, terreno quebrado en su mayor parte, flojo, aunque hay cañadas de buena miga con riego, está poblado de monte bajo y atochas, terreno de buena calidad para cereales, y la mayor parte de secano, el inculto tiene algún monte de pinos, encinas y chaparros, enebros, romerales, atochares y matas bajas, todo muy deteriorado, terreno de regular calidad, cubierto de atochas y romeros, cuya clase de monte es la que más domina.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4. Conclusiones

La subasta de montes catalogados se va a producir a lo largo de todo el periodo desamortizador, aunque tras la rectificación de 1859 no se va a realizar la subasta de ninguno de los contenidos en el Catálogo de los Exceptuados de 1862. La situación será muy distinta tras la publicación del Catálogo de Montes Públicos Exceptuados de la Desamortización de 1901. Tras la misma, se ponen en venta por Hacienda en Granada un total de 11 montes (cuadro 2) de los 60 exceptuados, lo que suponen más del 18 % respecto al total de los exceptuados.

Asimismo, se investigaron un número importante de montes de los que se habían solicitado la excepción alegando uso común o dehesa boyal. Este es el caso del Monte denominado «El Coto» en Pitres, en el que Hacienda remite escrito al Alcalde pidiendo que comunique si ha solicitado la excepción de venta y además justifique la propiedad del monte «El Coto» al pueblo con documentos. Como se puede observar, Hacienda no dudaba en realizar todas las investigaciones oportunas y reclamaba todos los documentos que estimaba y no dictaba resolución favorable a la excepción hasta que no se demostraba la propiedad del pueblo del predio investigado.

En este proceso, en el que se desarrollan multitud de preceptos legales, unos dirigidos a la venta de los montes públicos y otros a lo contrario y que enfrenta a dos Ministerios –el de Hacienda y el de Fomento– la provincia de Granada se ve afectada en dos aspectos. En primer lugar, el importante número de hectáreas que salieron a subasta a lo largo del período y que aunque no todas fueran rematadas, el perjuicio que ocasionó sí fue importante. En segundo lugar, tuvo una gran repercusión el tipo de montes que pasaron a manos privadas, prueba de ello será su posterior adquisición por el Estado. En definitiva, la importancia de la desamortización de los montes públicos en la provincia de Granada estuvo marcada más que por la venta de una gran superficie forestal o el número de montes enajenados, por las características y la importancia de los predios que pasaron a manos privadas, principalmente aquellos que fueron readquiridos para su restauración hidrológico-forestal debido a sus valores ecológicos, los cuales actualmente forman parte de espacios naturales protegidos. Los enajenados que pasaron a manos privadas definitivamente fueron casi en su totalidad los que debían pasar por sus cualidades ecológicas.

La mayoría de la montaña granadina estuvo sometida a la venta de montes públicos desde el principio, aunque hay que reconocer que el proceso no comenzaba en la provincia con unas expectativas negativas ya que la superficie exceptuada y el número de predios, en principio, supera a la superficie enajenable considerablemente. La distribución territorial de los montes según la Clasificación General de 1859, en principio es bastante alentadora ya que los montes exceptuados y enajenables, aunque no siguen una lógica dentro del largo proceso de desamortización y de construcción del Catálogo de Montes Públicos, aprovechan el proceso desamortizador para afianzar una parte del territorio que se exceptúa y con el que se construirá el primer Catálogo de Montes Públicos, lo que en principio fue la Clasificación General de Montes Públicos de 1859.

La Clasificación General supondría el punto de partida de lo que luego será el Catálogo definitivo. En un principio se partía de 32 montes y 36.244,25 hectáreas enajenables y 66 montes con 114.393,32 hectáreas exceptuadas de la desamortización. En el Catálogo de 1862 se clasifican como exceptuados sólo 35 montes a diferencia de los 66 de la Clasificación General de 1859, y sólo una superficie de 80.931 h^a, se pierde una superficie total de 33.462,32 hectáreas. Esta revisión de la clasificación produjo cambios sustanciales tanto en el número de montes, como del total de hectáreas y conlleva que salgan de la Clasificación algunos montes de los exceptuados, –Bérchules, Bubión, Capileira, Cogollos de Guadix, Dílar, Dólar, Ferreira, Huéneja, Jéres, La Calahorra,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Lanjarón, Lanteira, Laroles, Lobres, Mairena, Mecina Bombarón, Molvizar, Monachil, Nechite, Otívar, Padul, Pampaneira, Pitres, Polopos, Torvizcón, Trevélez, Válor, Yégen y Pórtugos–. Por el contrario, aparecerán como exceptuados otros montes que no se habían tenido en cuenta en la Clasificación –Rincón del Obispo, La Canaleja y Cueva de la Cadena en la Puebla de D. Fadrique, El Monte de Cúllar Baza–. El Catálogo de 1901 tendría unos resultados más alentadores, no sólo por el aumento en el número de montes y superficie prevista en el catálogo de 1862 sino también por el significado que tendría el Catálogo de los Montes por su condición de Utilidad Pública, concepto que vino a ser determinante en el resto de políticas posteriores sobre los montes. En el Catálogo de 1901 se incluyen un total de 60 montes con una superficie de 118.707 hectáreas y van a entrar otros montes cuya situación se aclara en el transcurso del proceso entre un catálogo y otro. En este sentido se incluyen montes pertenecientes a los pueblos –Monte de Dílar, Monte de Aldeire, Cogollos de Guadix, Dólar, Ferreira, Huéneja, Jéres del Marquesado, Lanteira, Bubión, Capileira, Bérchules, Laroles, Sierras de Alhama, la Calahorra, Carches, Íllora, Loja, la Solana de Mecina Fondales, Sierras de Orce, Coto de Pitres y Pórtugos, El Calar de la Puebla, La Canaleja y Umbría de los Muñoces de Quéntar, Monte del Pueblo de Trevélez y Zafarraya y Sierras de Víznar– y salen del catálogo dos montes en la Puebla de D. Fadrique y el monte de Zújar.

De los bienes ocultos se incautaría el Estado una vez informados por los Investigadores, de tal manera que por cada finca no declarada que los investigadores descubrieran cobraban una comisión del 25% del valor de tasación, para fincas urbanas y del 20 % para las fincas rústicas (Art. 77-78, Instrucción de 31 de Mayo de 1855). La investigación en la mayoría de los casos se tramitaba a instancias de Hacienda como consecuencia de haberse promovido con anterioridad expedientes de excepción. Por tanto, no se efectuaba la excepción de la venta de predios hasta que no concluía el expediente de investigación promovido a instancias de Hacienda, con lo que el margen de maniobra para Fomento y los titulares de los predios, serán casi nulos en cuanto a la ocultación o estrategia dirigida a exceptuar algunos predios. Incluso vemos aquí la división en 12 lotes efectuada en el monte de Jéres, que fue enajenado pero por quiebra en el pago de los plazos y problemas relacionados con la cabida se investigaba.

Aunque afectó a una superficie importante, los resultados de la desamortización en Granada, tienen especial relevancia por el tipo de predios que se remataron. Si en principio carecían de interés, o al menos eso fue lo que se tuvo que proponer en ese momento por su estado de conservación y por sus características, las circunstancias posteriores hicieron lo contrario promoviendo su compra, precisamente basándose en su importancia para la conservación del medio. Entre otros montes los enajenados fueron los situados en Monachil, Cortijos de Diéchar y Dehesilla, en Sierra Nevada, y la mayoría de los montes que actualmente constituyen el Parque Natural de la Sierra de Huétor. Los datos indican que Hacienda pone en venta mediante pública subasta tanto predios enajenables como exceptuados, además de otros de los que disponía no incluidos en ninguna de las relaciones, (Cuadro 3, Gráficas 1 y 2), aunque todos los enajenables salieron a subasta, no todos ellos fueron rematados finalmente. Por esta razón, la subasta se va a dilatar en el tiempo como consecuencia del propio proceso desamortizador y de la oposición legal que encuentra en el territorio sobre todo por parte del Cuerpo de Ingenieros de Montes, que ante la inminente subasta de los montes del Estado y de los Ayuntamientos van a preferir que sean éstos los que gestionen sus territorios, (Calvo Sánchez, 2003). En conclusión, cabe indicar que efectivamente la desamortización en general y especialmente la de los bienes de naturaleza rústica fueron un auténtico caos, no solo por la superficie desamortizada, sino sobre todo por los procedimientos que se siguieron en esta provincia. Mesa Garrido (2016) p. 284

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

5. Referencias bibliográficas

- Araque, Eduardo. (1990). *Los montes públicos en la Sierra de Segura. Siglos XIX y XX*. Granada: Universidad de Granada.
- Araque, Eduardo y Sánchez Martínez, José Domingo. (2006). «La propiedad de los montes en Sierra Morena Occidental (Jaén), a través de algunas fuentes documentales». Elucidario nº 1 .*Seminario bio-bibliográfico Manuel Caballero Venzalá*. Instituto de Estudios Giennenses. Diputación de Jaén págs. 175 a 236. Recuperado de: http://www.ujaen.es/investiga/hum112/Documentos/E.%20Araque%20Jimenez.pdf
- Bibliography on Spanish Commons. Comunidad Europea http://www.collective-action.info/sites/default/files/webmaster/_BIB_COM_SPA.pdf Este sitio web, entre otras fuentes, se basa en investigaciones que han recibido financiación del Consejo de Investigación en el marco del Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea (7PM / 2007-2013) /Convenio de subvención ERC n ° 240928. [Consulta 22 de Junio de 2018]
- Calvo, Luis. (2001). *La Génesis histórica de los montes catalogados de utilidad pública (1855-1901)*. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid
- Calvo, Luis. (2003). *Catálogo de Montes. Origen y evolución histórica (1859-1901)*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. ICONA. Madrid
- Ceferino, Dionisio. y Montero, José (1897). *Manual completo de desamortización e investigación, venta de fincas de bienes nacionales, excepciones civiles y eclesiásticas, propios, montes, parte práctica y administradores de bienes del Estado.* Madrid Imp. de los Hijos de M. G. Hernández. Recuperado de: http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000126379&page=1
- Gaceta de Madrid. (1855). *Manual de desamortización*. Biblioteca Digital de Castilla y León. Imprenta de El Consultor, Valladolid. Recuperado de: http://bibliotecadigital.jcyl.es/es/consulta/registro.cmd?id=19018
- Gaceta de Madrid (1855). *Instrucción para el cumplimiento de la Ley de 1 de Mayo de 1855 sobre bienes declarados en estado de renta, y condiciones generales de su enajenación*. Suplemento de 3 de Junio. Madrid. Recuperado de: http://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1855/883/C00001-00006.pdf
- Gaceta de Madrid (1885). *Sobre subasta de bienes de aprovechamiento común*. núm. 895, de 15 de junio. Recuperado de: https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1855/895/A00002-00002.pdf
- Gaceta de Madrid (1859). *Estableciendo normas para clasificación a partir de conocimiento científico.* nº 47 de 16 de febrero. Recuperado de: https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1859/047/A00003-00004.pdf
- Gaceta de Madrid (1896). *Sobre la revisión y formación definitiva del Catálogo de los montes que, por razones de utilidad pública*. nº 244 de 31 de agosto. Recuperado de: https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1896/244/A00777-00779.pdf
- ICONA. (1987). *Comentarios y actualidad de la Junta consultiva de Montes (Ley de 1 de Mayo de 1855). Madrid:* Ministerio de Agricultura. ICONA. Madrid.
- Madoz, Pascual. (1846-1850). *Diccionario Geográfico-estadístico-histórico de Andalucía. Granada. Estudio introductorio de Joaquín Bosque Maurel.*. (Edición facsímil de Ámbito y Editoriales Andaluzas Unidas.1987. Madrid
- Mangas, José Manuel (1994). «Catálogo de Montes de Utilidad Pública». *Revista Montes* (nº 37). Pp. 18-20. Recuperado de: http://www.revistamontes.net/Buscador.aspx?id=12356
- Mesa, Miguel Angel (2016). *Geografía y política forestal. Análisis general de la gestión de los montes en la provincia de Granada*. Siglos XVIII-XX. Universidad de Granada. Recuperado de: http://digibug.ugr.es/handle/10481/43634
- Novísima Recopilación de las Leyes de España. Tomo III. Libro VII. Título XXIII. Ley III: *Extinción de la Junta y Superintendencia de baldíos y su reintegro a los pueblos y conocimiento de este ramo en el Consejo*. D. Fernando VI por Real resolución, 18 de septiembre de 1747. Madrid. Recuperado de: http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=403945
- Pérez-Soba, Ignacio (2006) La Rectificación del Catálogo de Montes de Utilidad Pública de la Provincia de Zaragoza. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, Nº 28, págs. 167-252. Recuperado de: http://www.derechoaragones.es/i18n/consulta/registro.cmd?id=396652
- Pérez-Soba, Ignacio (2013) Los Montes de Utilidad Pública: Un patrimonio con mucho pasado y mucho futuro. Revista Ambienta 104/Septiembre 2013. Recuperado de: file:///C:/Documents%20and%20Settings/Pc/Mis%20documentos/Downloads/ambienta%20(2).pdf
- Pérez-Soba, Ignacio (2016) Los Montes del Real patrimonio y la Desamortización. Revista de Administración Pública nº 199. Madrid. Recuperado de: http://dx.doi.org/10.18042/cepc/rap.199.03

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Sánchez, José Domingo (1998). *La política forestal en la provincia de Jaén. Una interpretación de la actuación pública durante la etapa de Administración centralizada (1940-1984).* Diputación Provincial de Jaén, pp. 15-35.
- Tomás y Valiente, Francisco (1975). «Problemas metodológicos en el estudio de la desamortización en España: El empleo de las fuentes jurídicas». *I Jornadas de Metodología aplicada a las ciencias históricas*. Santiago de Compostela, Universidad de Santiago. Pág. 37-44
- Tomás y Valiente Francisco (1983). «La Desamortización: Un tema de moda». *Historia 16* nº 8 p. 42
- Trillo San José, Carmen (1999). El Paisaje vegetal en la Granada Islámica y sus transformaciones tras la conquista castellana. Historia Agraria nº 17, Pág. 131-152. Recuperado de: http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/126205/1999%2C%2017%2C%20131-152.pdf?sequence=1
- Trillo San José, Carmen (2004) (Dirección) *Agua, Tierra y Hombres en Al-Andalus. La dimensión agrícola del mundo Nazarí.* Ajbar. Colección Historia. Motril (Granada) file:///F:/Revision/aguatierrahombre.pdf
- Velasco Ceferino y Montero Daza, Juan. *Manual completo de Desamortización e investigación. Venta de fincas de bienes nacionales, excepciones civiles y eclesiásticas, propios, montes, parte práctica y administradores de bienes del Estado*. Imp. de los Hijos de M. G. Hernández. Madrid 1897. http://bdh.bne.es/bnesearch/CompleteSearch.do?field=todos&text=desamortizaci%C3%B3n&showYearItems=&exact=on&textH=&advanced=false&completeText=&pageSize=1&pageSizeAbrv=30&pageNumber=48

Sobre el autor

Miguel Ángel Mesa

Licenciado en Geografía, Máster en Análisis Geográfico en la Ordenación del Territorio. Tecnologías de la Información Geográfica, Doctor por la Universidad de Granada, sobre el tema la política forestal y sus resultados en la provincia de Granada. Técnico Superior en Gestión y Organización de los Recursos Naturales y Paisajísticos. Miembro del Instituto de Desarrollo Regional, forma parte del grupo de investigación SEJ062: Sistema Productivo, Desarrollo Sostenible y Territorio (SIPRODEST).) Funcionario de la Junta de Andalucía, ha ocupado varios puestos en la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio. Tras un largo currículum profesional de más de treinta años, es Coordinador de Unidad Biogeográfica en el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada, donde realiza sus funciones laborales. Ha publicado varios artículos relacionados con la investigación, "La política de los Montes Protectores y su relación con los riesgos naturales en la provincia de Granada", "Pinos autóctonos y conservación de bosques en Andalucía", "La política de gestión de los montes en la provincia de Granada. Siglos XVIII-XX", Inundaciones históricas y desertificación en el sector central de la vertiente Surmediterránea andaluza (Málaga y Granada.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5847

Planificación y ordenación territorial de la caza. Hacia una comarcalización cinegética de Mallorca

Antoni Barceló Adrover[1] ✉ | Miquel Grimalt Gelabert[2]
Jaume Binimelis Sebastián[3]

Recibido: 03/04/2017 | Aceptado: 08/07/2017

Resumen

La caza es una actividad con gran trascendencia social y territorial en Mallorca (Islas Baleares - España), por lo que requiere ser gestionada de acuerdo con criterios sostenibles. Los planes técnicos de caza son los instrumentos orientados a ordenar el aprovechamiento del recurso, si bien éstos presentan ciertas limitaciones de alcance territorial cuando se aplican únicamente coto a coto. El presente trabajo tiene por objetivo el diseño de una comarcalización cinegética de Mallorca que facilite la aplicación integral y efectiva de los criterios de ordenación y gestión de la caza. En este sentido, se ha elaborado una compleja matriz que incluye, por una parte, 30 unidades fisiográficas de Mallorca y, por otra, la asignación de valores a 26 variables de carácter físico, humano y cinegético. Tras el tratamiento estadístico de la tabla multivariante con el programa SPSS, mediante el método de componentes principales y análisis clúster, se ha obtenido la información necesaria para definir agrupaciones territoriales. El modelo propuesto consta de 7 comarcas cinegéticas: Llanos, marinas y sierras menores (1), Cuenca septentrional (2), Marina (3), Garrigas y montes (4), Montaña (5), Palma (6) y Albufera (7).

Palabras clave: Caza; plan técnico de caza; gestión cinegética; comarca cinegética; Mallorca; geografía rural; análisis multivariante

Abstract

Territorial planning and game management. A Model of hunting regions in Mallorca

Hunting has a great social and territorial importance in Mallorca (Balearic Islands - Spain) hence, it should be managed according to sustainable criteria. Technical hunting plans are instruments aimed at resource exploitation regulation, even though they have certain territorial limitations, especially when are limited just to reduced particular hunting spaces. This paper pretends to design a model of hunting regionalization in Mallorca to facilitate the full and effective implementation of the hunting management and planning tools. In this sense, it has been developed a complex multivariate matrix that includes 30 physiographic units of the island linked with 26 variables related to physical environment, human factors and game indicators. Following a multivariate statistical treatment with SPSS program, by means of principal components and cluster analysis method, it was obtained the information necessary to perform territorial grouping. The proposed model consists of 7 hunting regions: Plains, marines and minor mountain ranges (1),

1. Servei de Caça Consell de Mallorca. Universitat de les Illes Balears. barceloadrover@yahoo.es
2. Universitat de les Illes Balears. miquel.grimalt@uib.es
3. Universitat de les Illes Balears. jaume.binimelis@uib.es

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

Northern Basin (2), Marine (3), Scrublands and mountains (4), Mountain (5), Palma (6) and Lagoon (7) .

Key words: Hunting; game management plan; game management; hunting regions; Mallorca; Rural Geography; multivariate analysis.

Résumé

Planification et aménagement territorial de la chasse. Vers une régionalisation de la chasse à Majorque

La chasse est une activité de grande importance sociale et territoriale à Majorque (îles Baléares – Espagne), qui demande à être gérée selon des critères de durabilité. Les plans techniques de chasse sont les instruments qui visent à une exploitation rationnelle des ressources cynégétiques, bien qu'ils présentent certaines limitations à l'échelle territoriale lorsqu'ils sont appliqués au niveau de chaque réserve. Ce travail a pour objectif l'élaboration d'un plan de régionalisation cynégétique de Majorque visant à faciliter l'application intégrale et effective des critères d'aménagement et de gestion de la chasse. À cet effet, une matrice complexe a été élaborée comprenant, d'une part, 30 unités physiographiques de Majorque et, d'autre part, l'assignation de valeurs à 26 variables à caractère physique, humain et cynégétique. Le traitement statistique du tableau multivarié à l'aide du programme SPSS et moyennant la méthode des composants principaux et du clustering, a permis d'obtenir l'information nécessaire à l'établissement de groupements territoriaux. Le modèle proposé comprend 7 régions cynégétiques: Plaines, zones littorales et reliefs montagneux de basse altitude (1), Bassin septentrional (2), Littoral (3), Garrigues et forêts (4), Montagne (5), Palma (6) et Zone marécageuse (7).

Mots clés: Chasse; plan technique de chasse; gestion cynégétique; région cynégétique; Majorque; géographie rurale; analyse multivariée

1. Introducción

Mallorca se sitúa en el Mediterráneo occidental y con una superficie de 3.622,54 km^2 es la mayor de las islas que componen el archipiélago balear. La población en el año 2014 era de 858.313 habitantes (IBESTAT, 2015), lo que supone una densidad de población de 236,93 hab / km^2, si bien hay diferencias entre los municipios más densamente poblados como Palma (2.044,74 hab / km^2) y los menos humanizados como Escorca (1,72 hab / km^2). La población activa está ocupada mayoritariamente en el sector terciario hipertrofiado como consecuencia del desarrollo turístico.

La geografía insular es fisiográficamente muy variada, alternándose áreas de media montaña mediterránea con sectores llanos de intenso aprovechamiento agrario y amplias plataformas miocenas ocupadas por maquias y monte bajo en mosaico con usos agrícolas. En la Sierra de Tramuntana, comarca declarada en 2011 Patrimonio de la Humanidad en la categoría de Paisaje Cultural por la UNESCO, es donde se encuentran las mayores elevaciones que culminan con el Puig Major (1.445 msnm).

La caza es una actividad con gran trascendencia social y territorial en Mallorca. En el año 2013, más de 15.000 personas eran titulares de algún tipo de licencia de caza, cifra que se corresponde con aproximadamente 2% de la población, y existían un total de 87 asociaciones centradas en esta actividad con presencia local en 50 de los 53 municipios (Barceló *et al.*, 2015). Territorialmente,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

el 92,01 % de la isla es susceptible de aprovechamiento cinegético y el número de cotos de caza ronda los 1.500 (Barceló, 2015). El número de especies cuya captura es legal es reducido: 26 de caza menor y 1 de caza mayor. Cabe destacar la existencia de 4 modalidades autóctonas de caza tradicional (caza con perros ibicencos, caza de cabras con perros y lazo, caza del zorzal a *coll* y caza de perdices con *bagues*) y la presencia de la cabra salvaje mallorquina (*Capra hircus cf. dorcas)* que últimamente ha entrado en los circuitos internacionales de turismo cinegético por su exclusivo valor como trofeo.

En este artículo se propone una comarcalización cinegética que estructure la isla en espacios amplios y homogéneos relacionados con la variedad fisiográfica de la isla, y que permita clasificar el territorio insular sin partir de unidades forzadas como pueden ser los límites administrativos municipales o las propias delimitaciones de los espacios acotados. Hasta el momento, en España la mayoría de estudios relacionados con la planificación y la ordenación cinegética provienen de los campos de la biología, de las ciencias ambientales o de las diferentes ingenierías. En cuanto a las contribuciones realizadas desde la óptica geográfica, cabe destacar, entre otras, las siguientes referencias: Araque (2009, 2012), Araque y Crespo (2011), Araque y Moya (2008), Araque, Sánchez y Crespo (2007), Crespo (2013, 2014, 2016), Gómez y López Ontiveros (2001), Mulero Mendigorri (1993, 2013), Mulero y Naranjo (1996), Mulero y Silva (2013), López Ontiveros (1991, 1992, 1994), Martínez Garrido (2000, 2009, 2010), Ocaña y Garzón (2002) y Rengifo Gallego (2008, 2010, 2012). Las vertientes territoriales y socioeconómicas que obligatoriamente incluye la planificación cinegética, de la cual los planes técnicos de caza suponen un elemento fundamental, ofrecen un campo de estudio en el cual la geografía puede realizar valiosas aportaciones mediante la aplicación de métodos y técnicas propias de la disciplina.

En el contexto ambiental actual, es necesario que la caza se planifique en función de criterios sostenibles. De hecho, los planes técnicos de caza tienen como objetivo planificar, durante su vigencia, el aprovechamiento racional sostenible y compatible de la caza como recurso renovable, con las actuales exigencias de conservación de los ecosistemas y de los recursos naturales.

2. Metodología

Se propone establecer una comarcalización cinegética de Mallorca en vistas a mejorar la planificación y la ordenación de la caza. El trabajo se orienta hacia la elaboración de un mapa de comarcas cinegéticas, basado en divisiones naturales del territorio. A partir de 30 unidades fisiográficas derivadas de la reinterpretación del mapa geomorfológico de Mallorca (Grimalt y Rodríguez-Perea, 1995) se definen y se asignan valores a 26 variables relacionadas con el medio físico, el entorno humano y la actividad cinegética. Se utilizan datos, estadísticas y capas con información geográfica. Para la obtención de valores de aquellas variables de las cuales sólo se dispone de información numérica por municipios (p.ej. número de titulares de licencias de caza, cabezas de ganado ovino, población,…), los cálculos se realizan con la hoja de cálculo Excel (Microsoft Office) ponderando los valores disponibles a nivel de unidad administrativa por la superficie municipal afectada por cada unidad fisiográfica. En los casos en que se dispone de capas con información geográfica vectorial (p.ej. cotos de caza, cotos de sociedades de cazadores, refugios,…) se utiliza el programa ArcGis 10.0 (Esri). Concretamente la opción *intersect* permite superponer dos capas (la capa de unidades fisiográficas + la capa de la que se pretende obtener datos) y crear una nueva capa con los valores concretos para cada unidad fisiográfica. Para extraer información de capas en formato ráster (altura y pendiente) se ha utilizado la función *zonal statistics* del programa

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Arcgis 10.0. La tabla multivariante obtenida se analiza con el programa SPSS (IBM) mediante la función de extracción de componentes principales y, seguidamente, se realiza un análisis clúster. Finalmente, se elabora una propuesta de comarcalización cinegética.

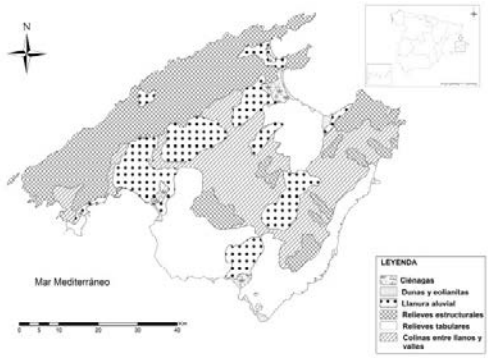
3. Aplicación y resultados

A continuación, se presentan las diversas fases conducentes a definir la comarcalización cinegética de Mallorca.

3.1. Unidades fisiográficas

Las unidades fisiográficas se definen a partir del mapa geomorfológico de Mallorca (Grimalt y Rodríguez-Perea, 1995) que estructura la isla en diversas unidades que corresponden a 6 tipologías fisiográficas principales: humedales, relieves tabulares, relieves estructurales complejos, colinas entre llanos y valles abiertos, llanuras aluviales y dunas y eolianitas.

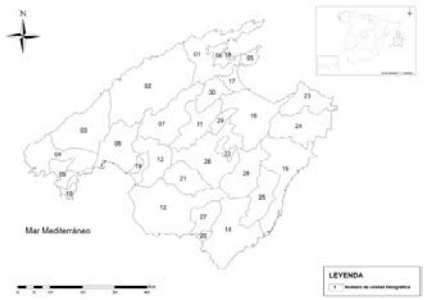
Figura 1. Mapa geomorfológico de Mallorca



Fuente: Grimalt y Rodríguez - Perea, 1995.

Se ha llevado a cabo una rectificación y reintepretación de las unidades descritas por Grimalt y Rodríguez-Perea, para ello se ha contado con la visualización de la fotografía aérea del año 2012 para la isla de Mallorca (Ortofoto 2012, www.ideib.cat), trabajo de campo y uso de tecnología de sistemas de información geográfica. Finalmente se han considerado 30 unidades fisiográficas en base a las cuales se articula la totalidad del territorio insular (Tabla 1 y figura 2).

Figura 2. Unidades fisiográficas



Fuente: Elaboración propia. Los números se corresponden con las unidades fisiográficas que aparecen en la tabla 1.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 1. Unidades fisiográficas de Mallorca

Núm. UF	Denominación	Área (Ha)	Perímetro (m)	Estructura dominante
1	Sierra de Tramuntana norte	16407,36	128035,59	Relieve estructural
2	Sierra de Tramuntana centro	39968,91	110519,98	Relieve estructural
3	Sierra de Tramuntana sur	20366,03	72467,24	Relieve estructural
4	Sierra de Tramuntana. Andratx - Na Burguesa	14811,31	92194,40	Relieve estructural
5	La Victoria	2165,00	29417,05	Relieve estructural
6	Llano de Pollença - Alcúdia	3758,74	51486,61	Llanura aluvial
7	*Raiguer*	17493,30	78094,68	Llanura aluvial
8	Palma	17731,70	148165,11	Llanura aluvial
9	Colinas de Calvià	4536,22	44253,59	Colinas entre llanuras y valles
10	*Marineta* de Santa Ponça	1362,39	24855,85	Relieve tabular
11	*Marinas* de interior	11471,71	70468,39	Colinas entre llanuras y valles
12	*Marinas* de poniente	11201,70	58198,50	Relieve tabular
13	*Marina* de Llucmayor	30584,63	98785,96	Relieve tabular
14	*Marina* de Santanyí	23108,47	96118,47	Relieve tabular
15	*Marinas* de Levante	21434,75	132681,62	Relieve tabular
16	*Marinas* de Petra - Santa Margalida	20871,29	86061,19	Relieve tabular
17	S'Albufera	3271,18	32367,46	Humedal
18	S'Albufereta	649,30	14899,92	Humedal
19	Llano de Sant Jordi	1154,30	16721,48	Humedal
20	Es Salobrar	1098,80	17034,71	Humedal
21	Macizo de Randa y alrededores	9261,49	43628,03	Relieve estructural
22	Montes de *Bonany*	2166,96	29427,92	Relieve estructural
23	Montañas de Artá	9430,23	60757,89	Relieve estructural
24	Sierras de Levante norte	15818,89	68930,43	Relieve estructural
25	Sierras de Levante sur	11044,38	56505,69	Relieve estructural
26	*Pla* (Llano interior de Mallorca)	21492,32	118593,75	Colinas entre llanuras y valles
27	Llano de Campos	6582,46	39917,15	Llanura aluvial
28	Llano de Manacor – Felanitx	13979,64	58913,72	Llanura aluvial
29	Llano de Santa Margalida	2872,47	26638,90	Llanura aluvial
30	Llano de sa Pobla	6227,92	39096,35	Llanura aluvial

Fuente: Elaboración propia a partir de la reinterpretación de la figura 1.

3.2. Variables

A continuación, se presentan las variables utilizadas, agrupadas en tres categorías principales: variables físicas, variables humanas / derivadas de la actividad antrópica y variables cinegéticas:

3.2.1. Variables físicas

- Calidad edáfica del suelo: se utiliza la capa vectorial de interés agrológico elaborada a partir del mapa de clases de capacidad agrológica del Ministerio de Agricultura y Pesca, a escala 1:50.000. Se han considerado las categorías alto potencial productivo, moderadamente pro-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

ductivo y aprovechamiento limitado, y los valores se presentan en % de superficie ocupada por las citadas categorías en cada unidad fisiográfica.

- Temperatura media anual: se establece a partir de la capa vectorial elaborada mediante la interpolación sobre los datos de Guijarro (*Contribución a la Bioclimatologia de Baleares*, 1986). La temperatura media anual de cada unidad fisiográfica expresada en grados centígrados se corresponde a la ponderación del valor de la temperatura media anual para la superficie que ocupan las correspondientes isotermas en cada unidad fisiográfica.
- Precipitación media anual: se basa en la capa vectorial elaborada mediante la interpolación a partir de los datos de Guijarro (*Contribución a la Bioclimatologia de Baleares*, 1986). La precipitación media anual de cada unidad fisiográfica expresada en milímetros se corresponde a la ponderación del valor de la precipitación media anual para la superficie que ocupan las correspondientes isoyetas en cada unidad fisiográfica.
- Altura media: se utiliza el modelo digital de elevaciones (MDE) de Mallorca. Los valores se presentan en metros sobre el nivel del mar.
- Pendiente media: se calcula a partir del MDE y aplicando la función *Slope* del programa Arcgis 10.0 se elabora un mapa de pendientes de Mallorca. Los valores se presentan en grados de pendiente media por cada unidad fisiográfica.

3.2.2. Variables sociales y económicas

- Protección territorial: se utiliza la superficie protegida por la *Ley de Espacios Naturales de 1991* y por el *Decreto ley 1/2007 de 23 de noviembre de medidas cautelares hasta la aprobación de normas de protección de áreas de especial valor ambiental para las Islas Baleares*. Los valores se presentan en % de superficie afectada por cualquier de las figuras de protección establecidas por dicha ley.
- Usos y ocupación del suelo: se elabora una capa de usos y ocupación del suelo simplificada y resumida a partir de las diferentes categorías incluidas en el proyecto Corine Land Cover (2006). Las categorías utilizadas son: usos artificiales, agricultura de regadío, mosaico, espacio forestal arbolado (bosques), espacio forestal con arbustos (arbustos), roquedales y carrizos (roquedales), y zonas húmedas.
- Superficie media de las parcelas: deriva del parcelario del catastro de rústica (SEC, 2014). Los valores obtenidos, expresados en m^2, se obtienen del cociente de la superficie total de las parcelas rústicas incluidas en una unidad fisiográfica por el número total de parcelas.
- Construcciones rurales: se utilizan los polígonos de construcciones del catastro de rústica (SEC, 2014). Los valores obtenidos, expresados en número de construcciones / ha, se obtienen del cociente entre el número de construcciones rurales incluidas en una unidad fisiográfica por la superficie total de unidad, una vez excluidas las superficies artificiales determinadas a partir de las categorías del Corine simplificadas.
- Población: se toman como punto de partida los datos municipales recogidos en el *Resum demogràfic definitiu per a l'illa de Mallorca any 2012* (http://ibestat.caib.es). La población incluida en cada unidad se ha obtenido ponderando la población correspondiente a cada municipio por la superficie municipal incluida en cada unidad fisiográfica. Los resultados se expresan en personas / ha.
- Ganadería ovina: se establece una capa vectorial elaborada a partir de los datos municipales recogidos en el Censo Agrario 2009 (www.ine.es). La cantidad de cabezas incluida en cada unidad se ha obtenido ponderando el número de ovejas correspondiente a cada municipio por la superficie municipal incluida en cada unidad fisiográfica.

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

3.2.3. Variables cinegéticas

- Espacios cinegéticos y no cinegéticos: se refiere a la superficie sometida a diversas categorías de regulación específica de la caza. La Ley 6/2006, de 12 de abril, Balear de Caza y Pesca Fluvial clasifica los terrenos cinegéticos en cotos de caza (que pueden ser cotos de sociedades locales, cotos particulares, cotos sociales, cotos públicos y cotos intensivos), zonas de caza controlada y terrenos gestionados de aprovechamiento común (terrenos libres). Los terrenos no cinegéticos se dividen en refugios de fauna y zonas inhábiles de caza. Por su relevancia territorial, se consideran los cotos particulares (ocupan el 49,57 % de la superficie insular), los cotos de sociedades locales (27,85 % de la superficie insular), los terrenos libres (14,11 % de la superficie insular) y los refugios de fauna (2,35 % de superficie insular). No se consideran las otras figuras de espacios cinegéticos o no cinegéticos atendiendo a su escasa o nula representación. Las capas territoriales de cotos particulares de caza, los cotos de sociedades locales, los cotos de caza mayor, los terrenos libres y los refugios de fauna se han elaborado en formato vectorial (datos facilitados por el Servicio de Caza del Consell de Mallorca, 2013). La superficie de los terrenos libres se ha calculado a partir de la diferencia obtenida entre la superficie total de la unidad fisiográfica menos la superficie de los cotos de caza, refugios de fauna y superficies artificiales. Se presentan los valores en % de superficie ocupada por cada categoría de espacio cinegético / no cinegético.
- Cotos de caza mayor: los cotos de caza, independientemente de su categoría (particulares, de sociedades locales,...), no contemplan la caza mayor excepto en caso de resolución de declaración de caza mayor, mediante petición del titular, en cumplimiento de los requisitos expuestos en la normativa. Estos requisitos de declaración son básicamente hallarse dentro de los límites definidos como área de distribución de la cabra (en arreglo al listado de municipios que aparece en la normativa), y cumplir con el mínimo de extensión legalmente establecido para coto de caza mayor (Normativa de referencia: Orden del Consejero de Agricultura y Pesca de día 14 de abril de 1992 por la cual se declara la cabra asilvestrada pieza de caza mayor, Decreto 91/2006, de 27 de octubre, de regulación de poblaciones caprinas, de ordenación del aprovechamiento cinegético de la cabra salvaje mallorquina y de modificación de los planes técnicos y Ley 6/2006, de 12 de abril, Balear de Caza y Pesca Fluvial). Por otra parte el plan técnico debe incluir la gestión del recurso. Las poblaciones caprinas se localizan básicamente en la Sierra de Tramuntana, alineación montañosa que recorre la franja Noroeste de la isla, y en las montañas de Artá, en el Noreste. Se trata de hábitats de montaña media mediterránea.
- Número de cazadores: recuento del número total de titulares de licencia de caza, con independencia de la modalidad practicada. El número de cazadores se ha obtenido ponderando el número de titulares de licencia de caza por municipio (Barceló, 2015) por la superficie municipal incluida en cada unidad fisiográfica. Los datos se ofrecen en cazadores por hectárea.
- Patrimonio de piedra en seco asociado a la caza: el medio rural mallorquín dispone de multitud de estructuras de piedra en seco que conforman una arquitectura y un paisaje muy particular, ligado a formas de vida agrarias caracterizadas por un bajo impacto ambiental. Existe un número limitado pero representativo de estructuras asociadas a la actividad cinegética. Destacan las barracas (destinadas principalmente a la caza de la perdiz con reclamo o a la caza del zorzal con escopeta y reclamo manual o bucal), los *clapers* (majanos o refugios de conejos), los *colls (*pasos estratégicos utilizados para la caza de los zorzales con *filats*) y las atalayas (plataformas que posibilitan un mayor alcance visual del cazador en modalidades como la caza con podencos ibicencos, entre otras). Se ha utilizado la capa vectorial elaborada a partir de los valores cualitativos otorgados a cada municipio de Mallorca (Barceló y Grimalt, 2014). La importancia del patrimonio de la piedra en seco en cada unidad se ha obtenido ponderando

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

los valores de la importancia de las estructuras construidas mediante esta técnica con funcionalidad cinegética otorgada a cada municipio por la superficie municipal incluida en cada unidad fisiográfica.

- Censos de caza menor: se utilizan los IKA (índices kilométricos de abundancia) postreproductores (Prohens y Seguí, 2012) para las especies de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y perdiz (*Alectoris rufa*). No se utilizan datos censales o de estima poblacional de caza mayor puesto que la mayor parte de cotos en el área de distribución de la cabra siguen siendo de caza menor, y de los declarados como caza mayor (unos 70) sólo en los 10 cotos de caza mayor con Certificado de Calidad de Caza Mayor existen datos rigurosos. En consecuencia, la variable anteriormente descrita como Cotos de Caza Mayor aporta información, aunque de carácter general e indirecta, sobre el aprovechamiento de los recursos caprinos. Cabe decir que el Servicio de Caza del Consell de Mallorca despliega actualmente líneas de trabajo propias y en colaboración con otras administraciones y entidades con el objetivo de disponer de datos poblacionales de calidad sobre la caza mayor, a escala de la Serra de Tramuntana.

Una vez elaborada la tabla con las unidades fisiográficas y los datos de todas las variables citadas, se ha realizado un análisis estadístico mediante el programa SPSS, software estadístico que permite analizar tablas multivariantes. Se ha optado por realizar un análisis mediante el método de componentes principales, el cual extrae los componentes dominantes que explican la variabilidad de los valores originales entre unidades fisiográficas. Sobre los resultados obtenidos se ha iniciado un análisis clúster, basado en la menor distancia euclidiana entre unidades, lo que permite realizar agrupaciones territoriales y así definir las comarcas.

3.3. Componentes

El análisis factorial realizado sobre el conjunto de las variables seleccionadas ofrece 6 componentes principales que conjuntamente explican el 83,87 % de la varianza. El componente 1 representa el 32,57 % de la varianza, el componente 2 el 20,07 % y el componente 3 el 12,41 %. En total, estos tres primeros componentes explican aproximadamente los 2/3 de la varianza total. El cuarto, el quinto y el sexto componente explican, entre los tres, el 18,77 % de la varianza total (tabla 2). Asimismo, el análisis de componentes principales otorga valores a cada variable definida (tabla 3).

Tabla 2. Explicación de la varianza explicada por componentes

Varianza total explicada			
Componente	Autovalores iniciales / Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	8,469	32,572	32,572
2	5,22	20,076	52,648
3	3,237	12,451	65,098
4	2,228	8,57	73,668
5	1,427	5,49	79,159
6	1,226	4,714	83,873

Fuente: elaboración propia (SPSS)

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 3. Valores asignados a cada variable según análisis de componentes principales

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Cotos particulares	0,47	-0,575	0,501	-0,286	-0,133	0,006
Refugios	0,199	0,304	-0,68	-0,466	0,176	-0,068
Cotos de sociedades locales	-0,52	-0,335	-0,54	0,408	0,13	0,004
Cotos de caza mayor	0,714	0,085	-0,1	0,383	0,073	0,169
Terrenos libres	0,018	0,806	0,273	0,115	0,117	0,13
Nº de cazadores	-0,252	0,744	0,468	0,032	0,208	0,122
LEN protección	0,881	0,082	-0,16	-0,245	0,033	-0,154
Cap. Agrologica	-0,931	-0,157	-0,03	0,215	0,149	0,088
Temperatura	-0,652	0,231	-0,16	-0,055	-0,62	0,133
Precipitación	0,503	-0,001	-0,52	0,459	0,279	0,185
Altura	0,701	-0,257	0,156	0,387	0,313	-0,095
Pendiente	0,909	-0,036	0,057	0,354	-0,014	0,022
Sup. Artificiales	-0,119	0,738	0,344	0	-0,345	-0,154
Regadío	-0,378	0,524	0,038	-0,09	0,392	0,351
Mosaico	-0,55	-0,677	0,167	0,124	0,019	-0,143
Bosques	0,806	-0,099	0,213	0,181	-0,202	-0,304
Arbustos	0,842	-0,105	0,157	0,016	-0,132	0,28
Prados y roquedales	0,573	0,016	-0,25	-0,349	0,03	0,498
Zonas húmedas	0,01	0,249	-0,62	-0,637	0,149	-0,208
Piedra en seco	0,108	-0,469	0,575	-0,276	0,429	-0,243
Ganadería	-0,478	-0,517	-0,09	0,236	-0,237	0,374
Conejos	-0,393	-0,558	0,362	-0,336	0,111	0,151
Perdices	-0,508	-0,509	0,319	-0,229	0,227	0,267
Sup. Parcelas	0,816	0,071	0,287	-0,18	-0,075	0,291
Construcciones	-0,482	0,479	0,081	0,303	0,217	-0,237
Población	-0,169	0,817	0,497	0,02	0,061	0,069
Método de extracción: Análisis de componentes principales.						

Fuente: elaboración propia (SPSS).

Al objeto de facilitar la interpretación de resultados del análisis clúster se presenta la relación de los componentes con las variables con más peso en cada uno de ellos. Por una parte, se destacan las variables principales, entendidas como aquellas que presentan valores positivos o negativos iguales o mayores a 0,5 (sombreado naranja intenso) y -0,5 (sombreado naranja claro), respectivamente. Complementariamente, también se seleccionan variables secundarias positivas y negativas con valores comprendidos entre 0,3 y 0,49 (sombreado gris claro) y -0,3 y -0,49 (sin sombreado ni tramado), respectivamente (tabla 4).

Atendiendo a las variables que caracterizan cada componente, y al objeto de resumir su contenido, éstos pueden ser denominados mediante términos descriptivos que faciliten su comprensión, siendo la propuesta de los autores la siguiente:

- Componente 1: relieve y naturalidad (caza mayor, figuras de protección territorial, relieve abrupto, escasa actividad agraria).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Componente 2: humanización (ocupación humana intensa).
- Componente 3: ordenación y planificación cinegética (piedra en seco y caza menor).
- Componente 4: montaña media y húmeda (con caza mayor y gestión cinegética social).
- Componente 5: destacan sobre todo las bajas temperaturas.
- Componente 6: destacan los prados y roquedales.

Nota: A partir del cuarto componente, los porcentajes de variación explicada ya no son muy significativas, por lo cual no se establece una posible denominación, sino que simplemente se indica la variable más influente del proceso matemático.

Tabla 4.Variables definitorias de los componentes

Componente / variable	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Cap. agrológica	-0,93					
Temperatura	-0,65				-0,62	
Precipitación	0,50		-0,52	0,46		
Altura	0,70			0,39	0,31	
Pendiente	0,90			0,35		
Protección	0,88					
Artificial		0,74	0,34		-0,34	
Regadío	-0,38	0,52			0,40	0,35
Mosaico	-0,55	-0,67				
Bosques	0,81					-0,30
Arbustos	0,84					
Prados y roquedales	0,57			-0,35		0,50
Zona húmeda				-0,64		
Parcelario	0,82					
Rururbanización	-0,48	0,48		0,30		
Población		0,82	0,50			
Ganadería	-0,47	-0,52				0,37
Cotos	0,47	-0,57	0,50			
Refugios		0,30	-0,69	-0,47		
Cotos de sociedades locales	-0,52	-0,33	-0,54	0,41		
Caza de mayor	0,71			0,38		
Terrenos libres		0,80				
Nº de cazadores		0,74	0,47			
Piedra en seco		-0,48	0,57		0,43	
IKA conejo	-0,39	-0,56	0,36	-0,34		
IKA perdiz	-0,51	-0,51	0,32			

Fuente: elaboración propia, a partir de la tabla 3.

3.4. Comarcalización

En función de la correlación de los componentes principales con las unidades fisiográficas (tabla 5) se perfila el dendograma resultante del análisis clúster a partir del cual, a criterio del equipo investigador, se han diferenciado un total de siete agrupaciones (figura 3) que conformaran las diferentes comarcas. Finalmente, se asigna un nombre a las comarcas, se cuantifica su superficie (tabla 6), se representan cartográficamente (figura 4) y se obtiene el porcentaje de cotos incluidos en cada agrupación (tabla 7).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

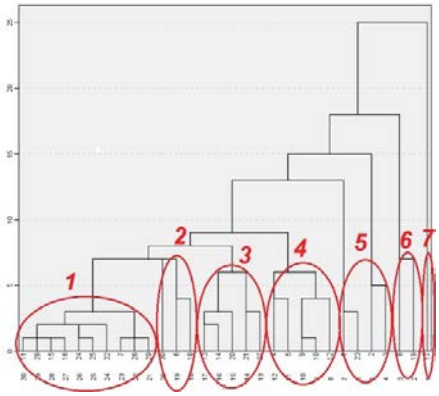
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5847

Tabla 5.Valores de correlación entre componentes y unidades fisiográficas

Componente / unidad fisiogràfica	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Uf 1	1,82	-0,12	-0,38	0,44	-0,13	1,67
Uf 2	2,39	-0,40	0,20	1,09	2,44	0,19
Uf 3	1,83	0,23	0,66	0,64	1,28	-1,43
Uf 4	1,40	0,40	0,23	0,57	-0,70	-0,92
Uf 5	0,97	0,68	-0,77	1,50	-1,07	0,38
Uf 6	-0,80	0,46	-1,18	1,46	0,27	-1,44
Uf 7	-1,12	-0,17	-0,28	1,10	0,15	0,30
Uf 8	-0,79	2,15	1,48	0,10	-0,48	-0,34
Uf 9	0,45	0,46	0,59	-0,35	-2,09	-1,12
Uf 10	0,78	0,58	0,64	-0,69	-2,27	-0,43
Uf 11	-0,73	-0,82	0,18	0,34	-0,25	0,41
Uf 12	0,10	0,24	1,15	-0,47	-0,31	-0,39
Uf 13	-0,23	-1,18	1,45	-1,60	0,21	0,15
Uf 14	-0,62	-1,20	0,80	-0,95	0,85	-0,02
Uf 15	-0,72	-0,75	0,38	-0,24	-0,62	0,64
Uf 16	-0,17	-0,71	-0,01	-0,15	-1,08	0,78
Uf 17	0,05	1,40	-3,26	-2,71	0,58	-0,97
Uf 18	-0,40	1,15	-1,39	-0,12	0,28	-0,68
Uf 19	-1,06	3,21	1,86	-0,06	1,36	1,19
Uf 20	0,28	-0,76	0,25	-2,45	0,47	-0,05
Uf 21	0,06	-0,87	0,53	-0,03	1,14	-1,71
Uf 22	-0,43	-0,53	-0,44	0,91	-0,62	-0,86
Uf 23	1,69	0,13	-0,69	-0,87	-0,41	2,57
Uf 24	-0,18	-0,61	0,17	0,13	-0,29	0,10
Uf 25	0,07	-0,70	0,25	0,27	-0,45	-0,63
Uf 26	-0,85	-0,66	-0,60	0,80	0,09	-0,20
Uf 27	-0,85	-0,53	0,08	-0,20	1,37	-0,29
Uf 28	-1,06	-0,84	-0,13	0,11	0,01	0,56
Uf 29	-0,82	-0,63	-0,99	0,88	-0,54	0,64
Uf 30	-1,08	0,39	-0,78	0,56	0,80	1,92

Fuente: Elaboración propia (SPSS).

Figura 3. Agrupación de unidades fisiográficas según afinidad de valores



Fuente: Elaboración propia (SPSS).

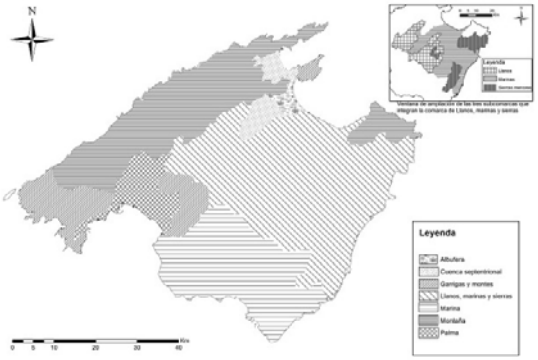
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tabla 6. Relación de las comarcas, unidades fisiográficas integrantes y superficie

Comarca	Unidades fisiográficas	Superficie (ha)
1. Llanos, marinas y sierras	7, 11,15,16, 22, 24,25, 26, 28 y 29	138.645,31
2.Cuenca septentrional	6, 18 y 30	10.635,96
3 Marina	13, 14, 20, 21 y 27	70.635,85
4.Garrigas y montes	4, 5, 9, 10 y 12	34.076,62
5.Montaña	1, 2, 3 y 23	86.172,53
6.Palma	8 y 19	18.886
7.Albufera	17	3.271,18

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Comarcas cinegéticas de Mallorca



Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Porcentaje de cotos de Mallorca incluidos en cada comarca

Comarca	% cotos incluidos
Montaña	22,61
Marina	26,86
Llanos, marinas y sierras menores	37,17
Garrigas y montes	9,64
Palma	2,13
Cuenca septentrional	1,53
Albufera	0,07
Total	100

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

La planificación resulta una prioridad para gestionar el recurso cinegético, ordenar el territorio de caza con criterios de equilibrio socioambiental y garantizar el aprovechamiento sostenible de las diferentes especies. La herramienta para conseguir estas finalidades lo constituye el plan de ordenación cinegética, denominado también plan de caza o plan técnico de caza. El capítulo IV de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

la *Ley 6/2006, de 12 de abril, Balear de Caza y Pesca Fluvial* está dedicado a la planificación y ordenación cinegética, y hace referencia a la obligatoriedad de los terrenos cinegéticos de disponer de planes técnicos de caza así como al contenido de estos (art.25). Asimismo, el *Decreto 72/2004, de 27 de octubre*, regula, entre otros aspectos, los planes técnicos de caza en las Islas Baleares. Atendiendo al gran número de cotos establecidos en Mallorca, los planes técnicos individuales limitan en gran medida la efectividad de las acciones planificadoras, por lo cual se proyecta la definición de unidades especiales con una homogeneidad para que la ordenación y la gestión sea eficaz (Fungesma, 2001; Vargas, 2002). El concepto que mejor se adapta a este planteamiento es la comarcalización cinegética. Una comarca cinegética es un territorio de extensión variable, ambientalmente homogéneo, que alberga una fauna típica con densidades que se inscriben dentro de unos márgenes definidos, con una vegetación natural, unos usos del suelo y unas características socioeconómicas y culturales singulares y, al mismo tiempo, distintas de otras comarcas vecinas (Vargas *et al*., 2006). Desde el año 1999 se han llevado a cabo o se han propuesto modelos de comarcalización cinegética en comunidades autónomas como Navarra, Andalucía, La Rioja, Cataluña, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León o Extremadura (Vargas *et al*., 2006).

En el caso de Mallorca, la definición de 30 unidades fisiográficas se ha realizado en base a características fisiográficas del territorio, a las cuales se han incorporado 26 variables con componentes físicos, humanos y cinegéticos. Cabe tener en cuenta que cada tipología de variables presenta una mayor o menor fiabilidad como consecuencia de los métodos obtención de los datos. Así, las variables físicas, con representación continua sobre el territorio y tratables mediante el usos de sistemas de información geográfica (p.e. altura, pendiente, precipitación, o temperatura), presentan una alta fiabilidad. Las variables de carácter humano ofrecen diferentes grados de precisión; por un parte, las disponibles en formato digital (p.e. protección territorial, usos del suelo, superficie parcelaria o construcciones rurales) son concisas y exactas espacialmente. Sin embargo, hay que afrontar que la información sobre la ocupación del suelo proviene del Corine Land Cover (2006) y dadas las transformaciones territoriales presenta ya la necesidad de actualización. Por otra parte, las variables relativas a la población y a la ganadería ovina presentan una pérdida de exactitud territorial al ser obtenidas a partir de extrapolaciones derivadas de datos municipales globales. En cuanto a las variables cinegéticas, cabe diferenciar las territoriales del resto. Los valores relativos a la superficie de los cotos particulares, refugios de fauna, cotos de sociedades locales, cotos de caza mayor y terrenos libres se presentan en formato digital y son exactos. En cambio, el número de cazadores, las densidades de conejo y perdiz, y las infraestructuras de piedra en seco se obtienen a partir de la ponderación de datos municipales o en función de censos puntuales o de muestreos aleatorios, por lo cual la fiabilidad es menor si bien están refrendados por complejos criterios metodológicos. En todo caso, son los únicos datos que se disponen y por ello son muy importantes y valiosos en el contexto social y biológico, aunque sean escasos y limitados. Cierto es que se echan en falta datos como por ejemplo censos de todas las especies cinegéticas de caza menor, valores acerca de las poblaciones de caza mayor, capturas por cotos o índices de práctica de modalidades, pero estas informaciones requieren un complejo esfuerzo humano y medios y son inexistentes a día de hoy.

Aun considerando las debilidades argumentadas, el número de unidades fisiográficas y las variables definidas ha permitido elaborar una compleja matriz con 780 valores diferentes. El análisis de componentes principales realizado con el programa SPSS ha puesto de relieve la existencia de 6 componentes principales que explican más del 80 % de la varianza. El posterior análisis clúster resulta fundamental para la concreción de comarcas. La interpretación de los resultados supone una tarea ardua y meticulosa; aunque el programa estadístico realiza las operaciones matemá-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

ticas e incluso elabora la agrupación de conglomerados con valores homogéneos, es finalmente el equipo investigador quien valida el definitivo mapa de comarcas cinegéticas a razón de una efectiva y eficiente aplicación real del modelo propuesto.

Son 7 las comarcas cinegéticas resultantes, en la primera de las cuales se pueden diferenciar hasta tres subcomarcas. Constituyen territorios, conjuntos o disjuntos, de diferentes superficies, y comparten similitudes en cuanto a medio físico, entorno humano, usos del suelo y aspectos cinegéticos. A continuación se realiza una breve caracterización de cada una de las comarcas:

Llanos, marinas y sierras menores. Región delimitada en base a valores negativos en torno a los componentes 1 (relieve y naturalidad, caza mayor) y 2 (humanización), y con valores diversos en el resto de componentes. Se sitúa en el centro y este de la isla, y agrupa un 38,26 % del total insular. La comarca está compuesta por 10 unidades fisiográficas y con características muy similares en cuanto a los componentes 1 y 2. No obstante, también es posible definir tres subcomarcas modeladas en función de los valores de los componentes 3, 4, 5 y 6. Los tres conglomerados que marcarían un segundo orden comarcal serían los *Llanos* (integrados por las unidades de *Raiguer*, *Pla* y Llanos de Santa Margalida), las *Marinas* (*marinas* de levante, *marinas* de Petra – Santa Margalida, *marinas* de interior y también el pla de Manacor - Felanitx) y las *Sierras* menores (sierras de levante sur, sierras de levante norte y montes de Bonany).

Los *Llanos* presentan valores negativos en los componentes 1 (relieve y naturalidad, caza mayor) 2 (humanización) y 3 (principalmente ordenación cinegética mediante piedra en seco), valores positivos en el componente 4 (montaña media y húmeda, gestión social y caza mayor), y valores dispares en los componentes 5 y 6. Subcomarca situada disjunta en torno al centro de la isla y representa el 11,55 % de Mallorca. Dominan las llanuras agrarias alternadas con colinas y montes forestales, definiendo en su conjunto un mosaico paisajístico ondulado que va tomando altura a medida que se aproxima al sector oeste, en el límite con la comarca de Montaña. Se trata de un espacio de gran calidad rural, aunque esta característica se dispersa en el piedemonte de la Sierra de Tramuntana, entorno muy transformado y fragmentado por los asentamientos urbanos, la rurubanización y las vías de comunicación. Los *Llanos* es un valioso agroecosistema que favorece a la mayoría de especies cinegéticas. En general, la subcomarca presenta un gran porcentaje del territorio acotado, gestionado sobre todo por asociaciones locales, y son relativamente puntuales los refugios de fauna. Las principales amenazas a las cuales se enfrentan los *Llanos* son el avance de los usos urbanos, el abandono de las actividades tradicionales de carácter agropecuario y la intensificación de ciertas prácticas agrícolas (Binimelis, 2006, Binimelis y Ordinas, 2012). No obstante, se debe aprovechar la capacidad de gestión ambiental de las sociedades de cazadores.

Figura 5. Llanos y Sierras menores

*En primer plano aparecen terrenos agrarios del interior de la isla (Llanos), cerca del pueblo de Vilafranca. Al fondo se observa el Puig de Bonany (315 msnm), dónde se sitúa la ermita del mismo nombre (Sierras menores). Fuente: A. Barceló.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Las *Marinas* ofrecen valores negativos en los componentes 1(relieve y naturalidad, con caza mayor), 2 (humanización) y 5 (entornos fríos), con tendencia a la neutralidad en el componente 3 (ordenación y planificación cinegética, piedra en seco y caza menor) y 4 (montaña media y húmeda) y positivos en el componente 6 (espacios abiertos). Se sitúa de forma continua flanqueando la subcomarca de los *Llanos,* aislándola del mar en los extremos este y norte, y fragmentándola en su vertiente oeste. Representa el 18,70 % de la isla. Coincide con ciertas particularidades de la comarca de Marina, aunque la presente delimitación responde a unos mayores índices de antropización, menor densidad de espacio acotado y considerable importancia de las cotos de sociedades de cazadores locales, entre otros aspectos. Territorio con mínimo relieve, caracterizado por un rico mosaico ambiental que combina monte bajo y tierras de secano, albergando cotos de diferentes extensiones y que constituyen un hábitat muy valioso para la caza menor. En el futuro, esta comarca deberá desafiar las tentativas de cambio territorial, dominadas por la crisis en el modelo agrario tradicional, el avance de los usos residenciales, los espacios de ocio o las parcelas destinadas a la producción energética (Binimelis, 2006, Barceló 2015). También será necesario resolver las cuestiones que propician las bajas o muy bajas densidades de especies sedentarias básicas como el conejo o la perdiz.

Figura 6. Marinas

*La caza con podencos ibicencos, modalidad tradicional de las Islas Baleares muy practicada en las zonas de Marina.
Fuente: A. García.

Las *Sierras menores* obtienen valores negativos o próximos a cero en los componentes 1 (relieve y naturalidad, con caza menor y mayor), 2 (humanización), 5 (entornos fríos) y 6 (espacios abiertos), y positivos en los componentes 3 (ordenación y planificación cinegética, piedra en seco y caza menor) y 4 (montaña media y húmeda). A grandes rasgos, son territorios muy similares a las marinas pero se distinguen por la presencia de relieve (hasta 500 msnm), pendientes suaves, afectación por figuras de protección ambiental e importancia de masas boscosas, principalmente de pinar. La subcomarca se representa disjunta sobre tres unidades fisiográficas situadas anexas a las *Marinas,* en el costado este de la isla. Ocupa el 8,01 % del conjunto insular. Corresponden a áreas plegadas montañosas con relieves poco acusados (las cimas no alcanzan los 600 msnm). Abunda el mosaico paisajístico combinado con masas forestales, con diferentes niveles de cobertura. Constituyen un importante hábitat de refugio para muchas especies de caza menor sobretodo de pluma, tanto migratorias como sedentarias. El abandono de las actividades primarias ha propiciado un empobrecimiento de los agroecosistemas, hecho que obliga a la mayoría de la fauna, tanto cinegética como protegida, a desplazarse a las comarcas limítrofes en busca de alimento. Igualmente, la pérdida del valor agrario de las tierras facilita el avance de las masas forestales y la aparición del fenómeno rururbano (Binimelis, 2006). Las medidas de protección territorial no sólo han frenado la expansión inmobiliaria sino que también han ayudado a mantener un contínuum cinegético. Sin embargo, la falta de gestión forestal eleva el riesgo de incendio y amenaza al ecosistema.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 7. Marinas y Sierras menores

*Fotografía de la zona litoral de las Marinas de Levante desde Es Tancat de sa Torre (Porto Colom - Felanitx). El relieve tabular dominado por un manto de vegetación arbustiva y vivienda residenciales (Marinas) da paso (en segundo plano) a las elevaciones estructurales de las Sierras de Levante (Sierras menores). Fuente: A. Barceló.

Figura 8. Marinas

* Los *clapers* o majanos de piedra en seco construidos para el refugio de conejos son abundantes en las Marinas. La estructura presenta 20 puntos de entrada de conejos, además de una escalera de acceso y un asiento de espera para el cazador. (Barceló y Grimalt, 2014). Fuente: A. Barceló.

Cuenca septentrional. Comarca con valores con signos positivos en los componentes 2 (humanización), y negativos en los componentes 1 (relieve y naturalidad, con caza mayor) y 3 (ordenación y planificación cinegética). Se encuentra en el noreste de la isla y representa el 2,93 % del territorio mallorquín. La presente demarcación se ubica sobre terrenos llanos localizados entre la Sierra de Tramuntana y el mar Mediterráneo que responden al modelo geomorfológico de llanura aluvial - zona húmeda, si bien la Albufera (que sería la zona húmeda complementaria al llano de sa Pobla) se ha considerado como una comarca diferente. Se trata de espacios muy transformados por la acción antrópica, tanto por la agricultura intensiva (Llano de sa Pobla) como por los procesos rururbanos (Llano de Pollença - Alcúdia). Aun así, coexisten ecosistemas de gran valor ambiental como la Albufereta (Aguiló y Vicens, 1995). La superficie acotada, mayoritariamente gestionada por sociedades de cazadores, presenta continuidades limitadas por razones de seguridad o presencia de refugios de fauna. La caza de acuáticas a puesto fijo adquiere aquí una especial relevancia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 9. Cuenca septentrional

*Vista del llano de Sa Pobla desde el Puig de Santa Magdalena (307 msnm). Se corresponde con una llanura aluvial muy fértil y con amplio desarrollo de la agricultura de regadío. En segundo plano, aparece la Sierra de Tramuntana. Fuente: M. Grimalt.

Marina. Caracterizada principalmente en función de valores positivos del componente 3 (ordenación y planificación cinegética, piedra en seco y caza menor), aunque también considerando los valores también positivos o muy positivos del componente 5 (entornos fríos) y los valores negativos o muy negativos de los componentes 2 (humanización) y 4 (montaña media y húmeda, con caza mayor y gestión social). Se localiza en el extremo sur de la isla y representa un 19,49 % de la isla. La comarca destaca por un relieve suave y con usos agrarios en su mayor parte, con aparición de enclaves montañosos y forestales, de antigua vocación agraria, en la cabecera norte. En su conjunto priman los espacios acotados en coherencia con amplias superficies mínimamente fragmentadas y dominadas por una vegetación arbustiva o forestal intercalada con espacios de secano y asentamientos urbanos, a modo de mosaico. Cabe destacar la presencia en esta comarca de una zona húmeda, el Salobrar, con un importante valor a nivel de microhábitat. La Marina presenta una alta calidad cinegética atendiendo a las características rurales del medio, ordenado y estructurado metódicamente mediante la ingeniería de piedra en seco. Se localizan cotos de caza menor, con importantes densidades de especies sedentarias, en los cuales se desarrollan modalidades venatorias tradicionales como la caza con perros ibicencos y la caza de la perdiz con reclamo. La caza constituye uno de los pocos rendimientos primarios para los grandes latifundios, aunque insuficientes para mantener las grandes propiedades que poco a poco van asumiendo nuevos usos totalmente desvinculados de los clásicos aprovechamientos agrícolas y ganaderos (Salvà, 1988). Aun así, esta comarca actúa como espacio ofertante para la práctica de la actividad cinegética. La principal amenaza que debe afrontar esta región es el abandono y la intrusión de nuevas ruralidades. Los réditos cinegéticos derivados de los alquileres de cotos no son suficientes o no se invierten en gestionar y mantener el equilibrio agroforestal de las fincas, hecho que poco a poco, erosiona la calidad de los cazaderos. Opuestamente, los puntos fuertes de Marina son su marcado carácter rural, la continuidad territorial y su trasfondo cinegético consolidado a lo largo de siglos. De hecho, muchos son los cotos de renombre que se localizan en esta zona, dónde los gestores invierten medios y esfuerzos en mantener modelos de gestión tradicionales y de bajo impacto.

Garrigas y montes. División territorial disjunta que integra un amplio conglomerado con valores positivos en los componentes 1 (relieve y naturalidad, con caza mayor) y 2 (humanización), valores negativos en el componente 5 (entornos fríos), valores mayoritariamente positivos en el componente 3 (ordenación y planificación de caza menor), valores mayoritariamente negativos en el componente 6 (espacios abiertos) y valores dispares en el componente 4 (media montaña húmeda). Se localiza en el centro oeste y en el norte de la isla, y representa el 9,40 % de Mallorca.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Se trata de territorios con topografías y grados de protección importantes, próximos a grandes concentraciones de población, densamente tejidos por espacios cinegéticos y con entornos rurales dominados por formaciones forestales o en mosaico (Aguiló y Vicens, 1995). En cuanto a caza, se trata de una comarca diversa. Por una parte, los espacios de contacto litoral y próximos a la Sierra de Tramuntana comparten características con la demarcación de *Montaña* (caza mayor, bajas densidades de caza menor sedentaria,...) y, por otra, la zona más interior presenta similitudes con la *Marina* (mayores densidades de conejo y de perdiz, práctica de modalidades tradicionales...). En conjunto, la región asume funciones de transición entre comarcas y entre entornos urbanos y rurales.

Figura 10. Marina

*La Marina de Llucmajor vista desde la torre de las casas de la finca de Son Verí. La comarca de Marina conforma un paisaje principalmente llano dominado por garrigas de acebuches (Olea europaea var. sylvestris) combinada con otras especies arbustivas, pinar y espacios de cultivo. Se trata de una comarca con alta calidad cinegética en cuanto a caza menor. Fuente: A. Barceló.

Figura 11. Garrigas y montes

*Vista de la parte más septentrional de las Marinas de poniente desde la urbanización de Puntiró (TM de Palma). Esta unidad forma parte de la comarca Garrigas y montes, en la cual domina la vegetación baja y arbustiva con terrenos de labor. Los usos rururbanos son más intensos cuanto mayor es la cercanía con el área de influencia de la capital insular. Fuente: A. Barceló.

Montaña. Definida principalmente según el componente 1 (relieve y naturalidad, caza mayor). Esta comarca coincide con la mayor parte de la cadena montañosa que recorre la franja noroeste de la isla (Sierra de Tramuntana) además de las mayores elevaciones del nordeste (montañas de Artá). Representa el 23,78 % del conjunto insular. En términos cinegéticos está agrupación marca claramente los principales dominios de la caza mayor, si bien la caza menor es importante en ciertas modalidades relacionadas sobre todo con las especies migratorias. Se trata de un espacio en el cual se han desarrollado y se practican modalidades tradicionales, propias y exclusivas de Mallorca, como la caza de cabras con perros y lazo o la caza del zorzal *a coll,* y cuenta con elemen-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

tos patrimoniales de gran valor (García *et al*., 2013). Históricamente, la caza ha sido un recurso y una importante fuente de ingresos, si bien actualmente el turismo cinegético asociado a la caza de la cabra salvaje mallorquina o *Balearean Boc* supone un fuerte impulso socioeconómico a la frágil economía rural (Seguí *et al*., 2014) . En cuanto a las tipologías de cotos, coexisten espacios acotados con refugios de fauna y terrenos libres, aunque cabe destacar la modesta presencia de cotos de sociedades de cazadores. Socialmente, la densidad de cazadores residentes, al no existir grandes asentamientos, es baja y por tanto es una zona susceptible de recibir cazadores de otras comarcas. Uno de los retos que debe afrontar la comarca de Montaña es la ordenación del gran número de usos turísticos y ociosos presentes con el objetivo que todas las actividades que se desarrollen de forma segura y con un mínimo impacto ambiental. En términos cinegéticos, el colectivo debe activar acciones globales de gestión cinegética ya que es en esta región dónde las actividades agrícolas y ganaderas han experimentado un mayor receso, con el consecuente deterioro cualitativo de los agroecosistemas y afectando sobre todo a la caza menor sedentaria. Como mayores fortalezas, destaca la existencia de modalidades tradicionales únicas y exclusivas en el mundo, el alto potencial asociado al turismo cinegético o el valor cualitativo de determinadas modalidades de caza menor como la caza con perro de muestra a la becada o a la perdiz.

Figura 12. Montaña

*Las zonas más elevadas de la comarca de Montaña se caracterizan por relieves estructurales complejos, abruptos, modelados por la acción cárstica y con presencia de endemismos vegetales. La fotografía está realizada desde la Mola de Son Massip (propiedad del Consell de Mallorca) y al fondo se eleva el Puig Major (1.445 msnm). Fuente: A. García.

Figura 13. Montaña

Un boc o macho de la cabra salvaje mallorquina (Capra hircus cf. Dorcas) en los acantilados costeros de la Sierra de Tramuntana. La caza mayor se centra principalmente en la comarca de Montaña, aunque también se practica en algunas zonas de la comarca de Garrigas y montes. Fuente: A. García.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Palma. Comarca planteada según los altos valores positivos del componente 2 (humanización). Se ubica en torno al centro oeste insular y representa el 5,21 % de Mallorca. Es la región con mayores densidades poblacionales e impacto de superficies artificiales, lo cual repercute en la cantidad y calidad de los espacios cinegéticos. Aun así, se localizan hábitats muy diversos: zonas húmedas, regadíos, mosaicos paisajísticos, bosques o llanuras, aunque a escala muy localizada.

Las zonas rurales o semirurales presentan aceptables poblaciones de conejo y perdiz y, en determinados casos, especies como la liebre, la torcaz o las acuáticas se convierten en plagas. El mayor factor limitante para la práctica cinegética es la falta de espacios aptos (Barceló, 2009).

Figura 14. Palma

*Proximidades del aeropuerto de Son Sant Joan. La importante transformación del medio y de los hábitats debido a la expansión de los usos urbanos disminuye la cantidad y calidad de los espacios cinegéticos. No obstante, especies cinegéticas como la torcaz experimentan considerables aumentos poblacionales. Fuente: A. Barceló.

Albufera. Comarca con características diferenciales y muy particulares que requieren un análisis detallado al no alinearse con ningún otro conglomerado en el análisis clúster. Los valores son positivos en los componentes 2 (humanización) y 5 (temperaturas bajas), muy negativos en los componentes 3 (ordenación y planificación de caza) y 5 (media montaña húmeda), negativos en el 6 (espacios abiertos) y próximos a 0 en el 1 (relieve y naturalidad). Se localiza al nordeste de Mallorca y ocupa menos del 1 % de la isla. La descripción de esta comarca requiere especial atención, ya que los valores de los componentes descritos anteriormente pueden conducir a errores en la interpretación. En torno a la mitad de la comarca coincide con la propiedad pública del Parque Natural de s'Albufera, la zona húmeda más extensa e importante de las Islas Baleares. El parque está sometido a una gran protección atendiendo a razones de conservación ambiental y de protección de aves (Aguiló y Vicens, 1995, Mayol y Martínez, 1995) . El resto de la demarcación son prados y terrenos de labor, gestionados por las sociedades de cazadores locales. Constituyen espacios de gran valor cinegético en lo que atañe a la caza de acuáticas. Uno de los mayores retos a los cuales se enfrentan estos singulares cazaderos es la gestión del hábitat propio de las aves acuáticas y de las modalidades asociadas.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Figura 15. Albufera

*S'Albufera representa la mayor zona húmeda de las Islas Baleares. Gran parte de la comarca se encuentra protegida por diferentes figuras ambientales atendiendo a razones de conservación y de protección de aves. En los espacios cinegéticos destaca la caza de acuáticas y la gestión orientada a preservar estas especies. Fuente: A. Barceló.

5. Conclusiones

Las medidas de planificación y ordenación en materia cinegética son básicas para garantizar la conservación de los hábitats, de las especies y de la propia actividad. La comarcalización cinegética responde a un concepto moderno de gestión y con fundamento técnico que pretende aplicarse sobre agrupaciones territoriales homogéneas al objeto de dar validez práctica y real a los criterios sobre los cuales se sustentan los preceptos de los planes técnicos de caza.

La comarcalización cinegética carece de precedentes en Mallorca, ya que las propuestas similares definidas hasta el momento se basan solamente en agrupaciones territoriales creadas en torno a límites de demarcaciones municipales. El modelo definido en este artículo supone rehuir de la fragmentación y atomización que hasta ahora impera en los planes técnicos individuales. De esta forma los planes comarcales tienen que servir de base o de marco de referencia para los planes técnicos de cada acotado inscritos en un territorio, siempre atendiendo a condicionantes propios del recurso.

Cualquier intento de analizar territorialmente la caza en Mallorca se enfrenta a notables dificultades derivadas de la ausencia de información específica (p.ej. faltan series de capturas por especies, los censos de fauna cinegética son puntuales, no se disponen de censos de depredadores, los datos referentes a coberturas y usos del suelo son anticuados,...) aunque esto no ha sido obstáculo para aplicar una compleja metodología para definir un mapa comarcal.

Se definen 7 comarcas cinegéticas para el conjunto insular: Montaña, Marina, Llanos, Marinas y Sierras (que a la vez se puede disgregar en tres subcomarcas), Garrigas y Montes, Cuenca Septentrional, Palma y Albufera. Se trata de extensiones territoriales con características cinegéticas propias además de valores socioculturales similares e identidad paisajística.

Las propuestas de comarcalización cinegéticas basadas en análisis multivariantes se pueden ajustar o modelar según los criterios que desee aplicar el planificador, al disponer de diferentes componentes principales que marcan permiten definir regiones en función de determinadas variables. En el caso de Mallorca y con los datos disponibles pueden realizarse numerosas agrupaciones alternativas o complementarias, como por ejemplo, comarcas de caza mayor / comarcas de caza menor / comarcas mixtas; comarcas ofertantes de caza / comarcas equilibradas / comarcas

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

demandantes de caza; o comarcas de caza naturales / comarcas de caza en agroecosistemas / comarcas de caza rururbanas, etc.

La administración competente en materia de caza tienen la potestad decidir la aplicación de un modelo comarcal como el propuesto. En el caso de Mallorca se facilitaría enormemente la tarea a los titulares o gestores de cotos, pasando de tener que elaborar un plan técnico por cada uno de los aproximadamente 1.500 espacios cinegéticos a poder ofrecer la posibilidad que cada coto se pueda adherir a unos de los siete planes comarcales, según corresponda.

Se propone una revisión quinquenal de las variables utilizadas e incorporar otras nuevas (cuando se dispongan de datos) con el objetivo de validar el modelo presentado o, en su caso, realizar los ajustes necesarios para disponer de una comarcalización cinegética actualizada y ajustada a la realidad.

La Geografía, mediante sus técnicas de análisis y representación, puede asumir un papel destacado en las tareas relativas a la planificación y ordenación cinegética, campo hasta ahora tratado principalmente desde otras disciplinas.

6. Agradecimientos

Al Dr. Maurici Ruiz Pérez (Geógrafo, Director del Servicio de SIG y Teledetecció de la UIB), Dr. Bartomeu Seguí Campaner (Biólogo, Jefe del Servicio de Caza del Consell de Mallorca), Dr. Gabriel Alomar Garau (Geógrafo, profesor de la UIB), Sr. Josep Antoni Aguiló (Biólogo, Jefe del Servicio de Medio Ambiente del Consell de Mallorca), Sr. Àngel García (Técnico Superior en Gestión y Organización de Recursos Naturales y Paisajísticos, Técnico del Servicio de Caza del Consell de Mallorca), y a todo el personal del Servicio de Caza del Departamento de Desarrollo Local del Consell de Mallorca por su especial ayuda, colaboración y aportación de material en el presente artículo.

7. Bibliografía

- Aguiló, Josep Antoni y Vicens, Josep (1995). Mallorca: espais naturals. Palma: Promomallorca Edicions.
- Araque, Eduardo (2009). «La crisis de los espacios de montaña en Andalucía. Estado de la cuestión». *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje,* 23*:* 25-44.
- Araque, Eduardo (2012). *El Parque Natural de la Sierra de Andújar: uso y gestión territorial*. Jaén: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén, 152 pp.
- Araque, Eduardo y Crespo, José Manuel (2011). «Chasse, conservation de la nature et développement économique dans un espace andalou protégé». *Histoire & Sociétés Rurales*, Vol 36 (2): 137-161.
- Araque, Eduardo y Moya, Egidio (2008). «La política de conservación de la naturaleza y desarrollo socioeconómico en las sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Jaén)». *Ería*, 75: 129-142.
- Araque, Eduardo; Sánchez, José Domingo y Crespo, José Manuel (2007). «Prépondérance de l'activité cynégétique dans le Parc Régional de la Sierra de Andújar (Communauté d'Andalousie, Espagne)». *Sud-ouest européen*, 23: 127-141.
- Barceló, Antoni (2009). *La Caça a Mallorca: història, societat, economia, territori i medi ambient*. Palma: Conselleria de Medi Ambient, 175 pp.
- Barceló, Antoni (2015). *Caça, territori i societat a Mallorca*. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears, 638 pp.
- Barceló, Antoni; Grimalt, Miquel y Binimelis, Jaume (2015): «Implicaciones territoriales, sociales y ambientales de las sociedades de cazadores locales en Mallorca». En: De la Riva, Juan; Ibarra, Paloma; Montorio, Raquel y Ro-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

drigues, Marcos (Eds). *XXIV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles. Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación.* Zaragoza: Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, pp 1543-1552.

- Barceló, Antoni y Grimalt, Miquel (2014). «La huella cinegética en Mallorca. Piedra en seco y gestión de la caza». En: Pavón, David; Ribas, Anna; Ricart, Sandra; Roca, Anna; Salamaña, Isabel y Tous, Cristina (Eds). *XVII Coloquio de Geografía Rural. Revalorizando el espacio rural: leer el pasado para ganar el futuro.* Girona: Documenta Universitaria, pp. 745-758.
- Binimelis, Jaume (2006): «La difusión residencial en el espacio rural de la isla de Mallorca en la década de los noventa. Nuevas aportaciones para una correcta interpretación del llamado «tercer boom» turístico». *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 15 de noviembre de 2006, vol. X, núm. 225. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Binimelis, Jaume y Ordinas, Antoni (2012): «Agricultura y postproductivismo en las Islas Baleares. La payesía isleña en los albores del siglo xxi». *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 1 de marzo de 2012, vol. XVI, núm. 393. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Censo agrario 2009. http://www.ine.es/CA/Inicio.do [Fecha de consulta: diciembre 2014].
- Crespo, José Manuel (2013). *La caza mayor en la provincia de Jaén (España). Antes de la Ley 1/1970. Análisis Territorial de un recurso natural.* Colección tesis doctorales. Universidad de Jaén. Disponible en http://ruja.ujaen.es/handle/10953/509?mode=full.
- Crespo, José Manuel (2014). *La caza mayor en Jaén antes de la Guerra Civil española*. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses, 454 pp.
- Crespo, José Manuel (2016). *Organización administrativa y acción política sobre el recurso caza mayor en España (1939-1975). El caso de la provincia de Jaén.* Universidad de Jaén, 294 pp.
- Decreto 72/2004, de 16 de julio, por el cual se regulan los planes técnicos de caza y los refugios de caza en las Islas Baleares. BOIB núm. 102, 22-07-2004.
- Decreto 91/2006, de 27 de octubre, de regulación de poblaciones caprinas, de ordenación del aprovechamiento cinegético de la cabra salvaje mallorquina y de modificación de los planes técnicos. BOIB núm. 157, 07-11-2006.
- Decret llei 1/2007 de 23 de novembre de mesures cautelars fins a l'aprovació de normes de protecció d'àrees d'especial valor ambiental per a les Illes Balears. BOIB núm. 76 Ext. 24-11-2007.
- FUNGESMA. (2001). *Buenas prácticas cinegéticas*. Madrid: Ediciones Mundi – Prensa.
- García, Celso; Salamanca, Miquel y Grimalt, Miquel (2013). «La Serra de Tramuntana. Patrimonio Mundial de la UNESCO». En: Grimalt, Miquel (Ed.). Marjades, vinyes i viles: itinerarios a través de la diversidad territorial de Mallorca. Universitat de les Illes Balears / AGE, 53 - 81.
- Gómez, Josefina y López Ontiveros, Antonio (2001). «Montes y caza». En: Gil, Antonio y Gómez, Josefina (Coord.). *Geografía de España*. Barcelona: Editorial Ariel, 405-424.
- Grimalt, Miquel (ed.) (2013). *Marjades, vinyes i viles: itinerarios a través de la diversidad territorial de Mallorca*. Universitat de les Illes Balears/AGE.
- Grimalt, Miquel y Rodríguez-Perea, Antonio. (1995). «Mapa geomorfològic de les Illes Balears». En: Salvà, P. A. (Dir.Gral). *Atles de les Illes Balears.* Palma: Edicions Cort, 36.
- Guijarro, José Antonio (1986): *Contribución a la bioclimatología de Baleares.* Tesis doctoral, 2 vol. Universitat de les Illes Balears, Facultat de Ciències.
- Infraestructura de datos espaciales de las Islas Baleares. http://www.ideib.cat/ (Fecha de consulta: diciembre 2014)
- Institut d'Estadística de les Illes Balears. www.ibestat.caib.es (Fecha de consulta: diciembre 2014)
- Ley 6/2006, de 12 de abril, Balear de Caza y Pesca Fluvial. BOIB núm. 61, 27-04-2006.
- Llei 1/1991, de 30 de gener, d'espais naturals i de règim urbanístic de les àrees d'especial protecció de les Illes. BOCAIB núm. 31, 09-03-1991.
- López Ontiveros, A. (1991). «Algunos aspectos de la evolución de la caza en España». *Agricultura y Sociedad*, 58: 13-51.
- López Ontiveros, Antonio (1992). «La investigación sobre la actividad cinegética en España: Estado de la cuestión». En: Varios Autores. *vi Coloquio de geografía rural. Ponencias*. Madrid: Universidad Autónoma, 145-188.
- López Ontiveros, Antonio (1994). «Caza, actividad agraria y geografía en España». *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 24: 111-130.

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

- Martínez Garrido, Emilia (2000). *La caza en la provincia de Ciudad Real: su análisis geográfico como aprovechamiento reciente*. Tesis doctoral. 3 vol. Universidad Autónoma de Madrid.
- Martínez Garrido, Emilia (2009). «Visiones territoriales del boom cinegético español, 1970 – 1989». *Boletín de la Asociación Española de Geógrafos* 51, 325-351.
- Martínez Garrido, Emilia (2010). «Caza y custodia del territorio en los paisajes agrarios españoles». En: Leco, F. (Coord.): *Actas del XV Coloquio de Geografía Rural. Territorio, paisaje y patrimonio rural*. Cáceres: Coloquio de Geografía Rural.
- Mayol, Joan y Martínez, Antoni (Eds.) (1995). S'Albufera de Mallorca. Palma de Mallorca: Monografia Científica núm. 4 de la Societat d'Història Natural de les Balears, Moll.
- Mulero Mendigorri, Alfonso (1993). *Espacios rurales de ocio. Significado general y análisis en la Sierra Morena cordobesa*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.
- Mulero Mendigorri, Alfonso (2013). «El paisaje forestal-cinegético en Sierra Morena: una lectura geográfica». *Cuadernos Geográficos*: 52, 108 - 128.
- Mulero Mendigorri, Alfonso y Naranjo, José (1996). «Caza y desarrollo rural en la montaña andaluza: fuentes actuales para su estudio». En: Varios Autores. *Actas del VIII Coloquio de Geografía Rural.* Zaragoza: Asociación de Geógrafos Españoles (Grupo de Trabajo de Geografía Rural), 277-289.
- Mulero Mendigorri, Alfonso y Silva, Rocío (2013). «Paisajes de Sierra Morena: una cuestión de miradas y escalas». *Revista de estudios regionales*: 96, 36-64.
- Ocaña, Joaquín y Garzón, Rafael (2002). «Medio ambiente y ordenación de la caza en Andalucía: cambios e interrogantes». En: Varios Autores. *Los espacios rurales entre hoy y mañana: actas del XI Coloquio de Geografía Rural*. Santander: XI Coloquio de Geografía Rural, Universidad de Cantabria, 747 - 758.
- Orden del Consejero de Agricultura y Pesca de día 14 de abril, por la cual se declara la cabra asilvestrada pieza de caza mayor. BOCAIB Núm. 53, 02-05-1992.
- Ordinas, Antoni; Grimalt, Miquel y Caldentey, Joan (2007). «Marines i garrigues a Mallorca, geografía de dos genèrics toponímics». En: Bassa, Ramon; Casellas, Ester y Planisi, Hermínia. (Eds). *XIX Jornada d'Antroponímia i Toponímia*. Palma: Servei Lingüístic de la Universitat de les Illes Balears, Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 222-229.
- Prohens, Cosme y Seguí, Bartomeu (2012). *Estudi i seguiment poblacional de les espècies de caça menor a l'illa de Mallorca*. Consell de Mallorca.
- Rengifo Gallego, Juan Ignacio (2008): «Un segmento del turismo internacional en auge: el turismo de caza», *Cuadernos de Turismo*, 22, pp. 187-210.
- Rengifo Gallego, Juan Ignacio (2010). «Caza y turismo cinegético como instrumentos para la conservación de la naturaleza». *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, vol. 30, 2, 163-186.
- Rengifo Gallego, Juan Ignacio (2012).«Evaluación de la actividad cinegética en Extremadura en los albores del siglo XXI: Retos a corto y medio plazo». *Estudios geográficos*, vol. 73 (272), 189-214.
- Salvà, Pere Antoni (1988). «Sa Marina: formes històriques d'explotació de l'espai agrari» En: Mayol, Joan; Pons, Gabriel, Salvà, Pere Antoni; Rullan, Onofre y Sbert, Miquel. *Sa Marina, una realitat per conèixer*. Ciutat de Mallorca: Obra Cultural Balear de Llucmajor.
- SEC. http://www.catastro.meh.es/ (Fecha de consulta: diciembre 2014)
- Seguí, Bartomeu; Sanz, Adolfo; Barceló, Antoni; García, Àngel y Vidal, Francisco Javier (Eds) (2014). *Boc Balear, cuatro milenios de historia, diez años de homologación*. Consell de Mallorca: Departament de Medi Ambient.
- Vargas, Juan Mario (2002). *Alerta cinegética*. Otero ediciones, S.L., 398 pp.
- Vargas, Juan Mario, Farfán, Miguel Angel y Guerrero, José Carlos (2006). «Comarcalización cinegética a escala regional: la experiencia piloto de Andalucía (Sur de España)». *Ecología*, 20: 415-434.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5923

Análisis territorial y temporal del consumo eléctrico en el sector residencial de Argentina (1995-2014)

Pedro Chévez[1] ✉ | Irene Martini[2] | Carlos Discoli[3]

Recibido: 09/04/2017 | Aceptado: 30/09/2017

Resumen

Se presenta un análisis del consumo eléctrico residencial argentino con el objetivo de comprender: (i) la interacción entre variables climáticas y socio-demográficas en la determinación del consumo eléctrico residencial de las diferentes regiones del país; (ii) la interacción entre dichas variables y el equipamiento domiciliario en la determinación de la demanda eléctrica residencial de las distintas provincias del país; (iii) la relación entre la trayectoria de la demanda por usuario y la evolución del equipamiento a nivel nacional (1995-2014); (iv) la relación entre la demanda por usuario, salario real y tarifa utilizando como ejemplo a la ciudad de La Plata (1995-2014).

Para ello, se utiliza cartografía temática, bases de datos climáticas y energéticas, el Censo Nacional y la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares (ENGHo), que permiten caracterizar municipios y provincias, recopilar información de años anteriores, construir indicadores de equipamiento y analizar series históricas.

Se observa que las mayores demandas eléctricas se presentan en regiones cálidas, justificadas por el uso del equipamiento de climatización de verano. El crecimiento histórico de la demanda a nivel nacional muestra una evolución prácticamente lineal, justificada la incorporación y el recambio de equipamiento. Asimismo, la evolución del consumo por usuario no demuestra relaciones asociadas a cambios tarifarios, subsidios o salarios.

Palabras clave: sector residencial; hábitat; tarifas energéticas; Argentina; consumo eléctrico.

Abstract

Territorial and temporal analysis of electrical consumption in the residential sector of Argentina (1995-2014)

This paper presents an analysis of the argentinean residential electricity consumption with the objective of understanding: (i) the interaction between climatic and socio-demographic variables in the determination of the residential electricity consumption of the different regions of the

1. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. che.pedro@hotmail.com
2. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. irenemartini@conicet.gov.ar
3. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. discoli@rocketmail.com

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

country; (ii) the interaction between these variables and household equipment in the determination of residential electricity demand in the different provinces of the country; (iii) the relationship between the demand per user trajectory and the evolution of the home appliances at the national level (1995-2014); and (iv) the relationship between the trajectory of demand per user, the real wage and subsidies in the last decades using as a case study the city of La Plata (1995-2014).

For this purpose, thematic cartography, climate and energy databases, the National Census and the National Survey of Household Expenditures (ENGHo) are used to characterize municipalities and provinces, to collect information from previous years, to construct equipment indicators and to analyze historical series.

It is observed that the greatest demands are observed in warm regions, justified by the use of HVAC systems. The historical growth of demand at the national level shows a practically linear evolution, justified by the incorporation and the replacement of equipment. Likewise, the evolution of consumption per user does not demonstrate direct relations with tariff changes, subsidies or salaries.

Keywords: residential sector; habitat; energy tariffs; Argentina; electricity consumption.

Résumé

Analyse territoriale et temporaire de la consommation électrique dans le secteur résidentiel de l'Argentine (1995-2014)

Ce travail représente un analyse de la consommation électrique résidentiel argentine avec l'objectif de comprendre: (i) l'interaction entre les variables climatiques et sociodémographiques dans la détermination de la consommation d'électricité résidentielle des différentes régions du pays; (ii) l'interaction entre ces variables et l'équipement ménager dans la détermination de la demande d'électricité résidentielle dans les différentes provinces du pays; (iii) la relation entre le chemin de la demande par usager et l'incorporation ou remplacement de l'équipement au niveau national (1995-2014); et (iv) la relation entre le chemin de la demande par usager, le salaire réal et le prix, on prend comme situation d'étude la ville de La Plata (1995-2014).

Pour ce faire, la cartographie thématique est utilisé, ainsi que des bases de données sur le climat, l'énergie, du Recensement National et Enquête sur les Dépenses des Ménages (ENGHo). Ceux-ci permettent de caractériser et de comparer les groupes de provinces, ainsi que de recueillir des informations des années précédentes, construire des indicateurs d'équipement et d'analyser des séries historiques.

On observe que les plus hautes demandes de l'énergie électrique au niveau national s'observent aux regions chaudes, cettes demandes justifieés pour l'usage de l'équipement de climatisation d'été. La croissance historique de la demande au niveau national on trouve un comportement pratiquement linéaire soutenu pour un impact clair de l'incorporation et recharge de l'équipement. En outre, l'évolution de la consommation moyenne par usager ne montre pas les relations directes asocieés au changement des taux, aides ou conditions salaraires.

Mots-clés: secteur résidentiel; le logement; les tarifs de l'énergie; Argentina; consommation électrique.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

1. Introducción

El contexto energético nacional de los últimos años ha introducido en la agenda mediática, política y científica de la Argentina el debate acerca de los principales problemas que afectan al sector. Esto ha sido provocado por la situación compleja que atraviesa la Argentina en materia de energía, la cual es producto de un largo proceso de transformaciones que han configurado el actual sistema eléctrico e hidrocarburífero. En el caso del sistema eléctrico, los principales problemas se manifiestan tanto en el sector de la distribución como en la generación. La distribución presenta un claro retraso en materia de inversiones en sus infraestructuras que se traducen en cortes de suministro masivos fundamentalmente en verano (Decreto 134, 2015). Bajo esta circunstancia, la generación no ha logrado cubrir picos de demanda en momentos específicos del año, situación ocasionada por el sostenido incremento en el consumo total con una tasa cercana al cinco por ciento anual. A su vez, la Argentina posee una matriz de generación eléctrica poco diversificada, altamente dependiente de los combustibles fósiles (Garrido, 2016) y de manera conjunta se observa un proceso de declive en la producción local de hidrocarburos (Barrera, Sabbatella y Serrani, 2012). Esta coyuntura obliga al Estado a importar combustibles periódicamente, ocasionando una importante salida de divisas para la balanza comercial (INDEC, 2014).

Por su parte, es de destacar que el rápido incremento en el consumo total de energía, impulsado por el crecimiento económico de la última década, fue uno de los factores que dejó al descubierto severas fallas en la infraestructura, manifestándose, por ejemplo, en grandes cortes de suministro eléctrico durante diciembre de 2013. En este sentido, entre 2003 y 2012, el PBI de Argentina pasó de 138 mil millones de USD/año a 580 mil millones de USD/año y la tasa de crecimiento del consumo energético total fue del 3,29% anual, cuyo valor para el período 1993-2002 había sido del 1,94% anual. A pesar de ello, la bibliografía específica del tema aborda con frecuencia la problemática energética nacional desde el sector de la oferta. Mientras que en el caso del sector de la demanda, en general, se pueden encontrar publicaciones que se circunscriben a provincias o ciudades, a excepción de algunos pocos casos que analizan el problema a escala nacional. Un hecho similar ocurre en los debates actuales acerca de la determinación de las tarifas energéticas, donde tiende a omitirse al usuario como un actor de importancia y, en contraposición, se valorizan los intereses de las generadoras, distribuidoras o transportistas. Un reflejo de este hecho se verifica en las modificaciones tarifarias de comienzos de 2016, donde las facturas de los usuarios sufrieron incrementos del orden del 500% (Sticco, 2016; «Rigen las nuevas tarifas eléctricas», 2016; Infoleg, 2016). Si bien el sector de la oferta presenta complejidades y problemáticas que son necesarias de comprender, el sector de la demanda, en este caso residencial, también posee elementos de interés que requieren ser planteados y analizados.

Respecto a los antecedentes en el estudio de la demanda de energía, por un lado se pueden encontrar investigaciones que se circunscriben al análisis de la problemática de distintas regiones o ciudades del país. En este sentido, se pueden citar trabajos del IDEHAB/IIPAC de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP desde la década del ochenta hasta la actualidad, por ejemplo: el programa de evaluaciones energéticas en la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires titulado Audibaires (IAS, 1983); el estudio sobre el consumo y conservación de la energía en la villa minera de Río Turbio (Rosenfeld *et al.*, 1988); el trabajo sobre uso racional de energía en el Área metropolitana de Buenos Aires denominado URE-AM (Rosenfeld, 1999); el proyecto de investigación titulado «Construcción de escenarios urbanos orientados al mejoramiento energético de los sectores residencial y transporte» que adopta como caso de estudio a la ciudad de La Plata (Martini, 2013); entre otros. También se pueden destacar aportes de distintos grupos de investi-

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

gación, por ejemplo los trabajos desarrollados para determinar consumos energéticos a partir de encuestas en las ciudades de Bariloche (González *et al*., 2006; González, 2008) y la ciudad de Mar del Plata (Jacob *et al*., 2013). Asimismo, se encuentran publicaciones que realizan diagnósticos del parque edilicio y sus consecuentes consumos energéticos en ciudades como Santa Rosa o Comodoro Rivadavia (Filippín, 2005; Vagge, *et al*. 2008; Mercado, Esteves y Filippín, 2008).

Por otra parte, se detectan otros ejemplos que afrontan el estudio en la demanda de energía a escala nacional y en este sentido se deben mencionar los trabajos realizados para la 2da Comunicación Nacional de la República Argentina de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IDEHAB, 2005; Carlino, 2007), el trabajo de Fundación Bariloche (2007) y el de Tanides (2013). De los ejemplos aludidos, el trabajo realizado por el IDEHAB adoptó un abordaje territorial que permitió cuantificar emisiones de gases de efecto invernadero considerando consumos diferenciados en el país. También hay que destacar el trabajo de Margulis (2014), quien elabora un modelo que pondera la incidencia de las distintas variables en el consumo eléctrico y en el cual se tienen en cuenta las regiones geográficas argentinas.

A nivel internacional se pueden mencionar países que desarrollan sus balances de energía útil para los distintos sectores de consumo, que son relevados a partir de encuestas y que tienen alcance nacional. Algunos ejemplos son: República Dominicana (Fundación Bariloche, 2008a); Uruguay (Fundación Bariloche, 2008b); España (IDAE, 2016); Estados Unidos con su encuesta energética residencial realizada desde 1979 hasta 2009, y aportes más actuales con análisis por estados tales como State Energy Data System (EIA, 2015; 2016); entre otros ejemplos.

También, se pueden destacar numerosos aportes desde el ámbito científico, en los que se intenta determinar, por medio de diferentes técnicas y abordajes disciplinares, la incidencia de las distintas variables que configuran la demanda de energía en los países o regiones donde se desarrollan los trabajos. En éste sentido, se encuentran trabajos con enfoques desde la economía, como el de Charfuelan Villareal & Losada Moreira (2016), donde utilizan técnicas de regresión econométricas para comprender la evolución de la demanda eléctrica residencial en Brasil, entre 1985-2013, utilizando variables como el número de hogares, ingresos, tarifas, entre otras. Otros ejemplos parten de encuestas de alcance nacional para encontrar patrones de consumo, algunos ejemplos son: Zheng *et al*. (2014) con su estudio para China, donde logran caracterizar el consumo de energía de una vivienda tipo para todo el país; Lévya & Belaïdb (2017), en Francia, donde elaboran perfiles familiares de consumo que permiten comprender sus hábitos energéticos; Özcan *et al*. (2013), en Turquía, donde utilizan modelos de regresión multinomial logit para indagar acerca de las preferencias de los distintos tipos de familias en el uso de combustibles, y detectan que el nivel de ingreso es la variable más determinante; Ekholm *et al*. (2010), desarrolla un método para determinan elecciones en combustibles para cocción en India, donde obtiene grupos de consumidores que se diferencian principalmente por el ingreso y por aspectos intangibles como preferencias y tasas de descuento provocadas por los precios de equipos y combustibles. Abordajes mixtos, es decir desde la economía y desde encuestas, pueden ser encontrados en Wiesmann *et al*. (2014), con su estudio para Portugal, donde encuentra que el nivel de ingreso demuestra una relación inelástica respecto del consumo de electricidad. Por otro lado, se presentan trabajos que se basan en el uso de medidores (convencionales o inteligentes) como por ejemplo: el trabajo de Chatterton *et al*. (2016), donde analiza el consumo eléctrico, de gas natural y vehicular para el Reino Unido a partir de información de más de 70 millones de medidores y odómetros, en el que inicialmente plantea inicialmente un abordaje territorial, pero luego ancla su estudio en clusters de viviendas tipo, ya sin ubicación geográfica; o el aporte de McLoughlin, Duffy & Conlon

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

(2012) que utilizan 4200 medidores inteligentes y encuestas en viviendas de Irlanda que luego son analizados mediante una regresión lineal múltiple; en continuidad con el trabajo previo, los autores presentan en McLoughlin *et al.* (2013) el uso de técnicas de transformadas de Fourier y procesos Gaussianos para caracterizar los consumos energéticos de los hogares; asimismo, Gouveia & Seixas (2016) utilizan información de alta resolución a partir de medidores inteligentes en la ciudad de Évora en Portugal, que luego agrupa según sus curvas anuales de consumo eléctrico y que describe a partir de información socio-demográfica obtenida de encuestas.

En este sentido, cabe destacar que los mencionados trabajos, hacen un escaso anclaje territorial en la búsqueda de las respuestas a los interrogantes, desatendiendo aspectos tales como el emplazamiento urbano, el clima y la cultura, entre otros factores. Esta situación conlleva a perder de vista un elemento importante, que es el del direccionamiento de las políticas, las cuales indefectiblemente deberán diferenciarse en el territorio. Si bien es necesario conocer grupos de consumidores, también se torna necesario conocer su espacialidad territorial, puesto que las normativas o políticas en primer lugar se direccionan a las jurisdicciones.

2. Objetivos y alcances del trabajo

En función de la revisión de bibliografía, se detecta que en Argentina existe una escasa cantidad de estudios que afronten el análisis de la demanda de energía eléctrica residencial a escala nacional, ni tampoco una encuesta destinada a consumos de energía desde ámbitos de gobierno. Asimismo, buena parte de los antecedentes nacionales se encuentran desactualizados, por ende, entendemos que el presente trabajo representa un aporte de importancia para los ámbitos gubernamentales y académicos locales. Asimismo, en cuanto a la revisión de bibliografía internacional, se encuentran diversos abordajes, definidos tanto por la naturaleza de los datos disponibles como por la experticia de los investigadores y, a partir del análisis de la mencionada bibliografía, se encuentra que el anclaje territorial tiende a ser omitido, mientras que los resultados obtenidos responden a las características propias de cada caso de estudio.

Por tales motivos, el presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis territorial y temporal del consumo eléctrico en Argentina, a los efectos de comprender:

- La interacción entre variables climáticas y socio-demográficas en la determinación del consumo eléctrico residencial de las diferentes regiones del país, utilizando a los municipios como unidad de análisis y considerando un determinado año (2012).
- La interacción de las diferentes variables climáticas, indicadores socio-demográficos, económicos y de equipamiento en la determinación de la demanda eléctrica residencial de cada una de las provincias, considerando un determinado año (2012).
- La relación entre la trayectoria de la demanda por usuario y la incorporación o recambio de equipamiento en las últimas décadas a nivel nacional (1995-2014).
- La relación entre la trayectoria de la demanda por usuario con el salario real y la tarifa del servicio en las últimas décadas, utilizando como ejemplo y caso de estudio a la ciudad de La Plata (1995-20014).

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

3. Metodología

Para el estudio del consumo de electricidad en el sector residencial de la Argentina se realiza un análisis que aborda escalas territoriales y temporales diferentes. A continuación se exponen las variables y procedimientos utilizados en cada etapa:

3.1. Análisis territorial desagregado por municipios

En primera instancia se analiza de forma global el consumo eléctrico a nivel nacional y sus relaciones con diversas variables, climáticas y socio-demográficas, a partir de la elaboración de cartografía desagregada por municipios/departamentos. Este nivel de análisis permite apreciar la variación y el comportamiento territorial de las mencionadas variables y observar elementos de la estructura general. Para ello se utilizan herramientas de la geoestadística presentes en el software de código abierto QGIS y se elabora la siguiente cartografía a partir de las técnicas que allí se enuncian:

- Cartografía energética: se representa el consumo promedio por usuario residencial para el año 2012, de cada uno de los 512 municipios/departamentos de la Argentina, calculado a partir de información del Ministerio de Energía (MINEM, 2016) y la cual requiere de la georreferenciación por parte del usuario.
- Cartografía climática: se geolocalizan las noventa estaciones meteorológicas (Mapa 1) presentes en IRAM (2012) y se construyen los mapas de Temperatura media de verano; Temperatura media de invierno; Humedad relativa de verano; Humedad Relativa de invierno. A partir de los noventa puntos de medición, se aplican técnicas geoestadísticas para obtener mapas con variables continuas. Para ello, se utiliza la herramienta «Interpolación», presente en QGIS, y se adopta el método de «Ponderación inversa a la distancia (IDW)» y se obtiene el mapa *Raster*. A partir de ello, se calculan los promedios de las cuatro variables para cada polígono que constituye un municipio/departamento, con la herramienta «Estadísticas de zona», y finalmente se representan los mapas de forma vectorial.

Mapa 1. Geolocalización de las noventa estaciones meteorológicas

Fuente: IRAM (2012).

- Cartografía socio-demográfica: en base a información del Censo 2010, más precisamente de la base de datos Redatam (2016), se obtiene información desagregada por municipios/departamentos, la cual se requiere compatibilizar para permitir la georreferenciación por medio de los campos asignados para tales fines. A partir de esta fuente, se construyen mapas de: Promedio de personas por vivienda; Porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas; Porcentaje de hogares con gas por red; y Porcentaje de viviendas con calidad constructiva satisfactoria.

Una vez constituida la base cartográfica se realiza un análisis global de las principales características del área de estudio.

3.2. Análisis territorial desagregado por provincias

Bajo esta escala de análisis, se cuenta con mayor información, dado que es posible incorporar datos de: consumo promedio por usuario de electricidad (MINEM, 2016); información climática obtenida de IRAM (2012); información de la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares (ENGHo; INDEC, 2016a), que cuenta con 20.961 encuestas en todo el país y tiene representatividad estadística provincial (la misma utiliza la Muestra Maestra Urbana de Viviendas de la República Argentina –MMUVRA- para localidades de más de 5.000 habitantes); información del Censo Nacional 2010 (del cual, en este caso, se totalizan para cada provincia únicamente los valores correspondientes a aglomerados de más de 5.000 habitantes para compatibilizar la información con la ENGHo).

En función de dichas fuentes de información se analiza la interacción entre la demanda eléctrica, el clima, indicadores socio-demográficos y la penetración de electrodomésticos, a partir de evaluar las siguientes variables para cada una de las provincias:

- El consumo promedio por usuario residencial para el año 2012 (MINEM, 2016). Se utiliza el año 2012 como línea base, ya que la información del equipamiento por provincia se extrae de la ENGHo, realizada en dicho año. Esta información es georreferenciada con el software de código abierto QGIS, con el que se obtiene el mapa de consumos.
- Los grados día de refrigeración en base 23ºC (GD_{23}) y los grados día de calefacción en base 20ºC (GD_{20}) de cada provincia, calculados a partir de IRAM (2012). Para ello se consideran todas las estaciones meteorológicas presentes en cada una de las provincias y se obtiene un valor promedio asignando un peso a cada una de éstas en función de la cantidad de habitantes que posee la localidad en la que se emplaza.
- El valor de indicadores socio-demográficos relevantes para la determinación del consumo eléctrico presentes en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (Redatam, 2016) tales como: el promedio de personas por hogar; el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI); el porcentaje de hogares con calidad satisfactoria de conexión a servicios básicos (agua, baño y desagüe); y el porcentaje de hogares que utilizan gas por red como combustible principal para la cocción.
- La penetración de los distintos electrodomésticos extraídos de ENGHo 2012. A partir de esta base de datos es posible conocer el porcentaje de hogares que cuentan con aire acondicionado, lavarropas automático, computadora personal, conexión a internet, heladera con freezer y freezer individual.
- Indicadores socio-económicos extraídos de ENGHo 2012, tales como superficie promedio de las viviendas, el nivel de ingreso total y per cápita mensual de los hogares, el promedio de gasto

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

en electricidad, como así también el porcentaje del ingreso total destinado al pago del servicio eléctrico.

Para el análisis de la información utilizada, se ensayan diversas regresiones (simples y múltiples) donde se obtiene que la variable con mayor peso es la condición climática de verano, pero con un bajo grado de ajuste. Por tal motivo, se opta por organizar una clasificación de nueve grupos de provincias según su grado de afinidad y para ello se utiliza la técnica de clustering de k-medias utilizando cuatro variables (consumo eléctrico, GD_{23}, GD_{20} y personas por hogar). Luego se elabora un análisis descriptivo de los nueve grupos obtenidos, utilizando todas las variables consideradas, las cuales se calculan para cada grupo a partir de la fórmula de 'promedio ponderado' que considera la cantidad de hogares de cada provincia (Ecuación 1):

$$\bar{X}_v = \sum_{i=1}^{n} V_i * \left(\frac{Hog_i}{Hog_{tot}}\right) \quad \text{(Ec. 1)}$$

Donde:
$\bar{X}_v$=promedio ponderado de la variable V para un grupo de (n) de provincias
V_i= valor de la variable en la provinicia (i)
Hog_i=cantidad de hogares en la provinicia (i)
Hog_{tot}=cantidad total de hogares del grupo de (n) de provincias

3.3. Análisis temporal a nivel nacional

Posteriormente se analiza la relación entre la trayectoria de la demanda por usuario y la incorporación o recambio de equipamiento en las últimas décadas a nivel nacional, considerando los años comprendidos en la serie 1995-2014 y utilizando la información que se detalla a continuación:

- La evolución del promedio del consumo anual por usuario. El mismo se obtiene a partir de las *Series Históricas de Energía Eléctrica* (MINEM, 2016).
- La evolución de la penetración de diferentes electrodomésticos, extraída de la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares ENGHo de 1996, 2004 y 2012 (INDEC, 2016c; 2016b; 2016a). A partir del cual se calcula el indicador IEq de equipamiento para cada corte temporal, el cual se obtiene a partir de la sumatoria de los porcentajes de penetración de los electrodomésticos de cada corte temporal, tal como se observa en la Ecuación 2.

$$IEq_a = \sum_{i=1}^{n} V_i(\%) \quad \text{(Ec. 2)}$$

Donde:
IEq_a=índice de equipamiento para el año (a)
V_i= porcentaje de penetración del equipo (i) para el año (a)

La adopción de la serie temporal 1995-2014 se sustenta en los siguientes aspectos: por un lado se buscó una serie de al menos veinte años para contar con cierta estabilidad en las tendencias de consumo; por su parte, el año 2014 es el último que se informa en la base de datos consultada (MINEM, 2016); a su vez, la evolución del equipamiento domiciliario fue extraída de la ENGHo 1996, 2004 y 2012, las cuales están comprendidas dentro de la serie considerada. En tanto, en las bases de datos del ENRE (2016), se encontró que los registros más antiguos de tarifas son de 1995, los cuales se utilizan en punto iv) de la presente metodología; y por último, los años considera-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

dos incluyen dos períodos históricos bien diferenciados con un punto de crisis socio-económica prácticamente en la mitad de la serie, lo cual permite observar el comportamiento energético en ambas etapas.

3.4. Análisis temporal para la ciudad de La Plata

En tercer lugar se analiza, a título de ejemplo, la relación entre la trayectoria de la demanda por usuario, el salario real y la tarifa en la ciudad de La Plata, todas éstas estandarizadas para permitir su comparación temporal, para los años comprendidos en la serie 1995-2014, a partir de la siguiente información:

- La evolución del promedio de consumo anual por usuario de la distribuidora EDELAP S.A. (MINEM, 2016).
- La evolución del salario real, obtenido del Ministerio de Trabajo (2014).
- La evolución de la tarifa residencial T1R -consumo mensual inferior o igual a 150 kWh- en el área de concesión EDELAP S.A., obtenida del ENRE (2016).

4. Resultados

Una vez descriptas la metodología, escalas de abordaje y las variables a considerar en cada caso, se realiza el análisis del consumo de energía eléctrica residencial y se presentan los principales resultados.

4.1. Aproximación inicial al comportamiento de la demanda eléctrica en el territorio argentino

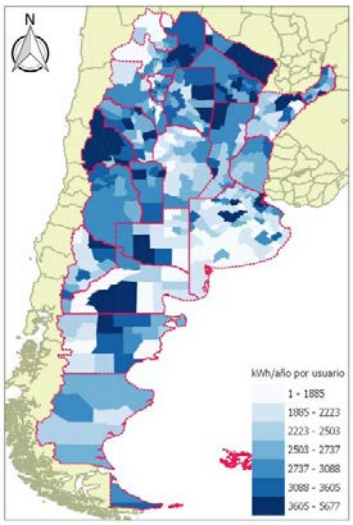
La demanda de electricidad responde a la incidencia de múltiples variables, entre las cuales el clima, a través de la temperatura ambiente, es una de las que mayor predominio tiene. Tal como se afirma en Malvicino, Margulis y Trajtenberg (2016), la demanda eléctrica tiene una relación directa tanto con las bajas temperaturas como con las altas, sin embargo, es necesario considerar también la incidencia de aspectos socio-demográficos, la penetración del equipamiento y otras variables asociadas.

Para obtener una aproximación inicial al comportamiento de algunas variables o indicadores en el territorio, se opta por el estudio cartográfico y la aplicación de herramientas de geoestadística para su elaboración. A continuación, entre los Mapas 2 y 10, se observa el comportamiento territorial de una serie de variables de interés, que permiten obtener una imagen clara acerca de las distintas regiones de la Argentina. La elaboración de los presentes mapas, se realiza a partir de información anclada en los 512 municipios o departamentos del país, lo que permite analizar los gradientes territoriales de las diferentes variables.

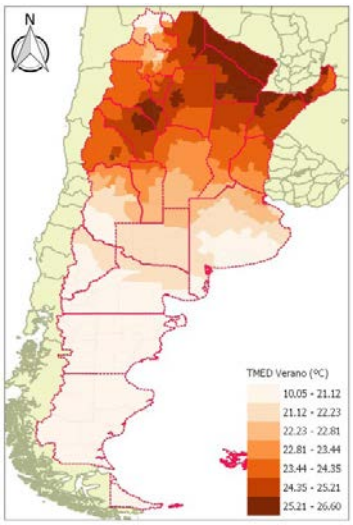
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5923

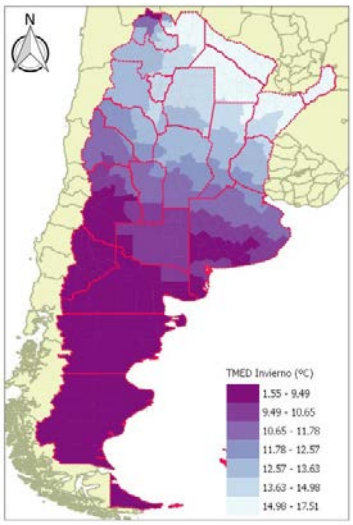
Mapa 2. Electricidad por usuario (kWh/año)



Mapa 3. Temperatura media de verano (ºC)

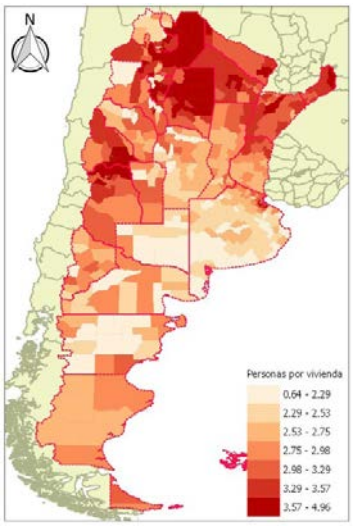


Mapa 4. Temperatura media de invierno (ºC)

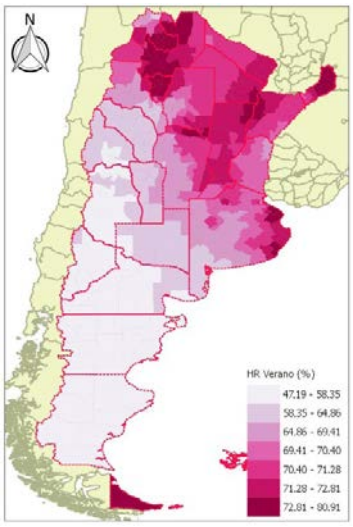


Fuente: MINEM (2016) e IRAM (2012).

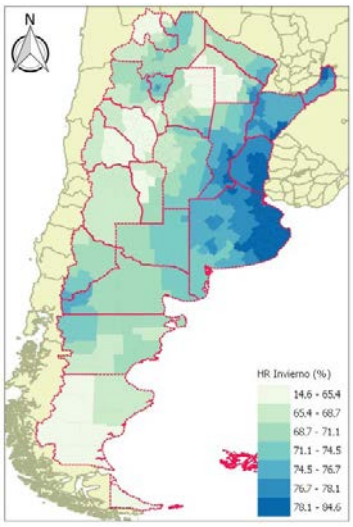
Mapa 5. Personas por vivienda



Mapa 6. Humedad relativa de verano (%)



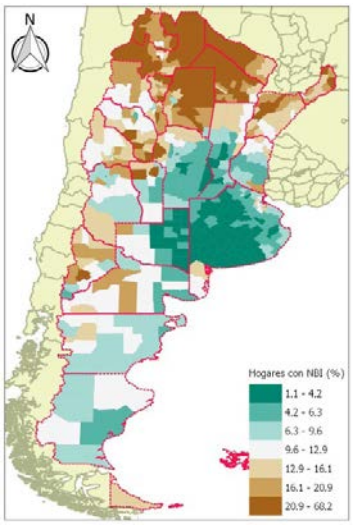
Mapa 7. Humedad relativa de invierno (%)



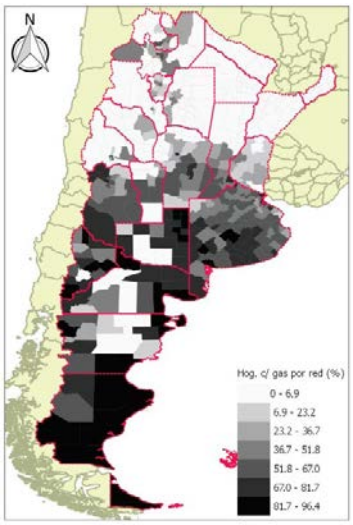
Fuente: Redatam (2016) e IRAM (2012).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

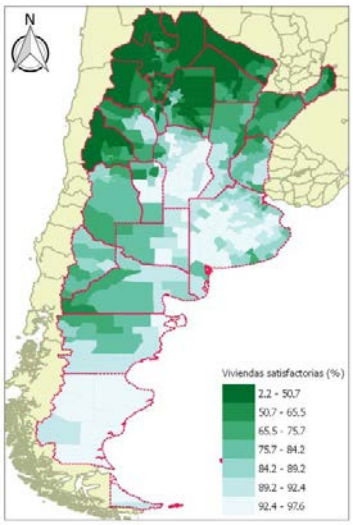
Mapa 8. Hogares con NBI (%)



Mapa 9. Hogares con gas por red (%)



Mapa 10. Viviendas con calidad satisfactoria (%)



Fuente: Redatam (2016).

A grandes rasgos, podemos identificar la diferencia climática en los distintos sectores del territorio, con diferencias térmicas bien marcadas entre la Patagonia, el Noreste (NEA) y la zona cordillerana. Asimismo, se encuentran sectores con un alto promedio de humedad relativa, tanto de invierno como de verano, como es el caso de la Provincia de Buenos Aires. Dichos aspectos se combinan con un diferenciado acceso a la red de gas natural, que es inexistente en sectores como el NEA y parte de la cordillera en el Norte. Asimismo, se observa que la mencionada región Noreste, como así también la Noroeste, denota condiciones de precariedad para la población, dado que allí se detectan elevados niveles de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas y la menor proporción de viviendas con calidad constructiva satisfactoria. Para evaluar la interacción de las mencionadas variables, junto con la adición de otros indicadores de interés, se plantea en la sección siguiente un análisis detallado a nivel provincial.

4.2. Determinantes en las variaciones territoriales del consumo eléctrico por usuario en las diferentes provincias

En esta sección se utiliza como unidad de análisis a las provincias, puesto que para dicho recorte es posible recabar mayores fuentes de información. El Mapa 11 presenta el consumo eléctrico por usuario para el año 2012 en cada una de las provincias (MINEM, 2016) y su información es ordenada de mayor a menor en un gráfico de barras (Gráfico 1). Allí se puede observar que las provincias que encabezan la lista son San Juan, La Rioja, Formosa y Chaco. En una primera aproximación se puede inferir que las altas temperaturas (Mapa 3) ocasionan una mayor utilización en la energía eléctrica para poder satisfacer los requerimientos de refrigeración, sin embargo en estas provincias existen otros factores climáticos-estacionales que explican los elevados consumos. En el caso de San Juan y La Rioja, lindantes a la cordillera de Los Andes, presentan climas muy variados, sus capitales cuentan con un clima 'templado cálido' (San Juan) y 'muy cálido' (La Rioja) y, luego, a medida que nos desplazamos hacia el oeste el clima paulatinamente alcanza la clasificación de 'muy frío' (IRAM, 2012), en consecuencia, la demanda eléctrica provincial también está influida por las bajas temperaturas de invierno y el consecuente uso de equipos eléctricos de calefacción. Por su parte, en Formosa y Chaco, donde si bien el clima es 'muy cálido'

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

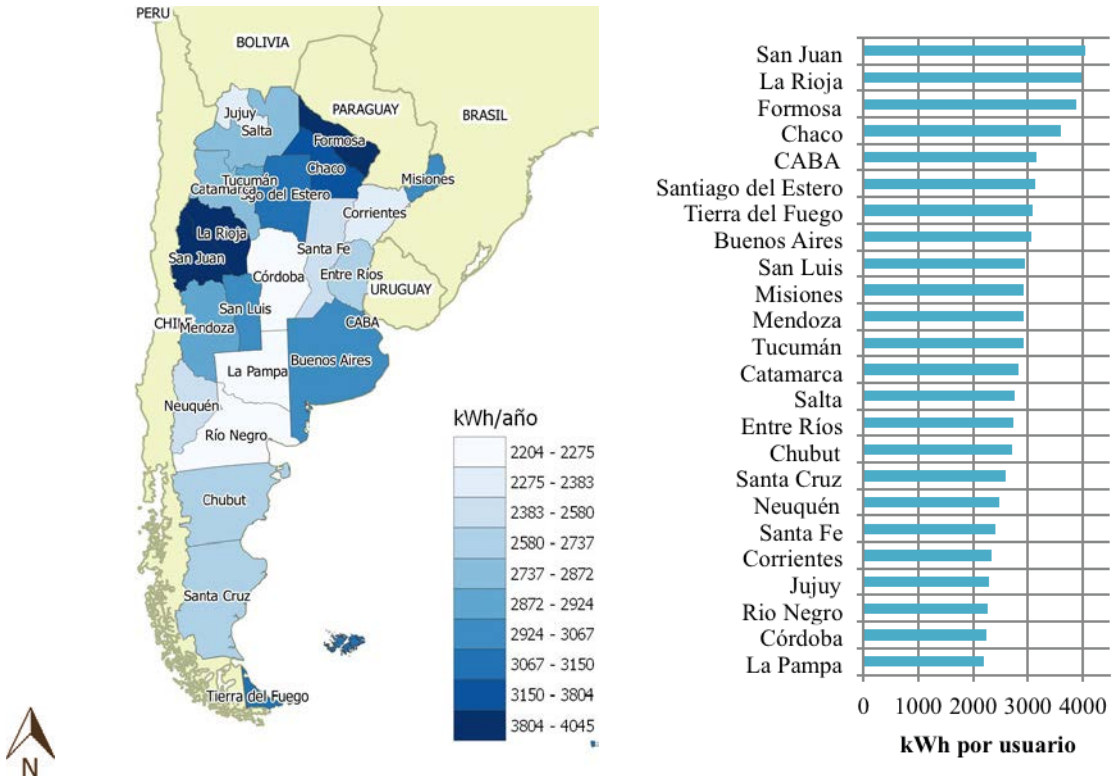
(IRAM, 2012), la electricidad debe absorber la inexistencia del gas natural (Mapa 9) y reemplazar usos que típicamente se satisfacen con dicho vector energético.

También se debe tener en cuenta que las condiciones sociales y el equipamiento inciden en la conformación de la demanda. Por ejemplo, esta complejidad de factores determina que la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), que cuenta con un clima 'templado cálido' (IRAM, 2012), se ubique en el quinto lugar, entre las provincias de Chaco y Santiago del Estero, las cuales presentan climas 'muy cálidos' y cuentan con nula y escasa cobertura de gas por red respectivamente (Mapa 9).

Por otro lado, en Tierra del Fuego (clima 'muy frío'; IRAM, 2012), la rigurosidad climática de invierno incide fuertemente en la demanda eléctrica. De manera análoga a los casos anteriores, se observa una similitud entre el valor de la demanda de Tierra del Fuego y la Provincia de Buenos Aires, siendo climáticamente muy diferentes ('muy fría' y 'templada cálida/fría' respectivamente), advirtiendo comportamientos de demanda complementarios, originados por diferentes usos.

Esta breve descripción, permite advertir que los patrones de consumo eléctrico responden a una gran diversidad de condicionantes relacionados con los climas tanto cálidos como fríos, aspectos sociales, de equipamiento, iluminación y otros. Dicha situación infiere comportamientos territoriales compensados dado que las demandas anuales, en muchos casos, se terminan equilibrando.

Mapa 11 y Gráfico 1. Consumo eléctrico por usuario residencial en 2012 (kWh/año)



Fuente: MINEM (2016).

En función de la mencionada complejidad en la interacción de los elementos que configuran la demanda eléctrica, se ensayaron regresiones lineales, simples y múltiples, utilizando diferentes

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

combinaciones de variables e indicadores asociados a las provincias, los cuales fueron enunciados en la sección 3.2.

A partir de las distintas combinaciones, se encuentra que la única variable con algún grado de significancia estadística con el consumo eléctrico es GD_{23} (P-valor≤0,15). En consecuencia, se desestima la posibilidad de explicar el comportamiento del consumo eléctrico por provincia a partir de una única regresión matemática que incluya al resto de las variables mencionadas. A partir de ello es que se construye un gráfico de dispersión y se traza una curva de regresión cuadrática entre GD_{23} y kWh/año (Gráfico 2), la cual generó un grado de ajuste débil (R^2=0,32). Esto indica que, si bien los requerimientos de refrigeración presentan un peso importante en la determinación del consumo eléctrico anual, la incidencia de otras variables genera distorsiones considerables en la curva, pero que sin embargo no permiten ser introducidas en un único modelo matemático.

A continuación, la Tabla 1 sintetiza los valores de cada una de las provincias utilizados para construir los gráficos de dispersión y la curva de regresión: la demanda eléctrica anual promedio por usuario (kWh/año por usuario), los grados día de refrigeración en base 23ºC (GD_{23}) promedio de la provincia y las siglas utilizadas para su abreviatura.

Tabla 1. Promedios provinciales de kWh/año por usuario y GD_{23}

Provincia	Siglas	kWh/año por usuario	GD_{23}
San Juan	SJ	4045	422
La Rioja	LR	3986	594
Formosa	FM	3894	815
Chaco	CHC	3595	563
CABA	BAC	3167	197
Santiago del Estero	SE	3139	591
Tierra del Fuego	TF	3077	0
Buenos Aires	BAP	3066	110
San Luis	SL	2947	176
Misiones	MI	2925	554
Mendoza	MZ	2920	151
Tucumán	TU	2916	360
Catamarca	CA	2827	682
Salta	ST	2752	272
Entre Ríos	ER	2733	247
Chubut	CHU	2713	30
Santa Cruz	SC	2591	0
Neuquén	NQ	2481	120
Santa Fe	SF	2420	254
Corrientes	CR	2327	521
Jujuy	JJ	2298	222
Rio Negro	RN	2265	81
Córdoba	CD	2254	190
La Pampa	LP	2204	148

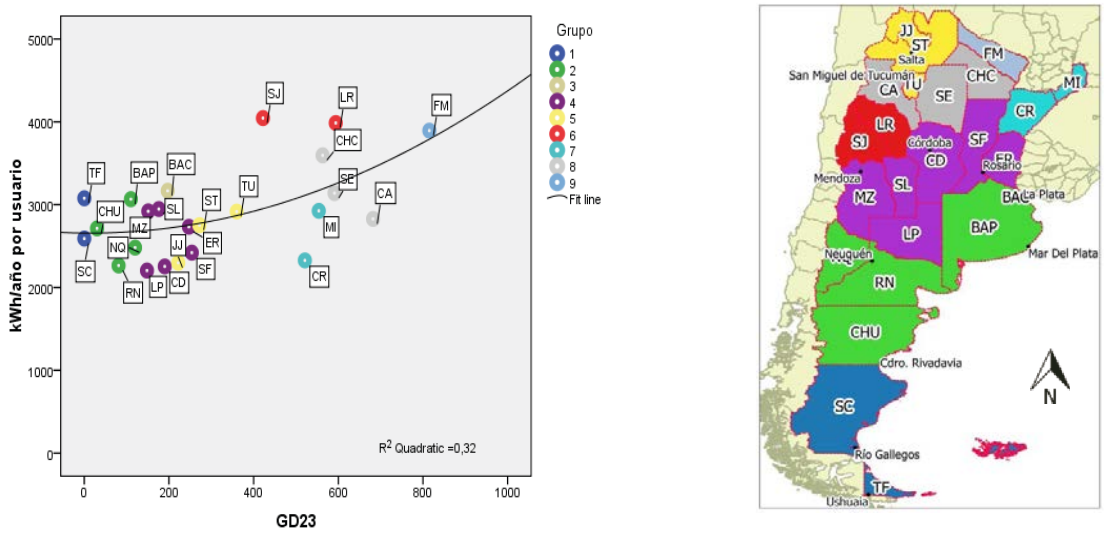
Fuente: MINEM (2016); IRAM (2012).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

El gráfico de dispersión (Gráfico 2) indica que los menores consumos están asociados a regiones con un clima templado, con menores requerimientos de refrigeración y calefacción, mientras que las mayores demandas eléctricas se vinculan principalmente a regiones cálidas. En cuanto a las regiones frías, al contar con gas por red (Mapa 9), éstas demuestran consumos intermedios.

Si bien el nivel de ajuste de la variable analizada (GD_{23}) fue débil, el mismo ha permitido visibilizar algunas tendencias, evidenciando aquellas situaciones extremas e intermedias. A partir de esta primera aproximación y a los efectos de poder profundizar el análisis, dado que la diversidad de variables y su incidencia en el consumo de energía eléctrica es compleja, se realiza una clasificación utilizando la técnica de clustering de k-medias, utilizando las siguientes variables: consumo eléctrico (kWh/año), $GD_{23,}$ GD_{20} y el promedio de personas por hogar (todas éstas normalizadas entre 0-1). Se ensayaron diferentes agrupamientos y se optó por un clustering de nueve grupos de provincias puesto que con menor cantidad de grupos se perdía información que interesaba desagregar, mientras que un número mayor tornaba engorrosa la descripción de los grupos. Una vez procesada la información, se realiza un análisis descriptivo de las restantes variables e indicadores, a los efectos de evaluar su incidencia sobre la demanda eléctrica. El resultado del agrupamiento se muestra en el Gráfico 2, mientras que la Tabla 2 (Anexo 1) sintetiza la información de los distintos grupos:

Gráfico 2. Clasificación de provincias según su semejanza en el consumo eléctrico y su condición climática (GD23 y GD20) y promedio de personas por hogar



Fuente: MINEM (2016); IRAM (2012) y Redatam (2016).

A modo de ejemplo, se puede observar en el Gráfico 2 que los grupos G6 y G7 presentan un clima cálido riguroso y sin embargo G6 requiere alrededor de un tercio más de energía eléctrica que G7. Analizando la Tabla 2 (Anexo 1), se detecta que la diferencia en la demanda eléctrica puede asociarse a que G6 presenta una demanda de calefacción que prácticamente duplica la de G7, al mismo tiempo que la cantidad de personas por hogar es levemente superior, a su vez, se presenta una menor proporción de hogares con NBI, una mayor penetración de equipos de aire acondicionado y una superficie promedio por vivienda que es un tercio mayor.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

A los efectos de comprender la interacción entre las diferentes variables que determinan el consumo eléctrico residencial en cada una de los grupos de provincias, se describen a continuación los aspectos más relevantes de cada uno de ellos:

- *G1. Tierra del Fuego y Santa Cruz (2747,77 kWh/año):* por tratarse de climas muy fríos, los requerimientos de refrigeración son nulos, mientras que los de calefacción son los más elevados del país. Se observan niveles bajos de NBI y un alto porcentaje tanto de hogares con conexión satisfactoria a servicios básicos como de gas por red. También se registran valores elevados en cuanto a penetración de electrodomésticos, a excepción de equipos de aire acondicionado. Las superficies construidas presentan valores intermedios respecto de los restantes grupos, mientras que el nivel de ingreso neto y per cápita es el más elevado de los nueve. El porcentaje de ingresos destinados a pagos de electricidad es de alrededor del 0,92%, uno de los valores más bajos a nivel nacional.
- *G2. Provincia de Buenos Aires, Río Negro, Chubut y Neuquén (3007,72 kWh/año):* este grupo presenta una condición climática con requerimientos elevados de calefacción y, al mismo tiempo, una mínima demanda de refrigeración de verano de 106,92 GD. La cobertura del gas por red prácticamente alcanza a los dos tercios de los hogares y la conexión a servicios básicos a la mitad de los mismos. Asimismo, el Grupo 2 presenta bajo porcentaje de hogares con NBI y niveles de penetración de electrodomésticos intermedios en relación a los restantes grupos. El porcentaje del ingreso destinado a los pagos energéticos es bajo, alcanzado un 1,18% del ingreso neto de la vivienda.
- *G3. CABA (3167,10 kWh/año):* la Ciudad Autónoma de Buenos Aires presenta condiciones particulares y por tal motivo el algoritmo no logra asociarla a otras provincias. La condición climática es 'templada cálida', con baja amplitud térmica, con inviernos relativamente benignos y veranos no muy calurosos (IRAM, 2012). Cuenta con el promedio de personas por hogar más bajo del país y el mayor porcentaje de hogares con conexión a red de gas y conexión satisfactoria a servicios básicos. El nivel de penetración de equipamiento es muy elevado, particularmente el de los equipos de aire acondicionado, a pesar de que el clima de verano no es tan riguroso y que para cubrir los requerimientos de calefacción se cuenta con una amplia cobertura del gas por red. Los ingresos por persona son los segundos más altos del país y el porcentaje del ingreso total de los hogares destinado a los pagos eléctricos es el más bajo (0,47%).
- *G4. Mendoza, Córdoba, San Luis, Entre Ríos, Santa Fe y La Pampa (2495,13 kWh/año):* este grupo presenta el segundo consumo más bajo de los nueve. Por su parte, se presenta, en promedio, un clima similar al de CABA, sin embargo, la conformación de los hogares presenta amplias diferencias. Por un lado, la media de personas por hogar es de 3,23; la cobertura del gas por red alcanza únicamente a la mitad de la población y la penetración de equipamiento presenta valores intermedios. Los niveles de NBI son bajos y el porcentaje del ingreso neto por hogar destinado a pagos eléctricos alcanza un 1,54%.
- *G5. Salta, Jujuy y Tucumán (2732,48 kWh/año):* el presente grupo cuenta con un consumo promedio similar al G1, sin embargo su condición climática es totalmente diferente. En este caso, en promedio, el grupo presenta una condición poco rigurosa para el invierno y una condición intermedia en cuanto a grados día de refrigeración. El promedio de personas por hogar es el más elevado de los nueve grupos, el nivel de NBI es el tercero más alto, el gas por red alcanza a un 39,51% de los hogares y la penetración del equipamiento presenta valores bajos. Las superficies construidas de las viviendas son reducidas, lo cual, combinado con el alto promedio de personas por hogar, genera una condición habitacional de precariedad. Por su parte, el ingreso per cápita es el más reducido de los nueve grupos y el porcentaje de los mismos que se destinan a los pagos eléctricos alcanza un valor de 1,54%.

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

- *G6. San Juan y La Rioja (4026,02 kWh/año):* este grupo presenta el mayor consumo eléctrico y el mismo puede ser explicado por factores como la rigurosidad climática de verano (477,34 GD_{23}) pero también por los requerimientos de climatización de invierno que presentan valores elevados (1310,57 GD_{20}). Estos requerimientos de climatización tienen la particularidad de contar con una extensión de la red de gas del orden del 38,10% y, por consiguiente, la penetración de equipos de aire acondicionado alcanza a prácticamente la mitad de los hogares. A su vez, la superficie construida de las viviendas es la más grande de los nueve grupos, al mismo tiempo que el promedio de personas por hogar es elevado (3,78). La penetración de equipos para la refrigeración de alimentos es de las más altas, mientras que los equipos como computadoras y lavarropas manifiestan valores reducidos. El porcentaje del ingreso por hogar destinado a pagos del servicio eléctrico alcanzan un 2,04%, el tercer valor más alto de los nueve grupos.
- *G7. Corrientes y Misiones (2644,79 kWh/año):* el presente grupo cuenta con el promedio de consumo más bajo de los nueve a pesar de contar con un clima muy riguroso en verano (538,54 GD_{23}) y un alto promedio de personas por hogar. Este hecho se puede explicar por ciertos indicadores que expresan altos niveles de pobreza en esta región. Por ejemplo, la condición de NBI es elevada, alcanzando a un 16% de los hogares, en cuanto a la conexión a servicios básicos de saneamiento, ésta alcanza únicamente a un 35% de los hogares. La extensión de la red de gas es nula, la presencia de acondicionadores de aire alcanza a un 42,84% de los hogares, mientras que lavarropas, computadoras y conexión a internet muestran valores bajos. El porcentaje del ingreso destinado al pago del servicio eléctrico ronda el 1,92%, el cual es de los mayores.
- *G8. Chaco, Catamarca y Santiago del Estero (3311,23 kWh/año):* este grupo presenta el segundo mayor consumo, dada la rigurosidad climática de verano (591 GD_{23}), la escasa difusión de la red de gas, una relativa demanda de calefacción originada principalmente en la zona andina en Catamarca, un alto promedio de personas por hogar y la alta presencia de equipos de aire acondicionado. Por su parte, el porcentaje de hogares con conexión a servicios básicos es baja (27,43%), la presencia de los diferentes equipos es baja y el porcentaje del ingreso destinado a los pagos de electricidad son de los más altos, alcanzando un 2,16% del total.
- *G9. Formosa (3894 kWh/año):* a partir del agrupamiento realizado con la técnica de k-medias, Formosa no logra ser asociada a otras provincias. La misma presenta condiciones climáticas extremas, alcanzando los 815 GD_{23}. Se trata de una provincia con clima 'muy cálido', con períodos invernales poco significativos y con amplitud térmica muy baja (IRAM, 2012). La condición habitacional presenta una alta cantidad de personas por hogar (3,77), el mayor nivel de NBI, al mismo tiempo la mayor presencia de equipos acondicionadores de aire (59,56%), la mayor presencia de freezers individuales (30,76%) y las viviendas con menor superficie construida del país. Asimismo, el porcentaje del ingreso destinado a los pagos del servicio eléctrico son los más elevados, alcanzando un 2,17% del mismo. Esto representa, por ejemplo, un valor cuatro veces y media mayor que CABA.

A modo de síntesis, se encontraron los siguientes aspectos a destacar:

- En las regiones de clima muy frío (G1), el principal determinante del consumo está dado por los electrodomésticos, sin considerar a los aires acondicionados. Por su parte, debido a que la cobertura de la red de gas es prácticamente total, y las superficies de las viviendas son intermedias, la necesidad de calefaccionar con equipos eléctricos se restringe notablemente, lo cual contribuye a mantener un promedio por usuario en valores bajos.
- En cuanto a los grupos de provincias con clima fríos y templados (G2, G3, G4 y G5), la demanda está determinada por los requerimientos intermedios de refrigeración y calefacción,

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

los cuales son satisfechos con diferentes niveles de cobertura de equipos de aire acondicionado y red de gas, complementándose las demandas de electricidad. Respecto a los niveles de acceso a equipamiento se encuentran valores considerables, a excepción de Salta, Jujuy y Tucumán, lo cual influye en sus promedios anuales.

- Finalmente, en las regiones cálidas (G6, G7, G8 y G9) la necesidad de refrigeración, los elevados niveles de pobreza y los bajos niveles de equipamiento, a excepción del aire acondicionado, establecen un consumo base que en algunos casos muestra un efecto combinado con la necesidad de calefacción (La Rioja y San Juan) o con la falta de gas por red (Formosa y Chaco). A su vez, se encuentra que la proporción del ingreso destinado al pago del servicio eléctrico es de los más altos, lo que representa una dificultad dada la vulnerabilidad social detectada y la rigurosidad climática de verano.

En conclusión, a partir del análisis desarrollado, se advierte que la demanda de electricidad en cada provincia se conforma a partir de múltiples variables que interactúan entre sí de manera diferenciada según la localización geográfica. Esta complejidad impide la obtención directa de un modelo único que permita describir de manera general el comportamiento de las variables seleccionadas a través del territorio, lo cual obliga a realizar análisis descriptivos específicos para detectar la incidencia de cada una de ellas. Por su parte, hay que destacar que en Argentina no se cuenta con información desagregada acerca de los hábitos de uso energéticos en las diferentes provincias, la cual es de vital importancia para profundizar en la temática.

4.3. Evolución de la demanda eléctrica por usuario en Argentina y su relación con el recambio e incorporación de electrodomésticos

Es de conocimiento general que el equipamiento estándar de las viviendas se ha ido incrementando y modificando progresivamente debido a la aparición y accesibilidad a nuevos electrodomésticos, y que ello ha derivado en el aumento del consumo medio de los hogares. Por tal motivo, para examinar este vínculo, se adopta la serie temporal 1995-2014 y se analiza la trayectoria de la demanda promedio por usuario y la incorporación o recambio del equipamiento a nivel nacional.

Para ello, en la Tabla 3 se analiza la penetración individual de los distintos equipos en tres momentos de la serie (1996, 2004 y 2012) y a la vez se calcula el índice de equipamiento (IEq) propuesto en la metodología. A simple vista, se observa que ciertos electrodomésticos relevantes han incrementado considerablemente su presencia en los hogares, algunos ejemplos son las heladeras con freezer, las computadoras, los lavarropas y los aires acondicionados.

Finalmente, se elabora un gráfico de barras con el promedio de consumo anual para cada año de la serie, se traza una curva de regresión y se incorpora el índice de equipamiento (IEq). Los mismos se aprecian en el Gráfico 3. A partir de éste se puede observar que la demanda media por usuario se incrementó un 62,81% entre 1995 y 2014, mientras que la línea de tendencia denota que el crecimiento tuvo un comportamiento polinómico de segundo grado (R^2=0,95), que resultó prácticamente lineal.

En 1995 un usuario promedio consumía 1853 kWh/año, mientras que para 2014 el valor ascendía a 3017 kWh/año, la tasa de crecimiento interanual en este período ronda el 2,46%. Se observa que la trayectoria es prácticamente lineal a excepción de variaciones negativas entre 2002-2004, ocasionadas por la crisis económica y la salida de la convertibilidad, y variaciones positivas en 2007-2008 debido a ciclos prolongados de bajas temperaturas.

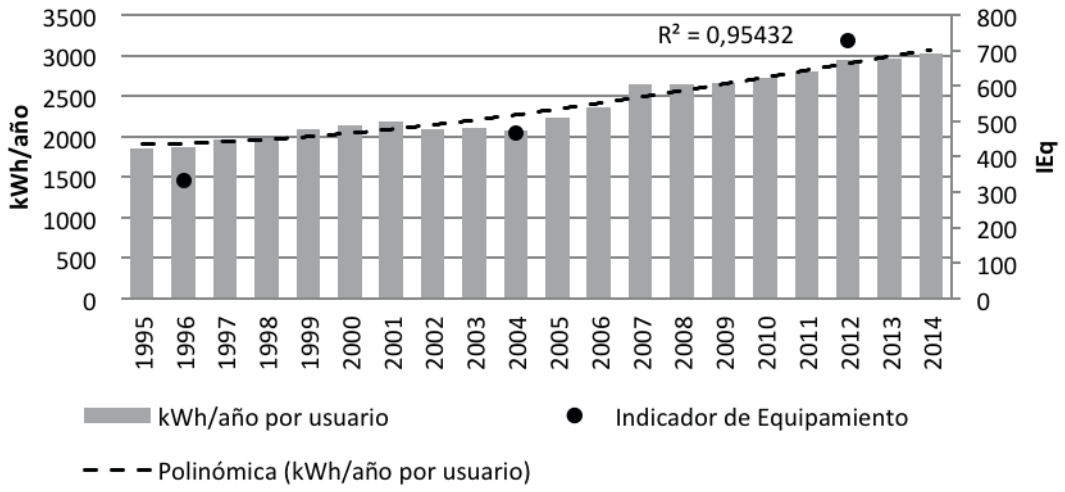
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 e-ISSN 2340-0129

Tabla 3. Porcentaje de hogares que cuentan con distintos equipos domiciliarios en los años 1996, 2004 y 2012

Equipo	1996 [% Hogares]	2004 [% Hogares]	2012 [% Hogares]
Horno a microondas	6,67	20,88	37,50
Heladera sin freezer	56,47	39,37	21,49
Heladera con freezer	36,73	51,46	74,53
Freezer	5,87	10,96	14,12
Lavavajilla	-	1,03	1,68
Multiprocesadora	21,85	21,51	19,87
Cámara fotográfica digital	-	7,21	38,86
Computadora	7,73	23,43	52,51
Conexión a internet	-	9,96	38,86
DVD	-	9,90	57,83
Televisor	93,17	91,58	96,36
Video cámara digital	-	2,77	5,03
Video casetera/reproductora	32,40	29,19	6,46
Aspiradora	-	7,21	15,77
Extractor de aire/purificador	-	-	17,79
Lavarropas automático	31,52	45,76	60,53
Lavarropas no automático	37,60	27,98	25,60
Teléfono celular	-	43,93	88,15
Teléfono inalámbrico	-	11,43	19,00
Aire acondicionado	4,00	12,95	34,41
Indicador de equipamiento [Σ % de equipos eléctricos]	*334,01*	*468,51*	*726,35*

Fuente: INDEC (2016c, 2016b, 2016a).

Gráfico 3. Evolución del consumo eléctrico residencial por usuario en Argentina entre 1995-2014 e incorporación del indicador de equipamiento (IEq)



Fuente: MINEM (2016); INDEC (2016a; 2016b; 2016c).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Teniendo en cuenta el análisis, se observa que el ritmo de crecimiento en el consumo por hogar no demuestra distinciones significativas entre la etapa previa y posterior a la crisis económica, política y social ocurrida en Argentina en el 2001. Esta evolución advierte una significativa singularidad si se tiene en cuenta que en todo el período considerado hubo fuertes cambios en cuanto a tarifas eléctricas y salarios reales. A partir de ello se puede inferir que dicha evolución está correlacionada fundamentalmente por la incorporación/sustitución del equipamiento domiciliario, situación que se ha dado con mayor intensidad en el período 2004-2014 respecto del período 1996-2004 (ver índice de equipamiento en Tabla 3). Cabe destacar que a partir del año 2005 se comenzó a implementar en Argentina un importante programa de etiquetado e incorporación de estándares mínimos de eficiencia energética para la comercialización de electrodomésticos, lo cual generó una mejora paulatina en la eficiencia del parque de electrodomésticos nacional. Esta situación probablemente haya logrado disminuir la pendiente de la trayectoria de la curva de consumo eléctrico por usuario, contrarrestando la mayor incorporación de equipos manifestada en el índice IEq.

En consecuencia, entendemos necesario describir las características de este recambio e inserción de tecnología el cual generó un crecimiento en la demanda por usuario del 62,81% en veinte años. En esta línea, hay que mencionar la fuerte incorporación de equipos tales como: los hornos microondas, que actualmente alcanzan a más de un tercio de los hogares; las computadoras, que están presentes en más de la mitad de éstos y el acceso a internet, que está cubierto en más de un tercio de los hogares; los teléfonos celulares, que alcanzan una penetración casi total y si bien no se trata de equipos energo-intensivos, su grado de adopción indica el fuerte incremento de los equipos electrónicos; y por último, los aires acondicionados (frío-calor), que superan el tercio de los hogares y en este caso sí se trata de sistemas que tienen fuerte incidencia en la demanda y en los picos de potencia, dado que los equipos de menor capacidad requieren alrededor de 1 kW de potencia.

Por su parte se observa un fenómeno de recambio de electrodomésticos, donde se están sustituyendo equipos de menores prestaciones por aquellos que incluyen múltiples usos en un solo artefacto. Esto sucede tanto con las heladeras, que presentan una disminución de las unidades de «un frío» y un incremento de las unidades de «dos fríos»; como así también con los lavarropas, donde los modelos semiautomáticos están en descenso y los automáticos están en crecimiento.

Tal como se observa en el Gráfico 3, el incremento en la demanda eléctrica por usuario ocurrido en los períodos analizados está directamente relacionado con la incorporación de equipamiento a los hogares argentinos, sin observarse a nivel tendencial consumos desmedidos que adviertan demandas crecientes que verifiquen usos y costumbres irregulares. Bajo este contexto, entendiendo que el crecimiento de la demanda eléctrica es inherente a la incorporación de tecnología en los hogares y al crecimiento vegetativo, cabe preguntarse si es admisible que en los debates actuales se valorice negativamente el incremento del consumo eléctrico residencial (sin justificar usos energéticos desmedidos), dado que es necesario considerar los aspectos asociados a la mejora en la calidad de vida relacionados con la inserción de equipamiento, tales como:

- Menores tiempos en actividades domésticas. Por ejemplo por la incorporación de lavarropas automáticos, microondas, entre otros.
- Mayores tiempos de almacenamiento de alimentos por el uso de heladeras con freezer y freezers individuales.
- Mejoras en la comunicación por la incorporación de teléfonos celulares.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Posibilidad de acceso a información cultural, educativa y de ocio; como así también conectividad con otras personas, posibilidades laborales y otras; gracias al acceso a computadoras y conexión a internet.
- Satisfacción del confort habitacional a partir del incremento de equipos de aire acondicionado. Según la ENGHo 2012 (INDEC, 2016a) las provincias con mayor penetración de acondicionadores son Santiago del Estero (60,26%), Chaco (60,02%), Formosa (59,57%), Santa Fe (55,45%), Corrientes (54,10%), San Juan (50,55%) y La Rioja (49,85%), las cuales presentan un clima muy riguroso en verano.

En consecuencia, cuando se hace referencia a la suba del consumo eléctrico residencial, es necesario considerar que, en primer lugar, la incorporación de electrodomésticos probablemente haya sido acompañada de una mejora en el confort y la calidad de vida de los habitantes. En segundo lugar, una buena proporción de hogares aún debe continuar con el recambio e incorporación de artefactos, situación que incrementará el consumo promedio por usuario en caso de no implementarse las medidas adecuadas de eficiencia energética. En tercer lugar, en la búsqueda de lograr reducciones en la demanda de energía será necesario mejorar algunos aspectos referidos a usos y costumbres, pero sin afectar la calidad de vida de los usuarios, cubriendo siempre satisfactoriamente los niveles de confort de los mismos, lo cual se podría lograr implementado mejoras en la eficiencia tanto del equipamiento como de las construcciones.

Por lo tanto, tal como se ha observado, la tendencia creciente de la demanda responde principalmente a un crecimiento natural de usuarios y a una combinación de acciones fundamentadas en la adquisición y uso de equipamiento electromecánico. Gran parte del mismo tiene como fin la climatización de invierno y verano, cuya intensidad de uso está íntimamente ligada a la necesidad de confort en el marco de una edilicia cuya envolvente es de muy baja eficiencia termo-energética. En consecuencia, bajo el mencionado contexto, las posibilidades de ahorro energético en materia de climatización se reducen a: (i) una menor intensidad de uso de los equipos, lo cual generaría una significativa desmejora de la habitabilidad de los hogares. (ii) mejorar los los etiquetados y estándares mínimos del equipamiento, que al momento ya han avanzado significativamente, y (iii), una alternativa sustentable, que es la mejora de la envolvente edilicia, lo cual representa corregir la génesis real del problema, generando acciones concretas en la calidad edilicio-constructiva, lo cual minimizará la demanda de base asociada a la climatización, logrará una brecha genuina de ahorro sosteniendo la habitabilidad y, en definitiva, posibilitaría maximizar la inclusión en desmedro de la desigualdad energética social.

En relación a estos aspectos, hay que destacar que para obtener conclusiones contundentes acerca de la existencia de sobre-consumos o infra-consumos en los hogares, es necesario contar con una encuesta de energía útil a nivel nacional que indague acerca de la totalidad de los artefactos, los hábitos de uso, la satisfacción de los niveles de confort, la habitabilidad y otros aspectos. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con dicha información en la Argentina y por ello no es posible obtener un diagnóstico fundado acerca del uso correcto o incorrecto de la energía. En relación a este aspecto, la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética perteneciente al Ministerio de Energía de la Nación se encuentra desarrollando una Encuesta Nacional sobre Consumo y Usos de la Energía en Hogares, que se espera que releve información a fines del año 2017 (MINEM, 2017). A pesar de ello, en los debates actuales suelen realizarse afirmaciones acerca de los importantes sobreconsumos que realiza la población, en general, respaldados por ejemplos puntuales y sin sustento estadístico. Mientras que en el extremo opuesto, más de un 32,2% de la población se encuentra bajo la línea de pobreza (INDEC, 2016d), por lo cual, también se debería

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

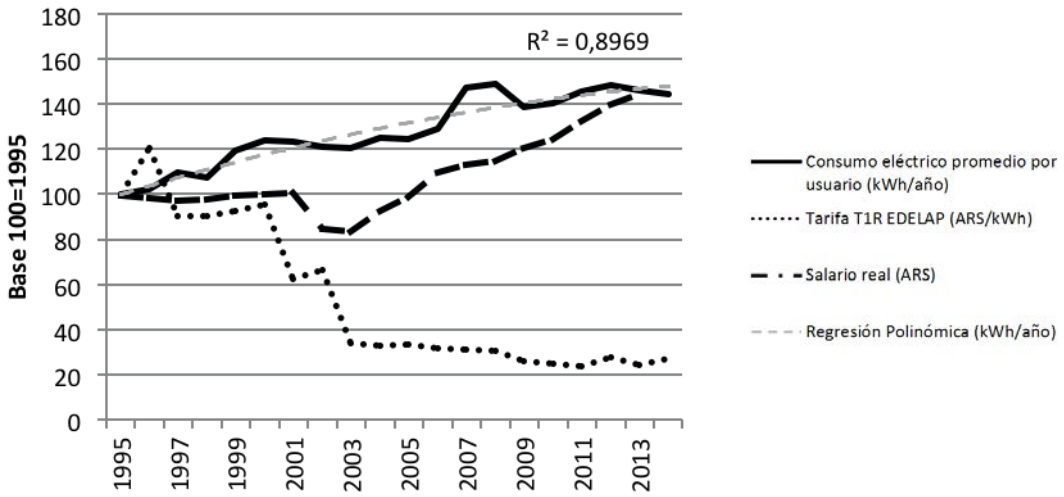
trabajar para que esta considerable proporción de población mejore sus condiciones de vida y en consecuencia su demanda energética se vea modificada.

4.4. Evolución de la demanda eléctrica por usuario en la ciudad de La Plata y su relación el salario real y la tarifa

Otro de los aspectos que suele considerarse como determinante en el uso de la energía es el de la tarifa y su relación directa con el sobreconsumo y el poder adquisitivo de los hogares. En general se suele afirmar que en escenarios de tarifas altas, el uso del recurso se vuelve más eficiente; mientras que en escenarios de tarifas bajas, el uso tiende al derroche (Decreto 134, 2015), independientemente de la necesidad de una habitabilidad básica. Sin embargo, es necesario contrastar esta hipótesis con la realidad, a los efectos de invalidar la generalización de comportamientos imprudentes, focalizados en casos puntuales de sectores de usuarios reducidos. Para ello, se adopta la serie temporal 1995-2014 y se analiza la trayectoria de la demanda promedio por usuario, el salario real y la tarifa T1R en la ciudad de La Plata, los cuales se exponen en el Gráfico 4. El recorte espacial de una ciudad concreta es necesario debido a la diversidad de tarifas en el territorio nacional.

Tal como se aprecia en el Gráfico 4, el consumo eléctrico por usuario manifiesta un claro crecimiento del 45% entre 1995 y 2014, que ha sido sostenido, a excepción de un ligero estancamiento entre los años 2001 a 2006 ocasionado por la crisis de 2001 y un período de dos años consecutivos de alto consumo entre 2007 y 2008 provocado por ciclos prolongados de bajas temperaturas, efecto de fuertes olas polares y nevadas inusuales en diferentes puntos del país. En tanto, el salario real mostró una caída en los años 2002 y 2003, para luego recuperarse y alcanzar un crecimiento absoluto del 45% al final de la serie. Por su parte, la tarifa registró una caída del orden del 67% en el año 2003 hasta alcanzar una caída del 73% en el último año de la serie, esto fue ocasionado por un congelamiento tarifario, seguido de una devaluación de la moneda nacional y luego sostenido en el marco de los subsidios otorgados por el gobierno.

Gráfico 4. Evolución del consumo eléctrico por usuario en la ciudad de La Plata, la tarifa T1R para la misma ciudad y el salario real en Argentina. Base 100=1995



Fuente: Elaboración propia en base a MINEM (2016), ENRE (2016) y Ministerio de Trabajo (2014).

A partir de las curvas obtenidas, se puede observar que la reducción tarifaria y el crecimiento en el salario real, iniciados en 2003, no representaron cambios significativos en el consumo eléctrico. Por el contrario, la curva de crecimiento de la demanda eléctrica ha continuado su propia tendencia, fundamentada en la incorporación de equipamiento, sin observarse alteración alguna respecto al uso desmedido de energía ocasionado por las bajas tarifas o a un mayor poder adquisitivo. A priori, se podría haber supuesto que ante el mencionado contexto, el consumo eléctrico debería haber sufrido un fuerte incremento en los años posteriores al 2003, sin embargo esta presunción no se refleja en los hechos. Incluso, en la curva de regresión polinómica se detecta que la velocidad de crecimiento del consumo es cada vez más lenta (la pendiente se torna menos pronunciada), probablemente por la incidencia de la incorporación de equipos más eficientes al mercado.

Este análisis permite afirmar que, en el caso de la ciudad de La Plata, el crecimiento de la demanda no demostró cambios asociados a alteraciones en el valor de la tarifa o a condiciones salariales que permitieran una mayor capacidad de pago del servicio. En consecuencia, no es posible afirmar que el abaratamiento de la tarifas haya provocado fuertes incrementos en el consumo o usos irracionales generalizados. Por el contrario, se demostró en la sección previa que la incorporación de equipamiento ha tenido una relación mucho más estrecha con la suba de la demanda, la cual fue muy intensa tanto en períodos de salarios reales bajos como altos. En síntesis, y teniendo en cuenta los puntos abordados en este trabajo, entendemos que una manera posible de verificar las diferentes hipótesis, entre ellas la supuesta influencia de los cuadros tarifarios en el mayor consumo, es a partir de encuestas energéticas nacionales periódicas, las cuales se están comenzando a diseñar (MINEM, 2017). Estas permitirían cubrir diferentes etapas históricas; indagar acerca de la eficiencia o ineficiencia en los usos; establecer grados de satisfacción en los niveles de confort; equipamiento; entre otras; y de esta manera analizar los vínculos con otras variables de interés como la tarifa.

5. Discusión

A partir de la aplicación de la metodología propuesta, se pueden elaborar algunas reflexiones respecto de su utilización y de los diferentes métodos aplicados en la literatura internacional. Cabe destacar que el presente trabajo abordó la problemática energética intentando anclar su análisis en el territorio, aspecto que en la revisión de la literatura fue señalado como una carencia en numerosos estudios. Esto permite, que con la información disponible, se obtenga una caracterización de grupos reducidos de provincias con comportamientos similares, lo cual se transforma en una herramienta para el direccionamiento de políticas nacionales, puesto que como se mencionó, no abundan los estudios de este tipo.

En relación a los resultados obtenidos en los diferentes estudios a nivel mundial, los mismos están muy influenciados por el conjunto de datos utilizados y por la propia naturaleza del objeto de estudio, tanto social como físico. En este sentido, se puede destacar que para el caso argentino, el nivel de ingreso no incide directamente en el consumo, tal como señala Weismann *et al.* (2011) en su estudio para Portugal, lo cual no significa que en otros sitios la relación demuestre vínculos significativos. En el caso de Turquía (Özcan *et al.*, 2013) o India (Ekholm *et al.*, 2010), el nivel de ingreso es determinante a la hora de seleccionar combustibles, mientras que en Brasil (Charfuelan Villareal & Losada Moreira, 2016), el nivel de ingreso y la tarifa eléctrica denotan una fuerte incidencia en la demanda, lo cual difiere de lo detectado en el presente trabajo. En relación a este último aspecto, para nuestro caso de estudio, se encontró que la relación entre ambas variables

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

es inelástica, lo que se explica por la diferencia en las dinámicas sociales entre ambos países. Asimismo, la variable que mayor incidencia presenta en la determinación regional de la demanda, en el caso argentino, es la condición climática de verano, y en este sentido, la comparativa con otros países es limitada, ya sea por la extensión territorial que presenta Argentina o por otros aspectos como como por ejemplo la disponibilidad de gas natural por red. Si se observa el comportamiento territorial de la demanda eléctrica británica (Chatterton *et al.*, 2016), se verifica un mapa prácticamente homogéneo, a excepción de las grandes ciudades, donde la demanda se reduce. En este sentido, el impacto de la variación climática es mucho menor, mientras que la red de gas presenta una cobertura más homogénea en el territorio, lo que reduce la variación en la demanda eléctrica.

Por otra parte, entendemos que la metodología propuesta permite un abordaje que es de gran valía en el ámbito nacional, puesto que no hay trabajos actuales que aborden esta problemática, a la vez que es escasa la información referida a demanda de energía, la cual tampoco se encuentra georreferenciada. En este sentido, el presente trabajo puede ser replicado en aquellos casos de estudio donde los conjuntos de datos sean similares a los que aquí se exponen. Mientras que para información de alta resolución se pueden emplear métodos de regresiones múltiples, clustering, redes neuronales, entre muchos otros, atendiendo a anclar el estudio al territorio, puesto que allí es donde los tomadores de decisiones deben ejecutar las políticas.

6. Conclusiones

A partir del análisis planteado, se detecta que la demanda eléctrica en Argentina tiene una clara relación con el clima, más precisamente con la necesidad de refrigeración, pero que necesariamente se deben considerar otras variables para explicar los consumos y sus equivalencias en cuanto a la génesis de los mismos. En este sentido, se observó que el consumo eléctrico de cada grupo de provincias es consecuencia de diferentes combinaciones en los valores de las siguientes variables: la penetración del equipamiento, la cobertura de gas de red, los niveles de pobreza, los requerimientos tanto de calefacción como de refrigeración, el tamaño de los hogares, el nivel de ingreso, el tamaño de las viviendas, entre otras.

A su vez, se puede destacar que las provincias con climas fríos presentaron consumos que se explican por una alta presencia de equipamiento (electrodomésticos) infiriendo una alta tasa de uso por permanencia en los hogares, sustentado por una buena condición socio-económica (bajo nivel de NBI) y altos niveles de ingreso. En cuanto a la climatización se debe recordar que en estas regiones se requiere escasa calefacción eléctrica debido a la alta cobertura de gas por red. Las provincias con clima templado requieren de refrigeración y calefacción, con lo cual, la presencia o ausencia del gas natural por red es un factor que incide directamente en el uso de energía eléctrica. Al mismo tiempo, los niveles intermedios de equipamiento y de pobreza determinan menores consumos. Finalmente, en el caso de las provincias cálidas, se encontraron altos niveles de pobreza con ingresos bajos, lo cual se condice con una escasa presencia de electrodomésticos, a excepción de los aires acondicionados que son de vital importancia en estas regiones. Esto determina un consumo base muy significativo, al cual se le adiciona la necesidad de calefacción eléctrica en aquellas provincias lindantes con la cordillera, debido a la baja cobertura del gas por red, resultando en los mayores valores de consumo promedio por usuario del país.

Esta situación manifiesta que en cada región climática, el peso de las variables es distinto, lo que abre interrogantes a abordar en futuros trabajos, donde sería viable buscar modelos predictivos diferentes, en las regiones frías, templadas y cálidas.

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

En segundo lugar, el análisis que relacionó la evolución de la demanda eléctrica por usuario en Argentina con el recambio e incorporación de electrodomésticos, encontró vínculos fuertes entre ambos. En consecuencia, se divisó un fuerte incremento de equipos tales como: hornos microondas, computadoras, celulares y aires acondicionados, ampliándose significativamente en estas últimas dos décadas el parque de electrodomésticos en el hogar. También, se observó que los lavarropas y heladeras presentan un recambio por equipos con mayores prestaciones. Se debe destacar que la incorporación de equipos fue intensa en todo el período analizado, situación que se minimizó durante el 2001 pero sin modificar la tendencia general. A su vez, es de esperar que esta tendencia continúe en los próximos años, y si bien se tratará de equipos con mayor eficiencia energética, se mantendrá el incremento de la demanda por usuario.

En tercer lugar, el análisis que relacionó la trayectoria de la demanda por usuario, el salario real y la tarifa, en las últimas décadas en la ciudad de La Plata, no demostró evidencias claras acerca de su vinculación, lo cual impide validar la hipótesis acerca de la relación de los altos consumos con los subsidios y el poder adquisitivo. Por el contrario, la curva de demanda por usuario continuó su tendencia sin mayores alteraciones a pesar de que en un momento determinado la tarifa se redujo notablemente y el salario real se incrementó. En consecuencia, no es posible afirmar que el abaratamiento de las tarifas haya provocado incrementos generalizados en el consumo o usos irracionales colectivos.

Finalmente, este trabajo ha destacado la necesidad de contar con información desagregada del consumo de energía a nivel nacional para poder comprender en detalle los elementos que determinan los usos de energía, lo cual permitiría contar con mayores insumos para direccionar políticas energéticas, tal como sucede en numerosos países. En este sentido, es de suma importancia contar con datos detallados acerca del equipamiento domiciliario y, a su vez, es aún más importante conocer si los niveles mínimos de confort de los distintos usos están siendo satisfechos, ya sean lumínicos, térmicos u otros. Si bien en la actualidad se están diseñando encuestas energéticas a nivel nacional (MINEM, 2017), hasta el momento dicha información es inexistente, por lo cual es posible afirmar que la metodología aquí propuesta, como así también los resultados obtenidos, son de utilidad para alcanzar una comprensión inicial acerca del consumo de energía a nivel nacional y sus principales determinantes.

7. Bibliografía

- Barrera, M., Sabbatella, I. y Serrani, E. (2012). *Historia de una privatización. Cómo y por qué se perdió YPF.* CABA: Capital Intelectual.
- Carlino, H. (2007). *2da Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* CABA: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Charfuelan Villareal, M. & Losada Moreira, J. (2016). «Household consumption of electricity in Brazil between 1985 and 2013». *Energy Policy*, (96), pp. 251–259.
- Chatterton, T., Anableb, J., Barnesa, J., Yeboahc, G. (2016). «Mapping household direct energy consumption in the United Kingdom to provide a new perspective on energy justice». *Energy Research & Social Science*, (18), pp. 71–87
- Decreto 134. Emergencia energética. Boletín Oficial de la República Argentina, CABA, Argentina, 16 de diciembre de 2015.
- EIA (2015). *Drivers of U.S. Household Energy Consumption, 1980-2009*. Washington DC: U.S. Department of Energy.
- EIA (2016). *State Energy Data System (SEDS): 1960-2014 (complete)*. Washington, DC: U.S. Department of Energy.

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

- Ekholm, T., Krey, V., Pachauri, S. & Riahi, K. (2010). «Determinants of household energy consumption in India». *Energy Policy*, (38), pp. 5696–5707
- ENRE (2016). *Historial de Cuadros Tarifarios (1995-2014).* CABA: Ente Nacional Regulador de la Electricidad.
- Filippín, C. (2005). «Energy use of buildings in Central Argentina». *Journal of Building Physics*, 29, (1), 2005, pp. 69-89.
- Fundación Bariloche (2007). *Asistencia Técnica para la elaboración del «Plan Estratégico de Energía de la República Argentina»*. Buenos Aires: IDEE/FB.
- Fundación Bariloche (2008a). *Estudio Prospectiva de la Demanda de Energía de República Dominicana.* Bariloche: IDEE/FB.
- Fundación Bariloche (2008b). *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional solicitado por el MIEM de la R.O. del Uruguay.* Montevideo: MIEM.
- Garrido, S. (2016). «Energías renovables y geopolítica». En: Guzowski, C. (coord.), *Políticas de promoción de las Energías Renovables.* Bahía Blanca: EDIUNS.
- González, A., Crivelli, E. y Gortari, S. (2006). «Eficiencia en el uso del gas en viviendas unifamiliares de Bariloche». *AVERMA*, (10), pp. 07.01-07.08.
- González, A. (2008). «Aumento de eficiencia térmica en la ciudad de Bariloche: propuesta de plan de mejoras con dirección de subsidios a la inversión, y no al consumo». *AVERMA*, (12), pp. 07.57-07.64.
- Gouveia, J., & Seixas, J. (2016). «Unraveling electricity consumption profiles in households through clusters: combining smart meters and door-to-door surveys». *Energy and Buildings*, (116), pp. 666–676.
- IAS (1983). *Plan piloto de evaluaciones energéticas en la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Audibaires. Contrato Secretaría de Energía Nº1399/83.* La Plata: Instituto de Arquitectura Solar.
- IDAE (2016). *Balances de energía final (1990-2014).* Madrid: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- IDEHAB (2005). *Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* La Plata: Instituto de Estudios del Hábitat.
- INDEC (2014). *Comercio exterior argentino 2013.* Dirección de Difusión del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Buenos Aires.
- INDEC (2016a). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2012/2013.* CABA: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (2016b). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2004/2005.* CABA: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (2016c). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 1996/1997.* CABA: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (2016d). *Incidencia de la pobreza y de la indigencia en 31 aglomerados urbanos. Resultados segundo trimestre de 2016.* CABA: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Infoleg (2016). *Resolución 6/2016. Ministerio de Energía y Minería.* CABA: Información Legislativa y Documental. Disponible en: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/258201/norma.htm
- IRAM (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Norma 11.603:2012.* CABA: Instituto Argentino de Normalización.
- Jacob, S., Strack, J., Branda, J., Murcia, G. y Suárez, J. (2013). «Evaluación del consumo eléctrico en el sector residencial de Mar del Plata. Aspectos económicos y ambientales». *AVERMA,* (17), pp. 01.35-01.42.
- Malvicino, Margulis y Trajtenberg (2016). «Impacto de la Temperatura en la Demanda Eléctrica Invernal en Buenos Aires (1998-2015)». *1er Seminario A2UE3.* Buenos Aires.
- Margulis, D. (2014). *Análisis de los determinantes de la demanda residencial de energía eléctrica en Argentina.* Tesis de la maestría interdisciplinaria en energía. CABA: CEARE-UBA.
- Martini, I. (2013).*Construcción de escenarios urbanos orientados al mejoramiento energético de los sectores residencial y transporte.* Proyecto UNLP/2014-2017. La Plata: UNLP
- Lévya, J. & Belaïdb, F. (2017). «The determinants of domestic energy consumption in France: Energy modes, habitat, households and life cycles». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, en prensa.

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

- Mercado, V., Esteves, A. y Filippín, C. (2008). «Estrategias bioclimáticas en viviendas de índole social en Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina». *AVERMA*, (12), pp. 129-136.
- MINEM (2016). *Series Históricas de Energía Eléctrica.* CABA: Ministerio de energía y Minería de la República Argentina. Disponible en: http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3140
- MINEM (2017). Memoria Anual 2016. Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética. CABA: Ministerio de Energía de la República Argentina. Disponible en: http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7174
- McLoughlin, F., Duffy, A., & Conlon, M. (2012). «Characterising domestic electricity consumption patterns by dwelling and occupant socio-economic variables: an Irish case study». *Energy and Buildings*, (48), pp. 240–248.
- McLoughlin, F., Duffy, A., & Conlon, M. (2013). «Evaluation of time series techniques to characterise domestic electricity demand». *Energy*, (50), pp. 120–130.
- Ministerio de Trabajo (2014). *Seguimiento de la evolución de precios y salarios.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Disponible en: http://www.trabajo.gob.ar/downloads/destacados/140123_precios-y-salario.pdf
- Özcan, K., Gülay, E. & Üçdoğruk, Ş. (2013). «Economic and demographic determinants of household energy use in Turkey». *Energy Policy*, 60, pp. 550–557.
- Redatam (2016) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Disponible en: http://200.51.91.245/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?BASE=CPV2010B
- Rigen las nuevas tarifas eléctricas, con subas mayores a 500% (2 de febrero de 2016). *La Nación*. Recuperado de: http://www.lanacion.com.ar/1867334-rigen-las-nuevas-tarifas-electricas-con-subas-mayores-a-500
- Rosenfeld, E., Fabris, A., Ravella, O., Discoli, C., Lozano, S. (1988). «Consumo y conservación de la energía en el sector residencial de la Villa Minera de Río Turbio». *Actas 13ª Reunión de Trabajo ASADES*, Tomo 2, pp. 273-280.
- Rosenfeld, E. (1999). *Políticas de uso racional de la energía en el área metropolitana y sus efectos en la dimensión ambiental. URE AM (2000/2002)*. PIP CONICET 4717.
- Sticco, D. (1 de febrero de 2016). Tarifa de luz: los consumos de 350 a 500 kWh/mes pagarán hasta 600% más que antes. *Infobae*. Recuperado de: http://www.infobae.com/2016/02/01/1786870-tarifa-luz-los-consumos-350-500-kwhmes-pagaran-600-mas-que-antes/
- Tanides, C. (2013). *Escenarios energéticos para la Argentina (2013-2030) con políticas de eficiencia.* Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre.
- Vagge, C., Filippín, C. y Czajkowski, J. (2008). "Auditorías energéticas en Santa Rosa, La Pampa." *AVERMA*, (12), pp. 05.57-05.64.
- Wiesmann, D., Lima Azevedo, I., Ferrao, P., Fernández, J. (2011). «Residential electricity consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models». Energy Policy, (39), pp. 2772–2779
- Zheng, X., Wei, C., Qin, P., Guo, J., Yu, Y., Song, F. & Chen, Z. (2014). «Characteristics of residential energy consumption in China: Findings from a household survey». *Energy Policy,* (75), pp. 126–135.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5923

8. Anexo 1 (Tabla 2). Condición sociodemográfica y de equipamiento de los nueve grupos de provincias

Variables	G1 SC-TF	G2 BAP-RN-CHU-NQ	G3 CABA	G4 MZ-CD-SL-ER-SF-LP	G5 ST-JJ-TU	G6 SJ-LR	G7 CR-MI	G8 CHC-CA-SE	G9 FM
kWh/año por usuario	2747.77	3007.72	3167.10	2495.13	2732.48	4026.02	2644.79	3311.23	3894.20
GD_{23}	0.00	106.92	197.00	209.50	300.68	477.34	538.54	591.45	815.00
GD_{20}	4712.54	1866.16	1253.00	1343.08	943.83	1310.57	574.88	744.54	454.00
Personas/hogar	3.31	3.26	2.51	3.23	3.95	3.78	3.66	3.80	3.77
% Hogares con NBI	10.9%	9.1%	5.8%	7.0%	16.5%	11.6%	16.0%	17.6%	20.0%
% Hog. Conexión a servicios satisfactoria	84.9%	48.3%	97.8%	50.3%	54.7%	35.8%	35.4%	27.4%	31.0%
% Hogares con gas por red para cocción	92.7%	65.9%	95.0%	50.2%	39.5%	38.1%	0.0%	10.4%	0.0%
% Hogares con aire acondicionado	1.0%	24.6%	49.0%	40.9%	24.5%	49.7%	42.8%	56.5%	59.6%
% Hogares con lavarropas automático	82.9%	64.3%	74.7%	69.6%	46.4%	62.1%	48.3%	39.7%	46.3%
% Hogares con computadora	72.6%	55.8%	76.6%	57.6%	43.6%	45.3%	43.7%	37.7%	37.4%
% Hogares con conexión a internet	57.6%	45.8%	71.0%	45.7%	27.4%	29.5%	32.2%	23.3%	25.3%
% Hogares con heladera con freezer	82.3%	73.2%	85.9%	71.1%	77.9%	72.7%	72.8%	73.6%	78.1%
% Hogares con freezer	13.6%	11.4%	8.2%	10.2%	10.8%	14.0%	17.4%	11.9%	30.8%
Promedio m^2 por vivienda	86.34	77.38	88.62	86.74	54.69	100.22	66.44	76.65	50.93
Promedio ingresos por hogar mensual [ARS]	12198.48	6555.55	8806.18	6258.34	5851.66	5117.97	5024.90	4422.40	4634.65
Promedio ingreso per cápita mensual [ARS]	4532.77	2420.38	4066.07	2401.11	1845.75	1648.72	1825.16	1545.55	1645.60
Promedio monto destinado a electricidad [ARS]	112.53	77.91	42.14	97.06	89.81	104.42	96.45	94.30	101.00
Porcentaje de ingreso destinado a electricidad [%]	0.92%	1.19%	0.48%	1.55%	1.54%	2.04%	1.92%	2.16%	2.18%

Fuente: Elaboración propia en base a MINEM (2016); IRAM (2012); Redatam (2016) e INDEC (2016a).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5920

Procesos de urbanización y artificialización del suelo en las aglomeraciones urbanas españolas (1987-2011)

Eduardo Olazabal[1] ✉ | Carmen Bellet[2]

Recibido: 10/04/2017 | Aceptado: 17/11/2017

Resumen

El objetivo del trabajo es analizar, de forma cualitativa y cuantitativa, el proceso de urbanización de las aglomeraciones urbanas en España entre 1987 y 2011. Para ello se utilizan, como fuentes principales de información, el Corine Land Cover (1987, 2000, 2005 y 2011) y los datos más detallados del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE, en su versión de 2011). En términos cuantitativos se aprecia una gran expansión de la superficie artificial en el conjunto de las aglomeraciones, un 84% en todo el periodo, especialmente intensa en el periodo del boom inmobiliario. Cualitativamente hay que destacar varios resultados. En primer lugar, el avance de los espacios residenciales de baja densidad, que ganan importancia respecto a los compactos, aunque son los usos no residenciales los que más aumentan, pasando de suponer el 27% de las superficies artificiales, en 1987, al 42% en 2011. En segundo lugar, destacar que las aglomeraciones de tamaño medio crecen de forma relativa por encima de las grandes y que son los municipios periféricos de las aglomeraciones los principales protagonistas de los procesos de artificialización del suelo. Se confirma, con ello, un cambio de modelo hacia una urbanización más extensa y dispersa.

Palabras clave: procesos de urbanización; Corine Land Cover; SIOSE; artificialización del suelo; aglomeraciones urbanas.

Abstract

Urbanisation processes and land artificialisation in Spanish urban agglomerations (1987-2011)

The objective of this work was to qualitatively and quantitatively analyse the urbanisation process that took place in Spain's urban agglomerations between 1987 and 2011. To do this, we used Corine Land Cover (1987, 2000, 2005 and 2011) as our main data source and obtained more detailed information from Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE, in its 2011 version). In quantitative terms, it was possible to note a major expansion in the artificial surface area in all of the agglomerations studied, an 84% increase between 1987 and 2011; this tendency was particularly intense during the period corresponding to the property boom. Qualitatively, it is important to highlight several of the results obtained. Firstly, there was the increase in low-density residential spaces, which grew in importance in comparison to more compact residential uses. Even so, it was the non-residential uses that increased most, with them passing from 27% of the artificial surfaces in 1987 to 42% in 2011. Secondly, it should be noted that, in

1. Departament de Geografia i Sociologia. Universitat de Lleida. eduardo.olazabal.salgado@gmail.com
2. Departament de Geografia i Sociologia. Universitat de Lleida. c.bellet@geosoc.udl.cat

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

general, the medium-sized agglomerations grew relatively more than the largest ones, while the peripheral municipalities located within the agglomerations were the main protagonists in processes involving land artificialisation. This confirmed a change in model of urbanisation towards a more extensive and dispersed form of urban development.

Key words: urbanisation processes; Corine Land Cover; SIOSE; land artificialisation; urban agglomerations.

Résumé

Processus d'urbanization et d'artificialisation du sol dans les agglomérations urbaines espagnoles (1987-2011)

L'objectif de l'étude est d'analyser, de façcon quantitative et qualitative, le processus d'urbanisation des agglomérations urbaines en Espagne entre 1987 et 2011. Les sources principales d'information pour cette étude ont été le Corine Land Cover (1987, 2000, 2005 et 2011), et les données plus détaillées du Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE, dans sa version du 2011). En termes quantitatifs on observe une grande expansion de la superficie artificielle dans l'ensemble des agglomérations, 84% sur toute la période, et plus particulièrement intense pendant la période du boom immobilier. Qualitativement on constate plusieurs résultats. Tout d'abord, le progrès des espaces résidentiels à densité réduite, qui gagnent de l'importance vis-à-vis des compacts, même si ce sont les espaces non résidentielles celles qui augmentent les plus. Ces dernières représentaient le 27% des superficies artificielles en 1987, mais en 2011 elles représentaient le 42%. Il faut ensuite constater qu'en général, les agglomérations de taille moyenne grandissent davantage que les grandes et que ce sont les communes périphériques des agglomérations les protagonistes des processus d'artificialisation du sol. Il est donc possible de confirmer qu'il y a un changement de modèle qui va vers une urbanisation plus étendue et disperse.

Mots clé: processus d'urbanisation; Corine Land Cover; SIOSE; artificialisation du sol; agglomérations urbaines.

1. Introducción

En este trabajo se analiza el proceso de urbanización de las aglomeraciones o áreas urbanas españolas, tal y como estas se delimitan en el *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas* del Ministerio de Fomento (2015)[3], atendiendo a las dinámicas de crecimiento urbano y al alcance y extensión de las mismas. Interesa también caracterizar los usos y las densidades de este aumento sostenido de la superficie artificializada[4]. Las principales fuentes de información utilizadas son las coberturas de suelo a partir del Corine Land Cover (CLC de aquí en adelante), desde 1987 hasta 2011, y la información más detallada que ofrece el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE de aquí en adelante) para el año 2011. Además, los datos de población y vivienda de los Censos (1991, 2001 y 2011) nos permitirán analizar los cambios de densidad y las dinámicas de cambio urbano.

3. Se utiliza el término «aglomeración urbana» y no el de «área urbana» a indicación de uno de los revisores del artículo, a quienes agradecemos sus contribuciones. En su delimitación, se sigue aquello que establece el *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas* del Ministerio de Fomento (2015).
4. Se entiende como artificialización el proceso de transformación de suelos naturales y/o agrarios por superficies de naturaleza artificial (destinado a usos diversos: residencial, industrial, comercial, equipamientos, infraestructuras de transporte, etc.) a través de procesos de urbanización.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Desde la década de 1980, las aglomeraciones urbanas españolas han experimentado cambios importantes que implican, por un lado, una gran expansión de la superficie ocupada, y por otro, una reestructuración de sus características internas (Troitiño, 2006). Las particularidades de estos procesos de urbanización vienen dadas por un cambio de modelo que ha supuesto una notable transformación del paisaje, estructura y forma urbana. En términos estructurales y formales hay que hacer referencia a la disolución de la ciudad compacta tradicional, las menores densidades de ocupación de suelo (López de Lucio, 1993) y la fragmentación cada vez más acusada de los nuevos desarrollos (Muñoz, 2008). Además, la intensificación del crecimiento urbano durante el boom inmobiliario español contribuyó a la consolidación de aglomeraciones urbanas más extensas, laxas y complejas.

Los debates más recientes (Brenner y Schmid, 2015; Walker, 2015) resaltan la dificultad de tratar el espacio urbano como objeto de análisis. Dado que cada contexto geográfico es diferente, la ciudad se encuentra en continuo cambio y sus límites no son estáticos, estando sometidos al continuo vaivén de las reconfiguraciones urbanas a diferentes escalas. El problema de la delimitación de la ciudad y de la dicotomía entre lo «urbano» y lo «rural» (ESPON, 2006; Goerlich y Cantarino, 2015), en buena parte ya superado (Brenner y Schmid, 2015), no admite una única aproximación ni una solución rotunda. La generalización del hecho urbano, y la dispersión y desbordamiento de los procesos de urbanización, nos llevaría a contemplar el conjunto del territorio europeo con gradientes de urbanización más o menos intensos (Reques y de Cos, 2013). El trabajo pretende así acercarse al fenómeno urbano desde una escala territorial más o menos amplia, la de las aglomeraciones urbanas configuradas alrededor de ciudades grandes, medias y pequeñas, entendiendo el hecho urbano como un proceso, tanto espacial como temporal, y no como un mero resultado (Knox, 1994), introduciendo así una visión dinámica, compleja e inestable.

El trabajo contempla y analiza las dinámicas diferenciadas en dos espacios geográficos dentro de cada aglomeración: el centro, correspondiente al municipio central o más importante, y la periferia, el resto de municipios que forman parte de la aglomeración. De esta forma, el municipio central se correspondería con la visión de ciudad más tradicional, mientras que las periferias se corresponderían con esos espacios en transición, de desbordamiento urbano y disolución con el medio rural (Feria, 1999). Es precisamente en esos espacios de transición, en los municipios periféricos de las aglomeraciones urbanas, donde se están produciendo, desde hace varias décadas, las transformaciones más importantes del espacio urbano en España.

Ello resulta en un proceso de urbanización cada vez más extenso, que no comprende solo la propia ciudad, sino también amplios espacios a su alrededor, que permiten su funcionamiento diario y sus relaciones internas a partir de la «operacionalización» de lugares, territorios y paisajes (Brenner y Schmid, 2015). De este modo, y gracias al CLC y SIOSE, se tienen en cuenta usos y espacios más allá de los tradicionalmente contemplados en los estudios urbanos, como por ejemplo los vertederos, los espacios en construcción, los campos de golf, los parques urbanos periféricos, los puertos, los aeropuertos o las centrales eléctricas, entre otros.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2. Metodología

Para caracterizar y cuantificar la intensidad y las dinámicas de crecimiento urbano se ha hecho uso de los datos en formato raster del proyecto CLC[5], para el caso español, con imágenes satélite de los años 1987, 2000, 2005 y 2011 (Büttner *et al.*, 2014). La escala de referencia es de 1:100.000 y la unidad mínima de mapeo es de 25 hectáreas (5 ha para los cambios de uso)[6]. La particularidad del método de obtención de datos del proyecto CLC ha hecho que hayamos desechado, como cobertura artificial, los datos de redes viarias y ferroviarias, cuyas características lineales explican que, en una gran cantidad de casos, no se obtengan datos representativos.

Junto al CLC, en España se ha llevado a cabo el proyecto SIOSE. Este último ofrece una información mucho más detallada ya que la escala de trabajo es de 1:25.000, con una unidad mínima de mapeo entre 0,5 y 2 ha. SIOSE permite obtener una imagen estática de las coberturas de suelo muy útil para caracterizar con más detalle el tipo de aglomeración urbana, usos urbanos, formas y densidades. Para este trabajo se han obtenido, a partir de las bases de datos en formato vectorial[7], las hectáreas de las 41 coberturas de suelo artificial de cada uno de los municipios incluidos en las aglomeraciones urbanas objeto de estudio para el año 2011, el último disponible a escala nacional en el momento de la redacción del artículo[8].

La metodología utilizada se apoya en trabajos previos que avalan el uso de información relativa a la ocupación del suelo para los estudios urbanos. En el caso de CLC, al trabajar a baja resolución, cuanto menor desagregación tenga la leyenda más recomendable es su uso al acumularse así menos errores (Barreira *et al.*, 2012; Pérez-Hoyos y García-Haro, 2013). Por ello también se evita el análisis de clases de suelo más desagregadas a escala local, como la urbana-residencial o la industrial/comercial, que darían lugar a errores de mayor envergadura (Díaz-Pacheco y Gutiérrez, 2014). Además, algunos resultados deben tomarse con cierta cautela ya que el CLC arroja información confusa en áreas de poblamiento disperso como en el noroeste peninsular (Prada, 2007; Sánchez, 2013).

En nuestro caso se ha dado un paso más en el tratamiento de estas fuentes ya que se ha trabajado con los datos a escala municipal y de aglomeración urbana (Gil *et al.*, 2013; Miramontes y Vieira de Sá Marques, 2016). De este modo, a falta de una delimitación oficial de las aglomeraciones urbanas en España, en las últimas décadas se han ido sucediendo un conjunto de trabajos técnicos orientados a la definición de las mismas (Boix, 2007; Feria, 2008; Feria, 2009; Goerlich y Cantarino, 2013; Roca *et al.*, 2012; Ruiz, 2012; Serrano, 2006). En este artículo se trabaja con las aglomeraciones urbanas con más de 50.000 habitantes delimitadas como tal en el Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas (Ministerio de Fomento, 2015) que ofrece, desde una perspectiva institucional, una serie homogénea desde el año 2000. El Atlas ya ha sido utilizado como fuente en trabajos similares (Gil *et al.*, 2012).

Las áreas urbanas objeto de estudio suman un total de 82 aglomeraciones que engloban a un total de 736 municipios y que alojan el 67% de la población española. Estas, a su vez, han sido

5. http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/view [consulta: 01/08/2017]. En el momento de la descarga (junio de 2016) había un fallo en la base de datos de CLC de sobrerrepresentación del uso urbano en el sur de la isla de Tenerife para el año 2011, por lo que estos datos no se han tenido en cuenta en los cálculos de conjunto para ese año.
6. Hay 44 clases de uso del suelo, de las cuales 11 están clasificadas como artificial. http://uls.eionet.europa.eu/CLC2000/classes/index_html [consulta: 01/08/2017].
7. Para la documentación técnica: http://www.siose.es/documentacion [consulta: 01/08/2017].
8. El método de obtención de datos de CLC y SIOSE está profusamente explicado en Olazabal y Bellet (2017b).

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

clasificadas en: 20 grandes aglomeraciones urbanas (GAU de aquí en adelante) que superan los 250.000 habitantes en el municipio principal o los 400.000 en la aglomeración, y, por otro lado, 62 aglomeraciones urbanas de tamaño medio (MAU de aquí en adelante). Se ha decidido dejar fuera del análisis cuatro aglomeraciones con más de 50.000 habitantes, pero con menos de 50.000 en el municipio principal[9]. Por otra parte, se han incluido Soria y Teruel, con menos de 50.000 habitantes pero con importantes funciones de intermediación por cuestión de capitalidad provincial (Olazabal y Bellet, 2017a).

Para resolver la dicotomía entre centro y periferia en la escala de la aglomeración se ha tomado como base el trabajo de Gil *et al.* (2012), entendiendo como municipio central o cabecera municipal aquel con una mayor población y denominando periferia o municipios periféricos al resto de municipios de la aglomeración.

3. La intensidad y dinámica del proceso de artificialización

La artificialización de suelo es un indicador directo de la evolución de la urbanización, que en las últimas décadas se ha visto afectada por un proceso de desbordamiento que ha actuado sobre áreas extensas y dispersas en el territorio. La generalización y extensión de los procesos de urbanización ha implicado el desarrollo de nuevos espacios residenciales, productivos y de consumo, así como de las infraestructuras que los articulan.

3.1. La artificialización del suelo entre 1987 y 2011

Entre 1987 y 2011, y según datos del CLC, la superficie artificial aumentó en España un 84%, pasando de 647.483 ha en 1987, a 1.193.705 ha en el año 2011. Estos datos ilustran perfectamente la intensidad y el alcance del proceso de urbanización de las últimas décadas en el país. Para llegar a esta situación se parte de un cambio de ciclo urbanizador, a partir de los años 1980, bajo la coyuntura de una nueva y moderna sociedad urbana impulsada por los cambios sociales y económicos del neoliberalismo (López de Lucio, 1993). En este contexto se generalizarán los procesos de extensión de lo urbano, que comportarán muchas veces la dispersión, apoyados, entre otros factores, en la mejora de las infraestructuras de transporte (Brandis, 2007).

Pero es en la década de los 2000 cuando se intensifica esta dinámica, como consecuencia del fuerte proceso de urbanización ocurrido durante el «boom inmobiliario» español (1997-2007). De hecho, y según los datos del CLC, entre el año 2000 y el año 2011 se artificializaron 381.962 ha, lo que supone un 70% de todo el suelo artificializado en el conjunto del periodo (1987-2011). Según la misma fuente, el crecimiento de la superficie artificial en el periodo 2000-2011 llegó hasta el 3,57% anual (95 ha al día, frente a las 35 ha del periodo 1987-2000).

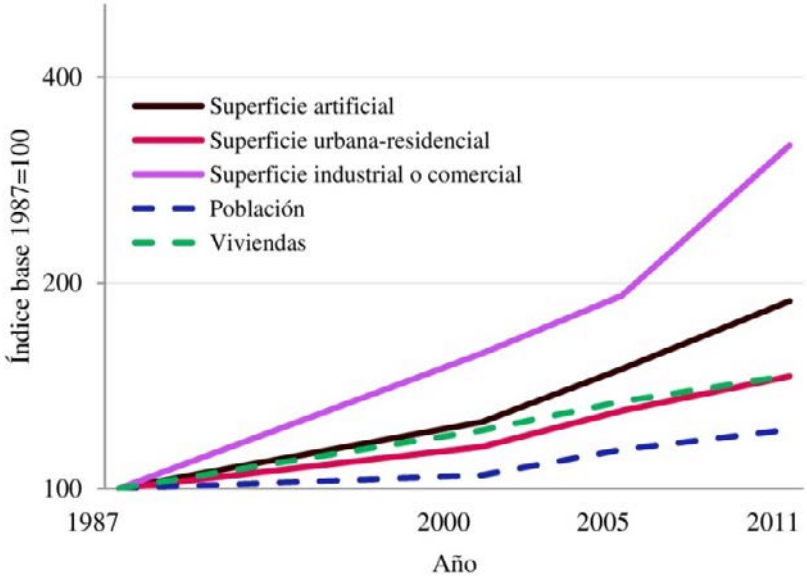
Durante el llamado «tsunami urbanizador» no solo se produce una hiperproducción en el sector inmobiliario, sino que además se artificializa una cantidad ingente de suelo y se cambia el carácter de la urbanización, como veremos más adelante (Burriel de Orueta, 2008; Gaja, 2008). Una metástasis urbanística en la que el sector de la construcción creció a partir de la facilidad de crédito de las entidades financieras, la nueva Ley del Suelo de 1997, las facilidades para la transformación del suelo dispuestas por el aparato público y las expectativas sobre las plusvalías del suelo (Gaja, 2015; García, 2010). Alimentados por la doctrina del todo urbanizable, como apunta

9. Estas son: Sant Feliu de Guíxols, Blanes-Lloret de Mar, Dénia-Xàvea, Valle de la Orotava.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Burriel de Orueta (2008), en un contexto político y social favorable al desarrollismo, se produce la llamada «década prodigiosa del urbanismo español».

Gráfico 1. Evolución de población, vivienda y artificialización del suelo en España (1987=base 100)



Fuente: elaboración propia a partir de CLC, Padrón municipal de habitantes y datos de vivienda del Censo referidos a 1991, 2001 y 2011

Para describir la intensidad de este proceso, la literatura académica generalmente utiliza información relativa a la construcción de viviendas. Sin embargo, resultan mucho más elocuentes e ilustrativos los datos sobre la artificialización, que explican la transformación del suelo para usos urbanos diversos, más allá de los estrictamente residenciales y de aquellos que tradicionalmente se han relacionado con lo urbano.

3.2. Los usos protagonistas de la extensión de la artificialización: el residencial discontinuo y los no residenciales

Los datos de CLC muestran importantes crecimientos en la superficie urbana residencial[10], más de 215.000 nuevas hectáreas entre 1987 y 2011, lo que significa un crecimiento relativo superior al del número de viviendas (7.988.551 viviendas nuevas entre 1991 y 2011) y bastante por encima de la evolución de la población (8.480.358 nuevos habitantes entre 1987 y 2011) (ver Gráfico 1). Ello ya da una idea general de la reducción de las densidades resultantes de un proceso en el que han predominado las coberturas de suelo urbano-residencial en discontinuo y los usos no residenciales con menores densidades de ocupación (ver Cuadro 1).

El incremento de los espacios urbano-residenciales no continuos, que podemos asociar al desarrollo de tejidos residenciales de baja densidad, suponen ya por si solos más del 40% de la nueva superficie artificial. El uso urbano-residencial, tanto en tejidos continuos como en discontinuos,

10. Referida a la clase 1.1 de tejido urbano del CLC que comprende áreas con viviendas y edificios públicos y administrativos, y espacios asociados como aparcamientos y viales. Está a su vez dividida en: "tejido urbano continuo", con al menos un 80% de su superficie impermeable y «tejido urbano discontinuo», con entre un 30 y un 80% de la superficie impermeable.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

continúa siendo el gran protagonista del suelo artificializado, representando un 57% del total. Sin embargo, su peso en el total ha bajado considerablemente desde 1987 hasta la actualidad.

De hecho, el crecimiento de las coberturas relacionadas con usos no residenciales, en especial aquellas asociadas a actividades económicas (industria, oficinas, logística y comercial), se muestra muy superior al del conjunto urbano-residencial con un crecimiento cercano al 5% anual en el periodo 1987-2011. De hecho, las coberturas no residenciales han pasado de suponer el 27% de la superficie artificial en 1987 al 42% en 2011. De esta manera, estos usos, junto a los residenciales en tejido discontinuo de baja densidad, como ya ha ido destacando la literatura académica (Burriel de Orueta, 2008; Muñoz 2008), serían los grandes protagonistas de los procesos de extensión y dispersión de lo urbano en el territorio.

Cuadro 1. Evolución de los usos del suelo en España según CLC (1987-2011)

	Crecimiento anual (%)	Nuevas hectáreas	Hectáreas totales (2011)
Urbano continuo (residencial) *	-0,64	-35.094	208.887
Urbano discontinuo (residencial) *	3,15	251.322	478.324
Industrial o comercial	4,94	165.378	241.279
Puertos y aeropuertos	0,95	4.934	24.273
Minería, escombreras y vertederos	2,50	41.807	93.400
Zonas en construcción	7,06	68.087	84.541
Verde urbano y espacios deportivos y recreativos	6,78	49.762	63.001
Superficie artificializada total	2,58	546.196	1.193.705
* Referida a la clase 1.1 de tejido urbano del CLC que comprende áreas con viviendas y edificios públicos y administrativos, y espacios asociados como aparcamientos y viales. Está a su vez dividida en: "tejido urbano continuo", con al menos un 80% de su superficie impermeable y «tejido urbano discontinuo», con entre un 30 y un 80% de la superficie impermeable.			

Fuente: elaboración propia a partir de CLC

Esta evolución de los procesos de urbanización, basada en espacios residenciales de baja densidad y en espacios para actividades económicas, con un alto consumo de suelo, ha provocado una extensión laxa del suelo urbano reduciendo la compacidad de las ciudades, la continuidad del espacio construido y la densidad de la ocupación, especialmente en las periferias (Monclús, 1998; Muñoz, 2008).

Es decir, todo lo que rodea a la ciudad y permite su funcionamiento diario y sus relaciones internas (Brenner, 2014), la extensión de la ciudad a través de sus espacios de consumo, producción y transporte, ocupa una mayor superficie. Además, debemos destacar la circunstancia de que el CLC no permite identificar correctamente las superficies lineales (ver sección de Metodología), y ello produce una minusvaloración de los procesos de artificialización relacionados con las infraestructuras de transporte lineales (como las viarias o ferroviarias), que como muestran los datos del SIOSE, suponen en 2011 un 17,6% del total de la superficie artificial[11]. Así, los usos no

11. A pesar de no disponer de datos concretos sobre la evolución de la superficie ocupada por infraestructuras de transporte viario, entre el año 2000 y el año 2011 se pasaron de 10.443 a 16.182 kilómetros de vías de gran capacidad, que representan tan solo una pequeña parte de los más de 650.000 km de viario urbano e interurbano existentes. Ministerio de Fomento: https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/CARRETERAS/CATYEVO_RED_CARRETERAS/ [consulta: 17/07/2018].

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

residenciales y las superficies dedicadas a las infraestructuras de transporte y servicios urbanos, explicarían en las últimas décadas una parte importante de la producción del suelo urbano.

De hecho, durante las últimas décadas, y en el marco de los procesos de financiarización de la economía y el urbanismo neoliberal, es cuando lo residencial y lo urbano se alejan cada vez más de su principal función: el alojamiento y el soporte de la vida cotidiana de las personas. Así, la producción del suelo urbano para usos residenciales, equipamientos o para actividades económicas, pasa a ser planificado y desarrollado por su papel en el mercado inmobiliario, y comprado y vendido por su valor económico o financiero (Gaja, 2008; Lois *et al.*, 2016).

Otro de los efectos asociados al desarrollismo del sector de la construcción, y una de las huellas principales de la crisis de 2007, es el dato de superficies en construcción, más de 84.541 ha (CLC, 2011). Son los «desiertos urbanizados» de los que habla Burriel de Orueta (2014) o las «ruinas modernas» a las que se refiere Schulz-Dornburg (2012), desarrollos que quedaron paralizados con la llegada de la crisis. Se trata de proyectos e infraestructuras inacabadas, suelo urbanizado vacante o parcialmente urbanizado, repartidos por casi toda la geografía española, que con el estallido de la crisis dejaron un panorama desolador e incierto (Cadáveres inmobiliarios, 2017), ante el cual ciertas voces reclaman nuevos modelos urbanos y plantean incluso situaciones de decrecimiento (Amat, 2015; Gaja, 2015).

4. El impacto territorial de los procesos de urbanización. Extensión y alcance de la artificialización del suelo en España

Una vez caracterizada la intensidad y la dinámica de artificialización del suelo, interesa ahora detectar la extensión y el alcance territorial de este proceso. El «tsunami urbanizador» afectó en general a casi cualquier área del territorio, aunque con diferentes intensidades. El impacto del proceso fue notable en determinadas áreas geográficas (entornos metropolitanos o periferias de aglomeraciones urbanas grandes y medias, así como espacios de interés turístico como las islas, la costa mediterránea y algunas áreas de montaña).

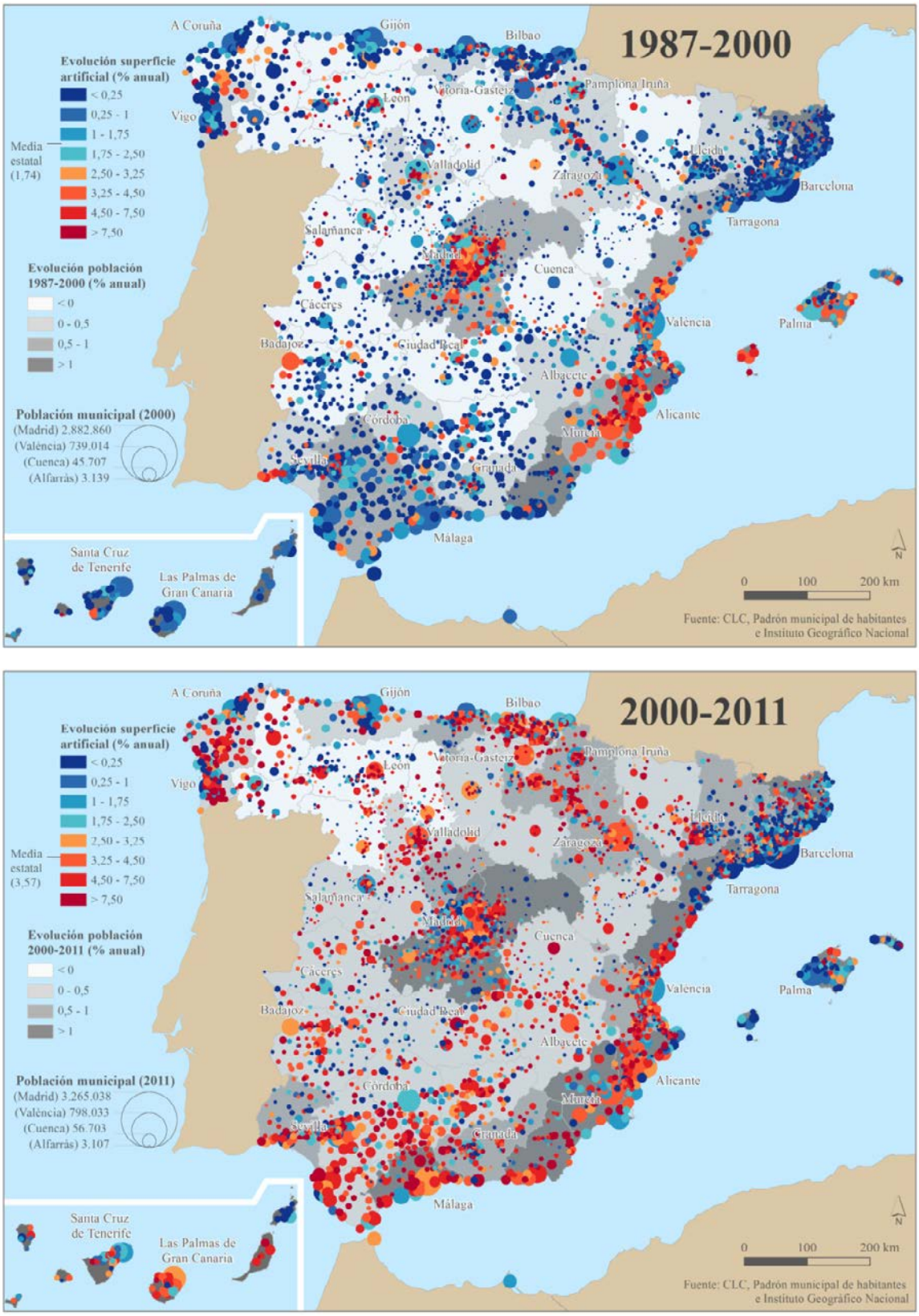
El Mapa 1 reproduce el crecimiento de la superficie artificial entre 1987 hasta el año 2000, en el primer caso, y del 2000 hasta el 2011 en el segundo. Al estar representados cada uno de los municipios españoles, se aprecian las dinámicas territoriales del proceso, mostrando la expansión de la mancha urbana o la relativa contención de la misma. En segundo plano se ha cartografiado la evolución de población por provincias, que permite acompañar la lectura de las transformaciones acaecidas.

A partir de la década de 1980, tras la expansión urbana vertical y densificadora de las décadas previas (Monclús, 1998) y la colmatación de los centros y primeras coronas de las grandes metrópolis, el sistema urbano español pasó a un nuevo estadio, caracterizado por la reestructuración socioeconómica posindustrial que modificó la intensidad y dirección de los flujos entre los diferentes subsistemas urbanos. Se desbordaron los ámbitos administrativos municipales, se agudizaron los problemas de desarticulación metropolitana y se acentuó la conflictividad en el litoral, las zonas turísticas de montaña y los bordes de las áreas metropolitanas (Bellet y Olazabal, 2017). De este modo, los subsistemas industriales del norte peninsular decayeron, mientras que las grandes metrópolis y la estructura de asentamientos más dinámicos y turísticos del corredor mediterráneo, comenzaron a despuntar (Gutiérrez, 1993).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5920

Mapa 1. Evolución de la superficie artificial por periodos según CLC



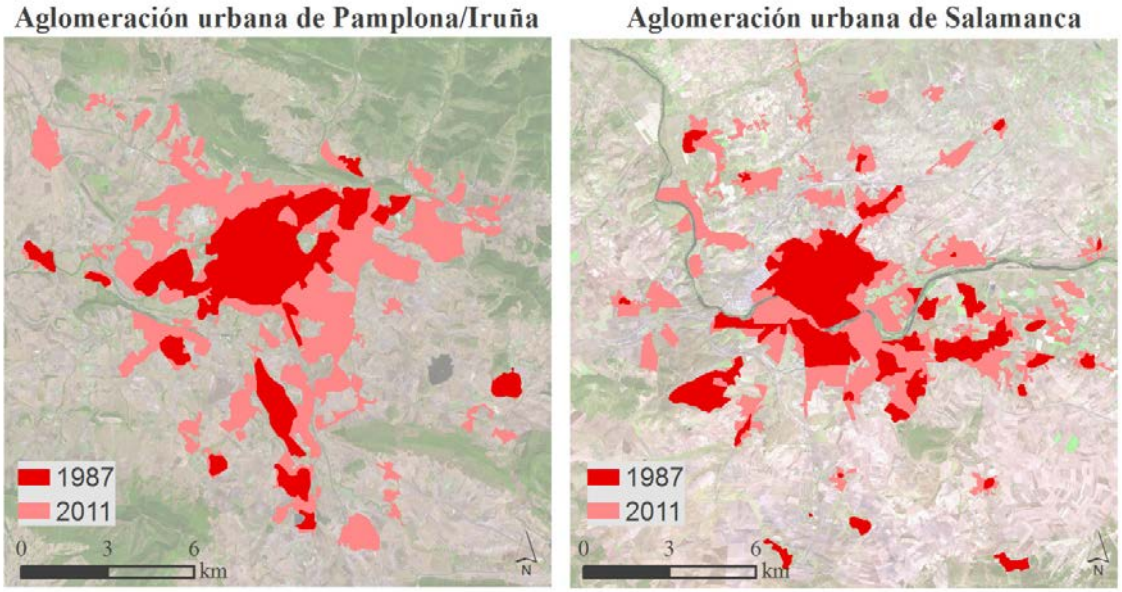
En el primer periodo, que presenta el crecimiento de la superficie artificial entre el año 1987 y el año 2000, los grandes crecimientos se circunscriben al área metropolitana de Madrid, especialmente a su periferia más cercana, y al litoral de gran parte del Mediterráneo (Costa, 2005),

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

destacando la franja costera de Castellón y las provincias de Alicante, Murcia y Baleares. El fuerte crecimiento de suelo artificial en los espacios turísticos del litoral mediterráneo español se caracteriza por la construcción de vivienda para el «residencialismo» (Elorrieta *et al.*, 2016) o el «turismo residencial», que desde finales de los años 70 ha ido atrayendo a diferentes grupos, entre los que los jubilados extranjeros representan un colectivo importante (Morote y Hernández, 2016). De esta manera, los incrementos de superficie artificial durante el primer periodo 1987-2000 han pasado de estar concentrados en la Comunidad Valenciana, Baleares y Murcia, a extenderse posteriormente por gran parte del litoral durante el boom inmobiliario.

Del mismo modo, aunque más limitado en cuanto a la extensión e intensidad del mismo, aparecen también, en este primer periodo, crecimientos superiores a la media en una gran variedad de territorios: desde pequeñas ciudades del interior andaluz, como Lucena u Osuna; hasta aglomeraciones generadas alrededor de capitales de provincia del interior peninsular, como Albacete, Badajoz, Cáceres, Salamanca, Valladolid, León o Pamplona (ver Mapa 2). De hecho, estos cuatro últimos casos ilustran los procesos de suburbanización y dispersión que se producen también alrededor de las ciudades medias. Así, las periferias de estas cuatro aglomeraciones crecen, entre 1987 y el año 2000, a un ritmo anual del 6,48%, 4,29%, 6,11% y 5,97%, respectivamente. De este modo, los crecimientos no se limitan a las grandes áreas metropolitanas o aglomeraciones con dinámicas turísticas, sino que la extensión de la mancha urbana ya destaca en una gran variedad de territorios. Aun así, los crecimientos están más localizados y contenidos de lo que se produce en el siguiente periodo.

Mapa 2. Ejemplos de superficie artificial según CLC (1987 y 2011)[12]



Fuente: elaboración propia a partir de CLC y Plan Nacional de Ortofotografía Aérea

Otra de las tendencias espaciales a remarcar es el crecimiento de las periferias de las aglomeraciones urbanas. Durante este primer periodo, España pasó de tener 659.630 ha de cobertura artificial a 825.255 ha, con gran protagonismo de las periferias, los municipios alrededor de las ciudades

12. Se incluyen las 10 categorías de suelo artificial del CLC tenidas en cuenta en los cálculos de crecimiento realizados en este trabajo.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

medias y grandes, que entre 1987 y el año 2000 estaban ya encabezando los principales cambios a nivel de artificialización del suelo en España.

En este primer periodo, 1987-2000, se establecían ya unas pautas que apuntaban a un cambio de modelo urbano que conducía a una progresiva reducción de las densidades y una extensión generalizada de la mancha urbana por el territorio (Cebrián, 2013). Los datos de población confirman las tendencias, con crecimientos cada vez más importantes en los municipios periféricos de las aglomeraciones urbanas. De este modo, en este periodo las cabeceras de las grandes aglomeraciones descienden su población un 0,19% anual mientras que las periferias aumentan un 1,23%.

El mapa con la evolución de la superficie artificial entre el año 2000 y 2011 refleja ya una imagen muy diferente, correspondiente al periodo del «tsunami urbanizador» español. Destaca el fuerte incremento de las tasas de crecimiento anual de la superficie artificial que afectan ahora, a diferencia de lo ocurrido durante el primer periodo, a casi cualquier parte del territorio (Bellet y Olazabal, 2017).

En el área metropolitana de Madrid se aprecia un desbordamiento de los procesos de artificialización del suelo, que si en el periodo 1987-2000 se circunscribían a las coronas más próximas, durante el periodo 2000-2011 afectan ya a municipios más alejados. Los ejes de comunicación (Corredor del Henares y eje de Toledo, principalmente), favorecen los procesos de suburbanización de las provincias limítrofes. De hecho, la periferia de la aglomeración urbana de Madrid, que entre 1987 y el año 2000 creció a un ritmo del 4,10% anual, vio reducido su crecimiento hasta el 2,64% a partir del año 2000, debido al desbordamiento del crecimiento urbano hacia municipios más alejados. Estos mismos procesos, pero con menor intensidad y menor alcance geográfico, también se dieron en otras grandes aglomeraciones, como València y Sevilla, creciendo los municipios periféricos de las respectivas aglomeraciones a un ritmo del 2,73% y 3,99% anual a partir del año 2000.

A pesar de que el crecimiento es generalizado, resulta especialmente notable en las siguientes áreas, que registran cifras notablemente superiores a la media estatal: la costa mediterránea desde la Comunidad Valenciana hasta Algeciras (las aglomeraciones de Castellón de la Plana, Sagunto, Almería, Roquetas de Mar, Motril, Vélez-Málaga y Costa del Sol); el sistema andaluz de ciudades pequeñas y medias al sur del Guadalquivir (Antequera, Puente-Genil, Baena, Lucena…); el eje del Ebro (Zaragoza, Tudela, Logroño, Haro, Vitoria-Gasteiz…); las periferias de algunas de las grandes aglomeraciones del país (las ya comentadas coronas exteriores en el caso de Madrid y municipios periféricos más o menos cercanos en los casos de Sevilla, Granada, Bilbao, Valladolid o Vigo); así como un conjunto de pequeñas ciudades de Castilla-La Mancha (Caudete, Villarrobledo, Alcázar de San Juan, Valdepeñas, Fuensalida, Seseña, etc.) y Castilla y León (Aranda de Duero, Medina del Campo y Benavente, entre otras) que actúan como cabeceras comarcales o locales.

Además, y como argumentaremos después, la artificialización del suelo afectó, de forma especial, a algunas aglomeraciones urbanas articuladas por ciudades medias, proceso que cambió de forma definitiva su estructura y forma. Así, muchas de estas, especialmente las del interior (Cuenca, Lleida, Mérida, León, etc.), pasaron de tener estructuras urbanas más o menos compactas y continuas a convertirse en estructuras discontinuas, laxas y extensas en el territorio.

En contraste, los crecimientos son en este periodo relativamente moderados en la costa catalana, cantábrica y gallega. Es destacable el caso de Cataluña, teniendo que buscar las posibles causas de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

la relativa contención (con excepciones), en la situación de saturación previa y en la gestión del planeamiento territorial aprobado por la Generalitat (Sotoca, 2016). Pese a la relativa contención en la producción de nuevo suelo artificial, en ciertas áreas, los incrementos fueron notables en espacios turísticos de montaña, en municipios de menos de 10.000 habitantes próximos a ciudades medias del interior y en la segunda corona del área metropolitana de Barcelona (Gutiérrez y Delclòs, 2015).

5. Los procesos de artificialización del suelo en las aglomeraciones urbanas

En este apartado se aborda el estudio de las dinámicas y características de los procesos de artificialización del suelo de las Grandes Aglomeraciones Urbanas (GAU) y de las Aglomeraciones Urbanas Medias (MAU) ya definidas con anterioridad.

Es destacable, en primer lugar, la importancia de los crecimientos relativos experimentados en las MAU, que con un crecimiento de 92.059 ha representan un 40% del conjunto de suelo artificializado en las aglomeraciones urbanas españolas entre 1987 y 2011.

Durante el periodo del boom inmobiliario (1997-2007) se acentuó claramente esta dinámica. Según datos del CLC, en el periodo 2000-2011 la superficie artificial aumentó en las MAU a un ritmo de un 3,38% anual, frente al 2,66% de la media de las aglomeraciones urbanas. En algunas capitales del interior, se urbaniza incluso a un ritmo más alto pese a su tamaño. En casos como los de Lleida, León, Mérida o Ciudad Real, la superficie artificial aumentó en ese último periodo un 5% anual en el conjunto de la aglomeración. Estas dinámicas se explican por un fuerte incremento en la producción de suelo residencial, básicamente para la construcción de viviendas de media y baja densidad, aunque también de suelo de no residencial, destinado principalmente a actividades económicas diversas.

También se urbanizan a gran ritmo otras aglomeraciones medias influenciadas por las dinámicas metropolitanas de Madrid, especialmente Guadalajara o Toledo, pero también Segovia, Ávila o Aranjuez. En las aglomeraciones de Guadalajara y Toledo, en los municipios periféricos, en los que se han construido espacios residenciales de baja densidad, llega a superarse el 6% de crecimiento anual de suelo artificial y el 3% anual en la construcción de nuevas viviendas. En ambos casos, la superficie artificial se ha doblado entre el año 2000 y 2011, pasando de 16.867 a 29.150 viviendas en la periferia de la aglomeración urbana de Guadalajara y de 11.323 a 18.930 en el caso de Toledo (INE, Censos de población y viviendas).

Como ya destacaremos más adelante, los incrementos más notables se producen en los municipios periféricos de las aglomeraciones. En el caso de las MAU estos incrementos llegan hasta el 3,76% en las periferias, frente al 3,16% de las cabeceras o municipios centrales de las aglomeraciones.

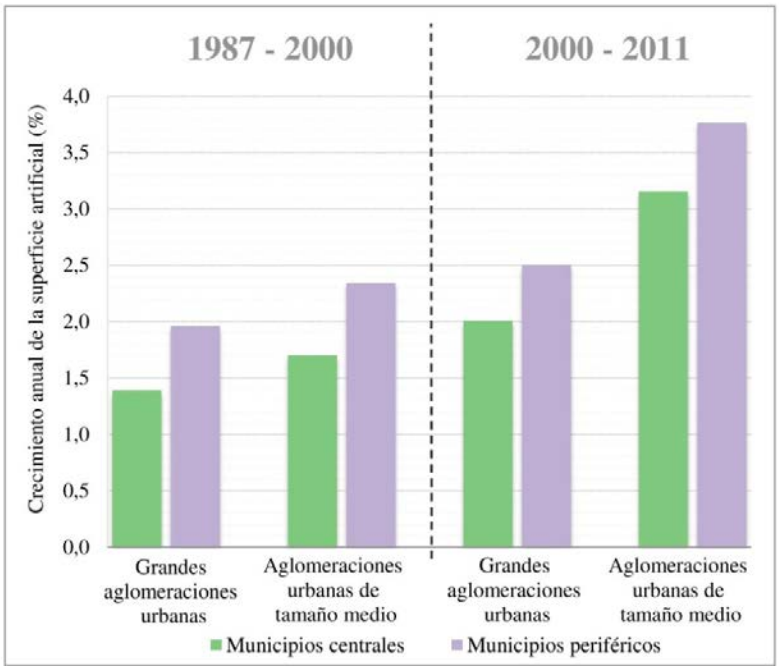
En cambio, las GAU en conjunto presentan crecimientos más moderados: un 1,75% anual en el periodo 1987-2000 y un 2,33% anual en el periodo 2000-2011[13]. Como ya se produce en las MAU, en los municipios periféricos se crece a un ritmo alto, de un 2,50%, mientras que en los municipios cabecera, en casos como Madrid, Barcelona, València o Sevilla, el crecimiento es del

13. Ya hemos comentado, sin embargo, que buena parte de los crecimientos más notables aquí se producen en municipios más alejados de las cabeceras, no incluidos en la delimitación de área urbana establecida en el Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas del Ministerio de Fomento (2015).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2,01%. El caso de Zaragoza es la excepción, con un crecimiento anual, entre 1987 y 2011, de un 3,90%. Este fuerte crecimiento puede relacionarse con las políticas ligadas a grandes proyectos y el notable desarrollo de suelo durante el boom inmobiliario (Bellet y Alonso, 2016).

Gráfico 2. Evolución de la superficie artificial en España según tipo de aglomeración urbana (1987-2000-2011)



Fuente: elaboración propia a partir de CLC y Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas del Ministerio de Fomento (2015)

En segundo lugar, los datos muestran además un proceso de urbanización muy intenso en los municipios periféricos de las diferentes aglomeraciones urbanas españolas, en los que se localiza casi un 60% del crecimiento de superficie artificial. El Gráfico 2 muestra cómo, tanto en el primer como el segundo periodo, la artificialización del suelo es más intensa en las periferias de las aglomeraciones urbanas grandes y medias, manteniéndose siempre muy por encima de las tasas medias de urbanización de las cabeceras.

Estos procesos, que alimentaron el crecimiento de los municipios periféricos de las aglomeraciones urbanas, tienen como principales protagonistas los usos residenciales de media y baja densidad y la dispersión de usos vinculados a actividades económicas (productivas, logísticas y de consumo). Prevalecen así las tendencias centrifugas, con el transvase de población y nuevas áreas de actividad económica hacia las periferias extendidas (Susino y Duque, 2013). Al igual que con la población (Gil *et al*., 2012), los centros de las áreas urbanas desaceleraron la artificialización de suelo y los procesos de urbanización se desbordaron por el territorio.

Hasta ahora, se ha analizado la intensidad y la dinámica del proceso que ha ido moldeando las aglomeraciones urbanas como resultado de una urbanización dispersa y extensa en el territorio. Unos cambios que han alterado no solo la forma y la estructura en las grandes aglomeraciones urbanas, sino que principalmente, como ya hemos apuntado, en las aglomeraciones urbanas articuladas por ciudades medias del interior.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

5.1. Caracterización de los procesos de extensión: usos, densidades y naturaleza del cambio

Los datos del SIOSE de 2011 nos permiten caracterizar con mayor detalle la naturaleza y los resultados de esta intensa oleada urbanizadora en las aglomeraciones urbanas. Las nuevas expansiones urbanas posindustriales, caracterizadas por una menor densidad edificatoria y una mayor variedad de usos (Dematteis, 1998), configuran el nuevo paisaje urbano que se ha ido imponiendo en las últimas décadas.

Cuadro 2. Coberturas de suelo en las aglomeraciones urbanas españolas según SIOSE (2011). Número de hectáreas y porcentaje respecto al total de cada espacio

	España	Grandes aglomeraciones urbanas (GAU)		Aglomeraciones urbanas de tamaño medio (MAU)	
		Cabecera	Periferia	Cabecera	Periferia
Urbano-residencial continuo (*)	443.079 *28,0%*	50.588 *36,4%*	80.701 *30,2%*	38.255 *28,4%*	20.147 *24,2%*
Urbano-residencial discontinuo (*)	220.624 *14,0%*	11.620 *8,4%*	49.585 *18,6%*	18.920 *14,0%*	20.279 *24,3%*
Industrial	205.206 *13,0%*	18.896 *13,6%*	46.590 *17,5%*	21.739 *16,1%*	14.370 *17,2%*
Comercial y equipamiento	142.411 *9,0%*	27.557 *19,8%*	33.388 *12,5%*	18.655 *13,8%*	8.852 *10,6%*
Infraestructuras	375.124 *23,7%*	24.304 *17,5%*	41.278 *15,5%*	25.961 *19,2%*	13.957 *16,8%*
Otros	194.821 *12,3%*	6.138 *4,4%*	15.288 *5,7%*	11.380 *8,4%*	5.705 *6,8%*
Artificial	1.581.266 *100%*	139.102 *100%*	266.831 *100%*	134.909 *100%*	83.310 *100%*

* Según SIOSE se entiende como uso urbano: «Áreas con superficie mayor de 1 ha ocupadas por edificaciones principalmente destinadas a viviendas y sus terrenos asociados». El uso urbano continuo comprende los *cascos* y los *ensanches,* mientras que el uso urbano discontinuo se distingue del *ensanche* porque su conexión o contacto con la trama configurada por *casco-ensanche* se realiza a través de una vía de comunicación. Se incluyen aquí urbanizaciones, colonias, etc., situadas en extrarradios (SIOSE, 2015b).

Fuente: elaboración propia a partir de SIOSE (2011)

El Cuadro 2 muestra la composición del paisaje urbano en el año 2011, en el que las coberturas de suelo urbano residencial son todavía las protagonistas en las aglomeraciones urbanas, con un 42% del total de suelo artificial. Dentro de este, y aunque los tejidos continuos son los mayoritarios, ha de destacarse que el discontinuo representa ya un 14% de la superficie artificializada. Este porcentaje aumenta hasta el 18,6% en el caso de las periferias de las GAU y hasta el 24,3% en las periferias de las MAU. Es decir, los municipios periféricos de las aglomeraciones urbanas españolas, que son los que más han crecido en los últimos años, lo han hecho mediante formas características de la urbanización dispersa y poco densa. La «urbanalización» a la que se refiere Muñoz (2008) se caracteriza por fragmentos suburbanos de usos diversos entre los que destaca el residencial discontinuo con desarrollos residenciales de baja densidad.

Una de las diferencias más notables entre el paisaje residencial de las grandes aglomeraciones y el de las aglomeraciones de tamaño medio es la densidad y grado de compactación del mismo. Así,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

el residencial continuo representa en las primeras más de un 30% (36% en las cabeceras) del total de suelo artificializado, teniendo un peso bastante inferior en las MAU.

El SIOSE sí permite, a diferencia de CLC, valorar con mayor precisión el alto consumo de suelo de las infraestructuras de transporte y servicios urbanos (energía, telecomunicaciones, agua y residuos), que suponen un 23,7% del total del suelo artificializado, con un mayor impacto en las cabeceras o municipios centrales que en las periferias.

La presencia de superficies de carácter industrial es también notable, especialmente en las periferias urbanas de las GAU, donde están varios puntos porcentuales por encima de las cabeceras. En estos espacios el crecimiento urbano ha superado ampliamente los límites municipales, expulsando este tipo de usos, más extensivos, hacia las periferias, a través de las grandes infraestructuras de transporte. Sin embargo, en las MAU, la superficie industrial todavía tiene una presencia protagonista en las cabeceras municipales, dejando para las periferias los usos residenciales discontinuos, asociados a los desarrollos de vivienda de menor densidad.

Los usos comerciales, de oficinas, equipamientos y dotacionales se emplazan en las cabeceras, remarcando la paradoja señalada por Muñoz (2008), en la que mientras la mancha urbana se expande, la dependencia de los espacios centrales aumenta: el fenómeno de dispersión–centralización. En general, y como ya hemos destacado, la importancia del suelo urbano-residencial es cada vez menor en el conjunto de las aglomeraciones urbanas, cobrando mayor importancia el suelo destinado a otros usos, especialmente a infraestructuras y a actividades económicas (industrial, logística y comercial) (Troitiño, 2006).

5.2. Detalle de los datos de SIOSE en las aglomeraciones urbanas españolas (2011)

Para obtener una imagen más desagregada de este proceso a nivel espacial es necesario detenerse en las diferencias que existen en los crecimientos de las aglomeraciones urbanas en sus cabeceras (los municipios más grandes) y en sus periferias (municipios del resto de la aglomeración). Para ello se ha desarrollado un diagrama de cajas o «box-plot», que presenta el ratio de hectáreas de suelo urbano por cada 1.000 habitantes. Así, en el Gráfico 3 aparecen en la parte inferior las aglomeraciones urbanas más compactas, en las que la población vive en una superficie urbana menor. Mientras que en la parte alta del gráfico se muestran las aglomeraciones en las que el consumo de suelo urbano es muy alto en relación al tamaño de la población.

El conjunto de las GAU presenta un ratio de 8,17 ha/1.000hab., por las 11,68 ha de las MAU. Es en estas aglomeraciones de tamaño medio donde la dispersión es mucho mayor, destacando los casos de Orihuela, Costa del Sol, Costa Blanca, Santiago de Compostela o Torrevieja, todas ellas de un marcado carácter turístico y con un gran consumo de suelo, exceptuando el caso de Santiago de Compostela, donde prevalece el tipo de poblamiento en diseminado, característico en zonas del noroeste peninsular.

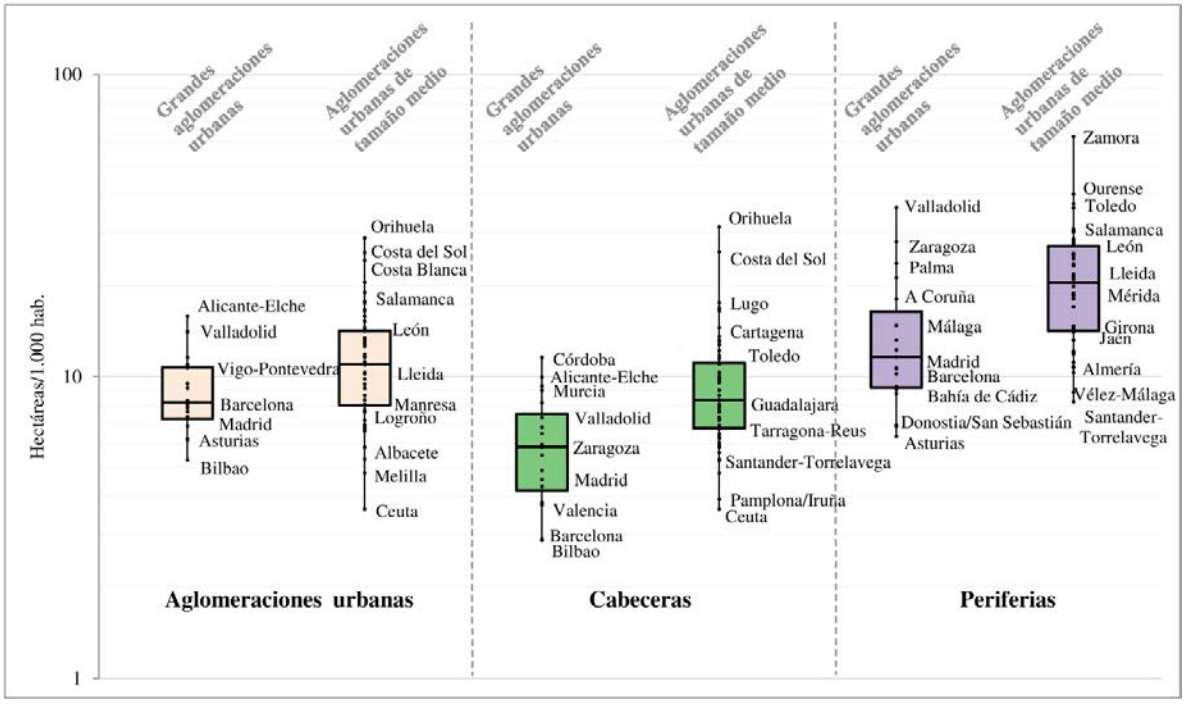
Solo tres GAU presentan ratios relativamente altos: Alicante-Elche, Valladolid y Córdoba[14]. Estas tienen una población relativamente baja (en comparación con las más grandes) y un porcentaje de suelo urbano discontinuo alto (por encima de 40% del total de suelo urbano). Las periferias de estas ciudades se caracterizan por una importante presencia de urbanizaciones de vivienda uni-

14. Córdoba, a pesar de ser una aglomeración compuesta por un único municipio, en el año 2011 tenía más de 30.000 habitantes, de un total de 328.659, en los núcleos y diseminados circundantes, según Nomenclátor del INE.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

familiar, que en el caso de Valladolid son de construcción más reciente, pasando los municipios periféricos de esta aglomeración de 15.103 viviendas en 1991 a 50.945 en 2011.

Gráfico 3. Ratio de suelo urbano-residencial por cada 1.000 habitantes según aglomeración urbana y según sea cabecera o periferia (2011)



Nota: Cada punto es una aglomeración. La línea muestra el valor mínimo y máximo, mientras que el rectángulo representa el percentil 25, la mediana y el percentil 75.
Fuente: elaboración propia a partir de SIOSE 2011 y Padrón municipal de habitantes 2011

Por otra parte, también nos encontramos con áreas urbanas de diferente tamaño con bajos ratios de suelo urbano-residencial por habitante. Además de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, con unas características muy particulares que explican su alta densidad y relativa compacidad, aparecen aglomeraciones grandes como Bilbao, Las Palmas de Gran Canaria, Asturias o València, pero también algunas de tamaño medio como Huesca, Albacete o Burgos. En todos estos casos el consumo de suelo residencial en relación a la población que alojan es bajo, hecho característico de la ciudad compacta. Son aglomeraciones que han conseguido contener la explosión urbana y limitar los efectos de la generalización del modelo de ciudad dispersa.

Un análisis diferenciado permite ahondar en las características ya comentadas de la baja densidad en los nuevos espacios periféricos, protagonistas de la expansión urbana reciente. Los datos reflejan las grandes diferencias existentes entre las desiguales formas de ocupación del suelo en las diferentes aglomeraciones urbanas españolas según el tamaño de la misma y la posición periférica o central dentro de cada aglomeración. Aquellas de mayor tamaño tienen más población por hectárea construida y los municipios periféricos se desarrollaron con unas densidades comparativamente mucho más bajas que los municipios centrales.

Las periferias de las dos grandes áreas metropolitanas españolas, Barcelona y Madrid, que concentran ellas solas casi un cuarto del suelo de las 82 aglomeraciones urbanas, tienen porcentajes de suelo urbano-residencial discontinuo del 38% y 25% respectivamente. Sus ratios de urbaniza-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

ción, en los municipios periféricos, son de 10,22 ha/1.000 hab. en Barcelona y de 10,66 en Madrid, en comparación con el 2,90 y 4,56 de los municipios centrales. Es decir, los mismos habitantes ocupan más del triple de suelo urbano-residencial en las periferias en el caso de Barcelona y más del doble en el caso de Madrid.

Por el contrario, las periferias de las grandes aglomeraciones urbanas del Cantábrico (Bilbao, Asturias y Donostia/San Sebastián), aún mantienen ratios bajos. Probablemente por determinantes orográficos que han obligado a mantener este modelo de ciudad compacta incluso en los nuevos desarrollos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en muchos casos, principalmente en la aglomeración de Asturias, aunque también en Bilbao y San Sebastián, los municipios periféricos se corresponden a espacios urbanos consolidados como Oviedo, Avilés, Barakaldo o Irun, que tienen comportamientos en ocasiones más propios de una cabecera que de un municipio periférico.

Las cabeceras mantienen, de modo general, ratios de urbanización bastante bajos. Entre los más densos aparecen Bilbao, Barcelona, Ceuta, A Coruña, València, Granada, Pamplona, Sevilla, Madrid, Melilla y Las Palmas de Gran Canaria. Exceptuando las ciudades autónomas, son municipios de gran porte, con al menos un 85% de la superficie urbana-residencial continua[15] (casco urbano y ensanche) y un relativo estancamiento demográfico y urbano en comparación con la media estatal. Los crecimientos de población son inferiores al 0,5% anual y el crecimiento de la superficie artificial no llega al 2% anual. Se trata de espacios ya consolidados, con una ciudad heredada que mantiene altas densidades en el núcleo urbano tradicional.

En el otro extremo, con una menor densidad y con ratios por encima de las 12 ha/1.000 hab., aparecen municipios centrales de aglomeraciones de tamaño medio. Todos ellos con altos porcentajes de suelo urbano-residencial discontinuo (generalmente unifamiliares) y unas dinámicas de crecimiento de la superficie artificial muy activas, por encima del 2% anual. En el grupo podríamos diferenciar tres tipos: en primer lugar áreas turísticas, paradigma del desarrollo urbano de baja densidad con un alto porcentaje de residencias secundarias, como Orihuela, Costa del Sol y Torrevieja; en segundo lugar aquellas áreas con una tipología urbana heredada de viviendas unifamiliares aisladas en la periferia del núcleo consolidado, como los casos de Lugo, Santiago de Compostela y Ponferrada en el noroeste peninsular, Cartagena y Elda-Petrer en el Levante y Sanlúcar de Barrameda en el sur; y, por último, los casos de núcleos compactos que han experimentado un cambio importante en la tipología urbana-residencial en los últimos años. Estos núcleos han evolucionado hacia menores densidades basadas en urbanizaciones de vivienda unifamiliar o grandes desarrollos de bloque aislado. Son los casos de Ávila, Sagunto, Mérida o Teruel, en los que los intensos procesos de urbanización han supuesto cambios muy importantes en el nuevo paisaje y estructura urbana.

Por último, los ratios de suelo urbano-residencial por habitante más altos corresponden a las periferias de las MAU, que partiendo de una dispersión de la mancha urbana mucho mayor que las periferias de las GAU, crecieron con tasas bastante mayores que estas (ver Gráfico 2). En las periferias de las MAU los ratios de urbanización se disparan en algunos casos hasta por encima de las 30 ha/1.000 hab. (Zamora, Ourense, Talavera de la Reina, Toledo, Salamanca, Palencia y Costa Blanca). El desarrollo de la aureola urbana de la aglomeración de Salamanca es significativo (ver Mapa 2), al pasar de los 7.863 habitantes en 1987 hasta los 37.562 de 2011, con más de 13.298

15. Exceptuando el caso de A Coruña, marcada por el poblamiento urbano disperso propio de Galicia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

nuevas viviendas (INE, Censo de población y viviendas 1991-2011), siendo el 64% coberturas urbanas de carácter disperso y menos denso.

6. Conclusiones

El artículo muestra, mediante el análisis de los datos de coberturas de suelo del Corine Land Cover (CLC) y del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), las transformaciones urbanas experimentadas en España entre 1987 y 2011, resultantes de un proceso de artificialización del suelo que fue intenso en el tiempo, especialmente durante el boom inmobiliario, y extenso en el espacio. En el conjunto del periodo, y según CLC, se artificializaron 546.017 ha, aumentando la superficie artificial en un 84%, a razón de un 2,58% anual o 62 ha diarias. El boom inmobiliario, reflejado en los datos del CLC 2000-2011, supuso la producción de 381.962 nuevas hectáreas de suelo artificial, creciendo a un ritmo del 3,57% anual o 95 ha diarias. Así, la intensidad del proceso de urbanización, especialmente en los años 2000, es una de las características de la artificialización del suelo en España en las últimas décadas.

El paisaje y las formas de ocupación del suelo urbano también cambiaron en las aglomeraciones urbanas españolas entre 1987 y 2011. Esta transformación se evidencia en el texto a través de la consolidación de desarrollos residenciales y de todo tipo de usos con menor densidad de ocupación y mayor dispersión, lo que genera, especialmente en los municipios periféricos de las aglomeraciones urbanas, paisajes urbanos más extensos, más laxos, y menos densos.

Además, se destaca en el artículo que, especialmente a partir del periodo 2000-2011, los procesos de artificialización ya no tuvieron como único protagonista el uso residencial, según CLC. El peso de los espacios urbano-residenciales pasó de suponer el 73% de las coberturas artificiales en 1987 al 58% en 2011. Mientras tanto, los espacios artificializados dedicados a usos no residenciales, como actividades económicas (usos industriales, logística o comerciales) u orientados a infraestructuras de transporte, servicios y equipamientos urbanos, se incrementaron de las 178.608 ha en 1987 a las 510.905 en 2011.

La generalización de los procesos de artificialización del suelo, que acaban por afectar a partir del cambio de siglo a casi cualquier parte del territorio, es otra de las conclusiones claras del análisis. La representación cartográfica de los datos de CLC permite apreciar las dinámicas territoriales presentes en los procesos de artificialización del suelo, que pasaron de estar circunscritos en el periodo 1987-2000 al área metropolitana de Madrid y buena parte del litoral mediterráneo, a extenderse e intensificarse por todo el territorio español a partir del boom inmobiliario (1997-2007). Sin embargo, hay que destacar que la incidencia del boom tuvo especial relevancia sobre los territorios y aglomeraciones más dinámicas, las aglomeraciones articuladas por ciudades medias multifuncionales y los espacios turísticos de litoral y de ciertas áreas de montaña.

En el artículo, se ha indicado también la diferencia de comportamiento según el tamaño de la aglomeración, siendo aquellas de tamaño medio, a las que nos hemos referido como MAU y que tienen entre 50.000 y 400.000 habitantes, las que presentaron un crecimiento en la artificialización de suelo relativamente mayor que el de las grandes aglomeraciones urbanas (GAU): un 2,60% anual en el caso de las MAU frente al 2,01% de las GAU. En muchos casos, las aglomeraciones articuladas por ciudades medias, especialmente las del interior, habrían visto alterada en estas últimas décadas, su estructura y forma urbana, pasando de formas relativamente compactas y densas a estructuras urbanas extensas y más dispersas.

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

El análisis de los procesos de artificialización dentro de las aglomeraciones permite concluir que es en los municipios periféricos donde se produjeron las mayores transformaciones y cambios. Así, son las periferias de las aglomeraciones urbanas españolas las que acogieron gran parte de los nuevos procesos de artificialización de suelo en forma de nuevos desarrollos residenciales de menor densidad y grandes espacios dedicados a actividades económicas e infraestructuras.

En este sentido, la caracterización de los usos y densidades mediante los datos más detallados del SIOSE (2011) indica que los nuevos espacios periféricos se desarrollaron con densidades mucho menores que las cabeceras municipales. Los porcentajes de suelo residencial discontinuo alcanzaron el 18,6% del total de suelo artificial, en el caso de los municipios periféricos de las GAU, y el 24,3% en las periferias de las MAU. Estas periferias presentan ratios de urbanización (hectáreas de suelo artificializado por cada 1.000 habitantes en 2011) muy altos, de 11,14 y 18,55 ha/1.000 hab. respectivamente. Mientras tanto, las cabeceras de las aglomeraciones apenas llegan a las 5,24 ha/1.000 hab. en las grandes aglomeraciones urbanas y a las 9,36 ha/1.000 hab. en las aglomeraciones de tamaño medio.

Para finalizar, los datos expuestos en este trabajo confirman el cambio de modelo de urbanización en las aglomeraciones urbanas españolas hacia formas más extensas, fragmentadas y dispersas, que prácticamente se ha materializado en todas escalas y territorios. Las nuevas periferias consolidadas alrededor de los núcleos de las cabeceras, pero sobre todo en el resto de municipios que configuran las aglomeraciones, se caracterizan por ser unos espacios residenciales de baja densidad complementados por una vasta expansión de usos orientados a la producción, el consumo o a la provisión de equipamientos urbanos. Todo ello articulado a partir de una red de infraestructuras que teje unas aglomeraciones urbanas cada vez más extensas en el territorio.

7. Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la investigación desarrollada en el marco del Proyecto de investigación «Dinámicas de urbanización y políticas urbanísticas en ciudades medias interiores. De la expansión y dispersión a reformulación: ¿hacia un urbanismo más urbano?» (CSO2015-63970-R), financiado por la Dirección General de Investigación Científica del Ministerio de Economía y Competitividad. Así mismo, es resultado de los trabajos previos de la Tesis de Doctorado de Eduardo Olazabal realizada gracias a una beca de investigación de la Universitat de Lleida.

8. Referencias bibliográficas

- Amat, X. (2015). «Decrecimiento y renovadas estrategias para un territorio agotado». *Cuadernos Geográficos*, 54(2), 6-37.
- Barreira, P.; González, V. y Bosque, J. (2012). «Detección de errores temáticos en el CORINE Land Cover a través del estudio de cambios: Comunidad de Madrid (2000-2006)». *Estudios Geográficos*, 73/272, 7-34.
- Bellet, C. y Alonso, M.P. (2016). «Proyectos urbanos incompletos. Vacíos urbanos en la Zaragoza post-Ave». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,* 70, 285-304.
- Bellet, C. y Olazabal, E. (2017). Las ciudades intermedias en España: dinámicas y procesos de urbanización recientes. En: *Sistemas urbanos y ciudades medias en Iberoamérica.* Pontificia Universidad Católica de Chile, GEOlibros, 146-183.
- Boix, R. (2007). «Concepto y delimitación de áreas metropolitanas: una aplicación a las áreas metropolitanas de España». En: *Las grandes áreas metropolitanas en una perspectiva comparada*. Centro de Estudios Andaluces. Consejería de la Presidencia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Brandis, D. (2007). «Los espacios residenciales españoles en el cambio de siglo». En: *Espacios públicos, espacios privados. Un debate sobre el territorio*. Asociación de Geógrafos Españoles. Bilbao: Universidad de Cantabria.
- Brenner, N. (2014). *Implosions / Explosions. Towards a study of planetary urbanization*. Berlín: Jovis.
- Brenner, N. y Schmid, C. (2015). «Towards a new epistemology of the urban?». *City*, 19(1), 151-182.
- Burriel de Orueta, E.L. (2008). «La «década prodigiosa» del urbanismo español (1997-2006)». *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, XII/270(64).
- Burriel de Orueta, E.L. (2014). «El estallido de la burbuja inmobiliaria y sus efectos en el territorio». En: Albertos, J.M. y Sánchez, J.L. (Coords.). *Geografía de la crisis económica en España.* Valencia: Universitat de València, 101-140.
- Büttner, G.; Soukup, T. y Kosztra, B. (2014). *CLC2012. Addendum to CLC2006 Technical Guidelines*. Final draft. European Environment Agency.
- Cadáveres inmobiliarios. http://cadaveresinmobiliarios.org/ [consulta: 23/03/2017].
- Cebrián, F. (2013). «Las transformaciones recientes operadas en las periferias de las ciudades medias. El contexto de la ciudad difusa en la realidad española». En: Cebrián, F. y Panadero, M. (Eds.). *Ciudades medias: formas de expansión urbana*. Madrid: Biblioteca Nueva, 25-38.
- Costa, P. (2005). «La litoralización demográfica y económica: el caso de las provincias mediterráneas y suratlánticas». *Sociedad y utopía: Revista de ciencias sociales*, 26, 71-90.
- Dematteis, G. (1998). «Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas». En: Monclús, Francisco Javier (Ed.). *La ciudad dispersa*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona.
- Díaz-Pacheco, J. y Gutiérrez, J. (2014). «Exploring the limitations of CORINE Land Cover for monitoring urban land-use dynamics in metropolitan areas». *Journal of Land Use Science*, 9(3), 243-259.
- Elorrieta, B.; Olcina, J. y Sánchez, D. (2016). «La sostenibilidad en la planificación territorial de escala regional». *Cuadernos Geográficos*. 55(1), 149-175.
- ESPON (2006). *Urban-rural relations in Europe*. Final Report. Luxembourg.
- Feria, J.M. (1999). «Nuevas periferias urbanas y planificación pública». En: Domínguez, R. (Ed.). *La ciudad: tamaño y crecimiento.* Coloquio de Geografía Urbana. Antequera, 309-316.
- Feria, J.M. (2008). «Un ensayo metodológico de definición de las áreas metropolitanas en España a partir de la variable residencia-trabajo». *Investigaciones Geográficas,* 46, 49-68.
- Feria, J. M. (2009). «Problemas de definición de las áreas metropolitanas en España». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 38, 85-99.
- Gaja, F. (2008). «El tsunami urbanizador en el litoral mediterráneo. El ciclo de hiperproducción inmobiliaria 1996-2006». *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, XII/270(66).
- Gaja, F. (2015). «Reparar los impactos de la burbuja constructora». *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, XIX/517.
- García, M. (2010). «The breakdown of the Spanish urban growth model: social and territorial effects of the global crisis». *International Journal of Urban and Regional Research*, 34(4), 967-980.
- Gil, F. y Bayona, J. (2012). «La dinámica urbana en España: evolución y tipología». *Papeles de Geografía*, 55-56, 95-108.
- Gil-Alonso, F.; Bayona-i-Carrasco, J. y Pujadas-i-Rúbies, I. (2013). «From boom to crash: Spanish urban areas in a decade of change (2001-2011)». *European Urban and Regional Studies*, 23(2), 198-216.
- Goerlich, F. J. y Cantarino, I. (2013). *Zonas de morfología urbana. Coberturas de suelo y demografía*. Fundación BBVA.
- Goerlich, F.J. y Cantarino, I. (2015). «Estimaciones de la población rural y urbana a nivel municipal». *Estadística Española*, 57/186, 5-28.
- González, V.; Rubiera, F. y Pérez, J.L. (2013). «Descripción y análisis de la huella urbanística del boom inmobiliario en Asturias mediante Sistemas de Información Geográfica, 1996-2006». *Investigaciones Regionales*, 27, 115-140.
- Gutiérrez, A. y Delclòs, X. (2015). «¿Hipertrofia inmobiliaria? Análisis de las pautas territoriales del boom e implicaciones del estallido de la burbuja en Cataluña». *Cuadernos Geográficos*, 54(1), 283-306.
- Gutiérrez, J. (1993). Sociedad, economía y estructuras territoriales. En: Méndez, R.; Molinero, F. y Calvo, J.L. (Eds.). *Geografía de España*. Barcelona: Ariel.
- Knox, P.L. (1994). *Urbanization. An introduction to urban geography*. New Jersey: Prentice Hall.

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

- Lois, R.C.; Piñeira, M.J. y Vives, S. (2016). «El proceso urbanizador en España (1990-2014): una interpretación desde la geografía y la teoría de los circuitos de capital». *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, XX/539.
- Ministerio de Fomento (2015). *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas*. [consulta: 23/09/2016].
- Ministerio de Fomento (2015). Metodología utilizada para la delimitación de las Áreas Urbanas. En: *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas*.
- Miramontes, Á. y Vieira de Sá Marques, T. M. (2016). «Las áreas urbanas en la Península Ibérica. Un ejercicio de delimitación». *Papeles de Geografía*, 62.
- Monclús, F.J. (1998). *La ciudad dispersa*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona.
- Morote, Á. F. y Hernández, M. (2016). «Población extranjera y turismo residencial en el litoral de Alicante (1960-2011): repercusiones territoriales». *Eure*, 42/126, 55-76.
- Muñoz, F. (2008). *Urbanalización. Paisajes comunes, lugares globales*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Nel·lo, O. (1998). «Los confines de la ciudad sin confines. Estructura urbana y límites administrativos en la ciudad difusa». En: Monclús, F.J. (Ed.). *La ciudad dispersa*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona.
- Olazabal, E. y Bellet, C. (2017a). Urbanización extensa en los entornos de ciudades medias españolas. En: *Forma urbana. Pasado, presente y perspectivas. Actas del I Congreso ISUF-H/Hispanic International Seminar on Urban Form*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 161-170.
- Olazabal, E. y Bellet, C. (2017b). Análisis de las nuevas dinámicas de urbanización en España. Su estudio a través del uso de Corine Land Cover y SIOSE. En: *Actas del XXV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles*. Madrid, 2639-2648.
- Pérez-Hoyos, A. y García-Haro, F.J. (2013). «Evaluación de productos de cubiertas del suelo en la península ibérica». *Revista de Teledetección*, 40, 22-40.
- Prada, A. (2007). «Galicia: poboación e territorio. Causas e custos da dispersión». *Grial*, 176, 138-143.
- Reques, P. y de Cos, O. (2013). «Los difusos límites del espacio urbano-metropolitano en España». *Ciudad y territorio: Estudios territoriales*, 176, 267-280.
- Roca, J.; Moix, M. y Arellano, B. (2012). «El sistema urbano en España». *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, XVI/396, 1-13.
- Ruiz, F. (2012). *AUDES-Áreas Urbanas de España*.
- Sánchez, J. C. (2013). «Bases para el análisis geohistórico del poblamiento rural tradicional en Galicia». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 62, 75-99.
- Santos, J.M.; Azcárate, M. V.; Cocero, D. y Muguruza, C. (2013). «Medida de la dispersión urbana, en un entorno SIG Aplicación al estudio del desarrollo urbano de la Comunidad de Madrid (1990-2006)». *Geofocus*, 13(1), 48-75.
- Schulz-Dornburg, J. (2012). *Leftovers from the real estate bubble, a database*. http://www.juliaschulzdornburg.com/leftovers-from-the-real-estate-bubble-a-database?page_id=1208 [consulta: 23/03/2017].
- Serrano, J.M. (2006). «Aglomeraciones y áreas urbanas en España, dimensión y tendencias: breves precisiones». *Lurralde*, 29.
- Sotoca, A. (2016). «Urban growth management in Catalonia, 2005–2010». *Urban Research & Practice*, 9(1), 91-102.
- Susino, J. y Duque, R. (2013). «Veinte años de suburbanización en España (1981-2001). El perfil de sus protagonistas». *Documents d'anàlisi geogràfica*, 59, 265-290.
- Troitiño, M. A. (2006). «Las áreas urbanas». En: *Atlas estadístico de las áreas urbanas de España*. Ministerio de Vivienda. Madrid, 27-30.
- Walker, R. (2015). «Building a better theory of the urban: A response to 'Towards a new epistemology of the urban?'». *City*, 19, 183-191.

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

Sobre los autores

Eduardo Olazabal
Investigador predoctoral en la Universitat de Lleida. Licenciado en Geografía por la Universidad del País Vasco, con estancia en la Universidad Nacional Autónoma de México y Máster en Ordenación Territorial y Medioambiental por la Universidad de Zaragoza, tiene previsto finalizar su tesis doctoral en octubre de 2018, con el título: «Dinámicas y caracterización del proceso de urbanización en España (1987-2011). Las áreas urbanas articuladas por ciudades medias». Sus líneas de investigación han estado centradas en el uso de Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) para el análisis de la ciudad y los procesos de urbanización que la moldean, yendo desde el crecimiento urbano y el cambio climático hasta los servicios de los ecosistemas y las infraestructuras verdes.

Carmen Bellet
Profesora titular en el Departamento de Geografía y Sociología de la Universitat de Lleida. Ha dirigido trabajos de investigación sobre transformaciones urbanas, urbanización, ciudad y comercio e infraestructuras y territorio. Es directora adjunta de la Cátedra Unesco «Ciudades intermedias: urbanización y desarrollo». Entre sus últimas publicaciones: Bellet, C. (2015), «La grande vitesse ferroviaire et la transformation spatiale urbaine: le cas de Saragosse (Espagne)», en *Revue Géographique de l'Est,* 3-4; Rubio, C.; Bellet, C. (2017), «Geografías de la vida cotidiana de jóvenes emigrantes catalanes en Londres», en *Migraciones internacionales,* 9(2); Maturana, F.; Sposito, E.; Bellet, C.; Henriquez, C.; Arenas, F. (Ed.) (2017), *Sistemas urbanos y ciudades medias en Iberoamérica,* Instituto de Geografía, PUC de Chile, Geolibros, 26.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5935
Torrado, J. M. (2018). ¿Seleccionan las ciudades a su población?
Cuadernos Geográficos 57(2), 211-236

¿Seleccionan las ciudades a su población? Tendencias de selectividad residencial en las cabeceras metropolitanas andaluzas[1]

José Manuel Torrado Rodríguez[2] ✉

Recibido: 18/04/2017 | Aceptado: 16/10/2017

Resumen

Tras la generalización de los procesos metropolitanos y la reciente especialización en la nueva economía de los servicios, las cabeceras metropolitanas están sufriendo un proceso de reconfiguración socio-demográfica, según el cual determinados grupos son atraídos hacia ellas, mientras otros, son progresivamente desplazados a las periferias suburbanas, extrapolándose la división social del espacio a escala metropolitana. El objetivo del presente trabajo consiste en ahondar en el papel que juegan las dinámicas de movilidad residencial en dicho proceso, para conocer si las cabeceras seleccionan de algún modo a sus habitantes. Para ello utilizaremos el Censo 2011 para Andalucía, del cual disponemos de una explotación propia que cuenta con una delimitación de las áreas metropolitanas la cual permite definir diferentes flujos de movilidad residencial según origen y destino. Nuestro objetivo es analizar, a través de modelos de regresión logística multinomial, la propensión que tienen los individuos, en función de sus características, de realizar cada uno de los movimientos contemplados, para acercarnos así a los factores de atracción y repulsión de las cabeceras metropolitanas. Entre los principales hallazgos del trabajo se encuentra el demostrar que, aunque incipientes, ya operan tendencias que nos permiten hablar de cierta selectividad residencial.

Palabras clave: Movilidad residencial; áreas metropolitanas; cabeceras metropolitanas; selectividad migratoria; reconfiguración social

Abstract

Do the cities select their population? Residential selectivity trends in Andalusian inner-cities

After the generalization of metropolitan processes and the recent specialization in the new services economy, inner-cities are undergoing a process of socio-demographic reconfiguration, according to which certain groups are attracted to them, while others are progressively displaced to the Metropolitan peripheries, extrapolating the spatial social division on a metropolitan scale. The objective of the present work is to delve into the role played by the dynamics of residential mobility in this process, in order to know if inner-cities select in some way the inhabitants. To do this we will use the data from the 2011 Census for Andalusia, of which we own a particular

1. Este trabajo es fruto del sub-proyecto «Procesos de reconfiguración social metropolitana» (CSO2014-55780-C3-3-P) , dentro del proyecto coordinado de investigación «Movilidad y ciudad real: dinámicas y cambios territoriales y sociales en España» (CSO2014-55780-C3), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad en el marco del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, Subprograma Estatal de Generación de Conocimiento, convocatoria 2014, modalidad Proyectos de I+D.
2. Departamento de Sociología. Universidad de Granada: josetr@ugr.es

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

explotation wich include a delimitation of the metropolitan areas that allows defining different residential mobility flows with origin and destination in the cities. Our objective is to analyze, through two multinomial logistic regression models, the propensity of individuals, according to their characteristics, to perform each of the movements contemplated, in order to approach the factors of attraction and repulsion of inner-cities. Among the main findings of the work we show that, although incipient, already exist trends that allow us to talk about a certain inner-cities residential selectivity.

Keywords: Residential mobility; metropolitan areas; inner-cities; migratory selectivity; social reconfiguration

Résumé

Sélectionnent-ils les villes à sa population? Des tendances de sélectivité résidentielle dans les villes centrales andalouses

Après la généralisation des processus métropolitains et récente spécialisation dans la nouvelle économie des services, les villes centrales font l'objet d'un processus de reconfiguration socio-démographique, selon laquelle certains groupes sont attirés par eux, tandis que d'autres sont déplacés progressivement à pourtours métropolitaines, extrapolant la division sociale de l'espace à l'échelle métropolitaine. Le but de cette étude est de se plonger dans le rôle de la dynamique de la mobilité résidentielle dans le processus, pour voir si les villes centrales sélectionnées en quelque sorte ses habitants. Nous allons utiliser les données du Recensement de 2011 pour l'Andalousie, pour lequel nos avons une exploitation propre qui a une délimitation des régions métropolitaines qui permet de definir différentes flux selon l'origin et la destination. Notre objectif est d'analyser, grâce à deux modèles de régression logistique multinomiale, la propension des individus, en fonction de leurs caractéristiques, ce qui rend chacun des mouvements visés afin de se rapprocher des facteurs d'attraction et de répulsion des villes centrales. Parmi les principales conclusions du travail, il est de démontrer que, bien que naissantes on peut déjà parle des tendances de sélectivité résidentielle dans les villes centrales.

Mots-clés: mobilité résidentielle; les régions métropolitaines; villes centrales; la sélectivité des migrants; reconfiguration sociale

1. Introducción

Tras la expansión y consolidación de las dinámicas metropolitanas a la mayoría de ciudades occidentales a lo largo del siglo XX, con el apogeo de los movimientos hacia zonas suburbanas y la consiguiente expansión territorial de los espacios de vida de la población que habita las metrópolis, las ciudades metropolitanas actuales están sufriendo una serie de transformaciones fundamentales que afectan tanto a la localización de actividades económicas, a los precios del suelo y a la división social de los distintos grupos que las habitan.

En términos geo-demográficos comienza a hablarse de una nueva etapa de reurbanización o recentralización (Cheshire, 1995; Champion, 2001; Nel-lo, 2004) en la que la tendencia poblacional y territorial centrífuga parece contrarrestarse, o al menos complementarse, por el surgimiento de nuevas dinámicas centrípetas hacia las cabeceras metropolitanas. En la explicación de este fenómeno surgen hipótesis principalmente económicas, que destacan el papel renovado de las

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

cabeceras en la nueva economía de servicios, transformándose en centros de actividad terciaria (Díaz y Seoane, 2003; Musterd, 2006) que tienden a la configuración de nuevas economías de aglomeración, pero esta vez de conocimiento y talento en lugar de medios industriales (Storper y Manville, 2006). Paralela a esta tendencia de concentración de las actividades terciarias en los centros, convive una lógica de descentralización de las viejas actividades industriales en las periferias suburbanas (Castañer *et al*., 2001).

Esta nueva especialización funcional de las cabeceras metropolitanas ha llevado a una agudización de las diferencias entre los precios del suelo en las zonas centrales y las suburbanas, con una revalorización de las primeras, ante la llegada de nuevos grupos sociales, principalmente nuevas clases medias urbanas (Ley, 1996; Smith, 1996), que suponen una renovación social y demográfica de estos espacios. Lo cual tiene como correlato la expulsión (Marcuse, 1986) o, al menos la movilización, de los sectores sociales populares hacia zonas periféricas y suburbanas más asequibles y adecuadas a sus necesidades residenciales.

Estas tendencias en la localización de las actividades y en los precios del suelo están fuertemente relacionadas con la división social del espacio metropolitano, es decir, con la distribución de los distintos grupos sociales a escala intrametropolitana (Duhau, 2003). Una división que está dando como resultado unas cabeceras con un perfil social cada vez más elevado, frente a unas zonas periféricas suburbanas que sufren procesos de creciente proletarización (Hochstenbach y Musterd, 2016).

No obstante, ante este relato puede argüirse que la escala de la segregación (o división social) es muy relevante, en la medida en la que según qué escala asumamos podremos definir estos procesos de una manera u otra. Así, si trabajásemos a escala de barrio o sección censal podríamos observar cómo, pese a la tendencia descrita, existe aún una fuerte segregación a escala intraurbana, habiendo más heterogeneidad social en los distintos componentes del sistema metropolitano que la que puede apreciarse trabajando con una división del espacio en cabeceras y coronas. Sin embargo, el objeto de este trabajo es estudiar la división social del espacio a escala metropolitana, es decir, describir las tendencias generales de segregación que operan a nivel del área metropolitana, entre cabeceras y coronas. Aunque la realidad siempre sea más compleja, el conocimiento de estas tendencias es muy ilustrativo de cómo están evolucionando las ciudades occidentales actuales y de los procesos generales que pueden marcar las tendencias futuras.

Como nuestra escala territorial son las áreas metropolitanas, en el presente trabajo, en lugar de calcular índices de segregación y estudiar la distribución actual de la población en cabeceras y coronas, vamos a optar por analizar la movilidad residencial de la población, es decir, los cambios de residencia de los individuos dentro del espacio de vida que constituyen las áreas metropolitanas. En la medida en que la movilidad residencial es la principal dinámica demográfica que explica los cambios en la distribución poblacional en el seno de las áreas y es, además, la pauta más estable en el tiempo que puede dar cuenta de las tendencias de localización de los distintos grupos sociales que las habitan (Susino, 2003).

Por ello, a través de los datos del Censo de Población y Viviendas de 2011 para Andalucía, intentaremos acercarnos a cómo se mueven los individuos dentro de las áreas metropolitanas, centrándonos en aquellos movimientos residenciales que son clave en la transformación social y demográfica de las cabeceras: los movimientos internos a las mismas (o intracabecera), los movimientos hacia las coronas (a los que también nos referiremos como suburbanización), los movimientos de las coronas hacia las cabeceras (o movimientos de centralización) y los movimientos

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

internos a las coronas metropolitanas (o intracorona). El estudio de estos movimientos nos llevará a contrastar si, como algunos autores afirman (Ford y Champion, 2000; López-Gay y Recaño, 2008) las transformaciones antes descritas están generando una suerte de filtro residencial en las cabeceras metropolitanas, es decir, si éstas están, de algún modo, seleccionando o favoreciendo la entrada de determinados grupos sociales y demográficos, y por consiguiente, desplazando a otros hacia las periferias suburbanas.

Así, caracterizaremos estos movimientos y analizaremos la propensión que tienen los individuos de realizarlos en función de sus características personales. Poniendo de manifiesto quiénes entran, salen, permanecen y no entran en las cabeceras, es decir, qué tendencias de transformación social y demográfica supone la movilidad residencial en el seno de las ciudades andaluzas.

El trabajo que se presenta asumirá la siguiente estructura: Primero, revisaremos lo que se ha dicho sobre quiénes son los que entran y salen de las ciudades, en el contexto de las ciudades occidentales, ahondando en cuál es su origen social y cuáles suelen ser sus formas de convivencia. En el apartado metodológico explicitaremos la fuente, el ámbito y la metodología empleada para la consecución exitosa de la caracterización de los movimientos a analizar. Para, en último lugar, analizar los movimientos intracabecera, hacia corona, intracorona y hacia cabecera para las áreas metropolitanas andaluzas tomadas como conjunto, las cuales creemos, son representativas de la totalidad de las áreas españolas, y nos permitirán conocer cuáles son las tendencias generales en lo que refiere a la selectividad residencial de las cabeceras y la división social del espacio metropolitano.

1.1. ¿Quién entra y quién sale de las ciudades? El estado de la cuestión

Como decíamos más arriba, las transformaciones acaecidas en las cabeceras metropolitanas conllevan que éstas atraigan y repelan a determinados sectores de población y no a otros, los cuales optan por un tipo de localización para su residencia a través de una decisión que se encuentra en la compleja encrucijada entre sus posibilidades, sus necesidades y sus deseos.

En lo que refiere a la población que es atraída hacia las ciudades, desde los pioneros estudios de Rossi (1955) o Gale (1979) han tendido a identificarse a estos sujetos que tienen preferencia por la ciudad como jóvenes profesionales, que conviven en parejas sin hijos y son solteros, y que buscan un espacio residencial adecuado a los primeros estadios de los cursos vitales y las carreras residenciales que comienzan con la emancipación, así como a la consecución de unos estilos de vida urbanos basados en la proximidad y un clima de tolerancia y multiculturalidad (Caulfield, 1989, 1992; Contreras, 2011; Pablos y Sánchez, 2003). Sería el grupo estereotípico que en los 80 y 90 fue identificado en el habla popular como «yuppies»[3] (Short, 1989). No obstante, estos sujetos neourbanitas no sólo se concentrarían en este grupo que, como ya destacaban Laska y Spain (1979), son más bien un estereotipo que una realidad generalizada.

Estudios realizados por los investigadores asociados al proyecto «re-urban mobile», destacan la presencia de familias monoparentales, personas separadas y divorciadas que viven solas y otros sujetos que conviven en lo que dan en llamar hogares no tradicionales, distintos de la tradicional familia nuclear (Buzar *et al.*, 2007a; Buzar *et al.*, 2007b, Buzar *et al.*, 2005). Es decir, en términos de cursos vitales, se tratarían de sujetos que, ante determinados acontecimientos positivos de los

3. Acrónimo de «young urban professionals» en inglés, o jóvenes profesionales urbanos en castellano. Fue un término muy extendido especialmente durante los 80 para referirse a los nuevos habitantes de los centros urbanos.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

cursos vitales (como el nacimiento de los hijos) o negativos (como la disolución del hogar) optan por las ciudades como destino residencial. Pero, en términos de formas de convivencia, destacarían especialmente las formas de convivencia no tradicionales, como los hogares monoparentales, los unipersonales y los hogares no familiares, hogares que tienen su nicho privilegiado en las ciudades, frente a unas zonas suburbanas más atrayentes para las familias nucleares.

En términos de edad, por tanto, su pauta de movilidad sería sustancialmente diferente a la pauta tradicional de movilidad residencial por edades, que presenta picos en las edades de formación del hogar (y usualmente matrimonio), principalmente entre los 25-35 años. Destacando por ser cambios o bien previos, o bien posteriores a la formación del hogar, y por tanto de jóvenes o personas maduras, como se destaca en algún trabajo previo (Autor, 2016; Duque, 2015).

Socialmente, es decir, en términos de sus características de clase, se caracterizan por ser sujetos, en general, de clase media, media-alta, pertenecientes a los sectores de la nueva clase media que tiene su nicho laboral en unas ciudades crecientemente posindustriales (Ley, 1996). Por utilizar la terminología neo-liberal tan en boga a día de hoy, podríamos decir que serían los ganadores de la nueva economía. No obstante, las labores reproductivas de estos nuevos ganadores (nos referimos al consumo, tareas del hogar, ocio y recreación…) requieren de una mano de obra poco cualificada que, en ocasiones, también tiende a vivir en ciudades (Sassen, 1991).

En cuanto a aquellos sujetos que las ciudades repelen, es decir, los que se suelen dar en llamar suburbanitas, existe cierta controversia al respecto. Si bien en los primeros estadios de los procesos de suburbanización tuvieron (y aún mantienen) gran importancia relativa las clases medias, y medias-altas (Susino, 2003; Susino y Duque, 2013), lo cierto es que en los últimos años se está agudizando la tendencia de la suburbanización de la pobreza (Randolph y Holloway, 2005; Cooke, 2010; Cooke y Denton, 2015; Covington, 2015), es decir, la movilidad residencial de las clases populares hacia las periferias suburbanas. Entre las causas de este proceso podríamos destacar el incremento de los costes económicos, pero especialmente temporales, que implican los desplazamientos por trabajo y ocio de los grupos más pudientes suburbanitas, que les lleva a retornar a la ciudad. Por otra parte, la localización de las actividades industriales que emplean a las clases populares en las zonas periféricas, estaría llevando a estos otros grupos a suburbanizarse, en busca también, de la deseada proximidad (Sturtevant y Jung, 2011).

Sea como fuere, y alejándonos del debate sobre las causas, parece una evidencia en muchos estudios recientes que los movimientos de suburbanización se están ligando cada vez más a estratos sociales más populares (lo cual no quiere decir que las clases medias no se suburbanicen), principalmente cuadros medios, trabajadores de los servicios y operarios. En términos de edad y formas de convivencia, destacan en la suburbanización las personas jóvenes y adultas en edad de emancipación (Duque, 2015; Susino y Duque, 2013), que tienden a constituirse en parejas en lugar de otras formas de convivencia no tradicionales más propias de los centros urbanos.

De este modo, en el contexto actual, las cabeceras de las áreas metropolitanas se están convirtiendo en espacios resurgentes económicamente (Glaesser y Gottlieb, 2006), que atraen a determinados grupos sociales, principalmente nuevas clases medias y un nuevo proletariado de servicios, cuyos hogares se caracterizan por su menor tamaño y una naturaleza distinta a la de los hogares familiares nucleares. Este nuevo papel de las cabeceras metropolitanas supone la reconfiguración social y urbana de las mismas en beneficio de los nuevos moradores, estando dominadas en la actualidad por procesos de renovación urbana y de gentrificación.

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

Así, la nueva especialización funcional y residencial de los espacios centrales no sólo atrae a estos grupos antes citados, sino que a la vez supone la repulsión de otros grupos sociales que no encuentran en la ciudad el espacio adecuado para el desenvolvimiento de sus particulares estrategias residenciales, o bien, que son directamente desplazados hacia las coronas metropolitanas por las dinámicas del mercado inmobiliario. Entre estos grupos encontramos a los ocupados en los sectores industriales, cuyos centros de trabajo se han relocalizado en las periferias metropolitanas, así como a determinados sectores de las clases medias que, debido a sus particulares proyectos vitales y familiares, encuentran en las zonas suburbanas un nicho residencial más adecuado a sus necesidades residenciales y a sus estrategias de reproducción social.

Ante este panorama muchos han llegado a preguntarse, de manera directa o indirecta, si existe un filtro residencial, es decir, si las cabeceras metropolitanas actuales están seleccionando o condicionando la entrada, salida y permanencia de determinados grupos sociales. A este respecto cabe destacar tres trabajos (Ford y Champion, 2000; Sánchez y Dawkins, 2001; López-Gay y Recaño, 2008).

El primero analiza el área metropolitana de Londres, estudiando los flujos de entrada, salida y permanencia en el área (no en la cabecera), realizando un análisis clúster para agrupar individuos y analizando su presencia en cada uno de los flujos. En sus conclusiones destacan la entrada de trabajadores no manuales, jóvenes y hogares no tradicionales, frente a la salida de personas mayores que conviven en pareja y en hogares no familiares de diverso origen social (Ford y Champion, 2000). No obstante, es necesario destacar que los grupos que estos autores identifican presentan pautas complejas en lo que respecta a la entrada, salida, permanencia en la ciudad, lo cual ya nos está indicando que pese a que podamos trazar líneas de investigación que nos acerquen a las tendencias selectivas de las cabeceras, la realidad social es siempre mucho más compleja y heterogénea, por ello nunca deben reducirse las explicaciones que puedan darse sobre las tendencias a teorías o hipótesis deterministas.

En el segundo trabajo (Sánchez y Dawkins, 2001), a través de un análisis discriminante, diferencian los suburbanitas de los centralizadores en el contexto de Estados Unidos, llegando a conclusiones similares a las de Ford y Champion en lo que respecta a las características demográficas. No obstante, no encuentran evidencias de que los centralizadores sean de un perfil socio-económico superior que los suburbanitas.

Y por último, tenemos que destacar el trabajo realizado por López-Gay y Recaño para el caso de la ciudad de Barcelona, en la medida en que es el único estudio a nivel nacional que trata explícitamente la cuestión de la selectividad residencial de las cabeceras. En este trabajo muestran como existe un filtro residencial barcelonés que favorece la entrada de jóvenes profesionales con estudios superiores y repele a familias completas o en proceso de formación pertenecientes a estratos socio-económicos más bajos y con estudios medios. Afirmando, para un caso nacional como es Barcelona, la hipótesis que apunta hacia una progresiva centralización del talento paralela a una creciente suburbanización de la pobreza (López-Gay y Recaño, 2008).

No obstante, hay que decir que a excepción de Sánchez y Dawkins ninguno de estos trabajos trata la cuestión de la selectividad interna de las cabeceras de las áreas metropolitanas (lo que nosotros llamamos selectividad residencial), ya que tanto el trabajo de Ford y Champion como el de López-Gay y Recaño analizan los intercambios en el conjunto de las migraciones interiores, estando más próximo a nuestro objetivo éste último estudio, que toma como variable dependiente los movimientos de entrada, salida, permanencia y no entrada (o movimientos en la provincia,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

para el caso del citado trabajo) de la ciudad con respecto al marco provincial, pudiendo suponerse (teniendo en cuenta la extensión del área metropolitana barcelonesa) que la mayoría de estos intercambios son, efectivamente, movilidad residencial.

2. Hipótesis, fuente, ámbito y metodología

Partiendo del objetivo planteado: analizar las tendencias de selectividad residencial de las cabeceras metropolitanas andaluzas a través del análisis de los principales movimientos residenciales que las transforman; y considerando las aportaciones de los trabajos anteriormente expuestos, podemos definir las siguientes hipótesis:

Las cabeceras metropolitanas son un espacio residencial atrayente para individuos que conviven en pareja y hogares no tradicionales, con alta cualificación y pertenecientes a sectores sociales medios-altos.

Las coronas metropolitanas, por su parte, son un espacio residencial atrayente para individuos que conviven en pareja y en familias nucleares, con cualificación media-baja, y pertenecientes a sectores sociales populares.

Para abordar el objetivo y contrastar las hipótesis utilizaremos el Censo de Población y Viviendas 2011 para Andalucía, para el cual disponemos de una delimitación de las áreas metropolitanas en base a la movilidad por razón de trabajo de la población (véase mapa 1 y Feria 2015a; 2015b). Esta delimitación, construida en base a la agregación de municipios, contempla un total de 9 áreas: Huelva, Cádiz-Jerez, Algeciras, Sevilla, Málaga-Marbella, Granada, Almería-El Ejido, Córdoba y Jaén, para cada una de las cuales podemos distinguir entre municipios cabecera y municipios de las coronas metropolitanas. Como queda constatado en trabajos anteriores (Feria 2015b), estas áreas son muy diferentes entre sí, por lo que, si captáramos en este trabajo diferencias significativas entre, por un lado, los movimientos de entrada y permanencia, y por otro, los de salida y no entrada, podríamos hablar de tendencias de selectividad generales, comunes a las cabeceras metropolitanas relativamente independientes de la estructura y grado de madurez de sus áreas metropolitanas.

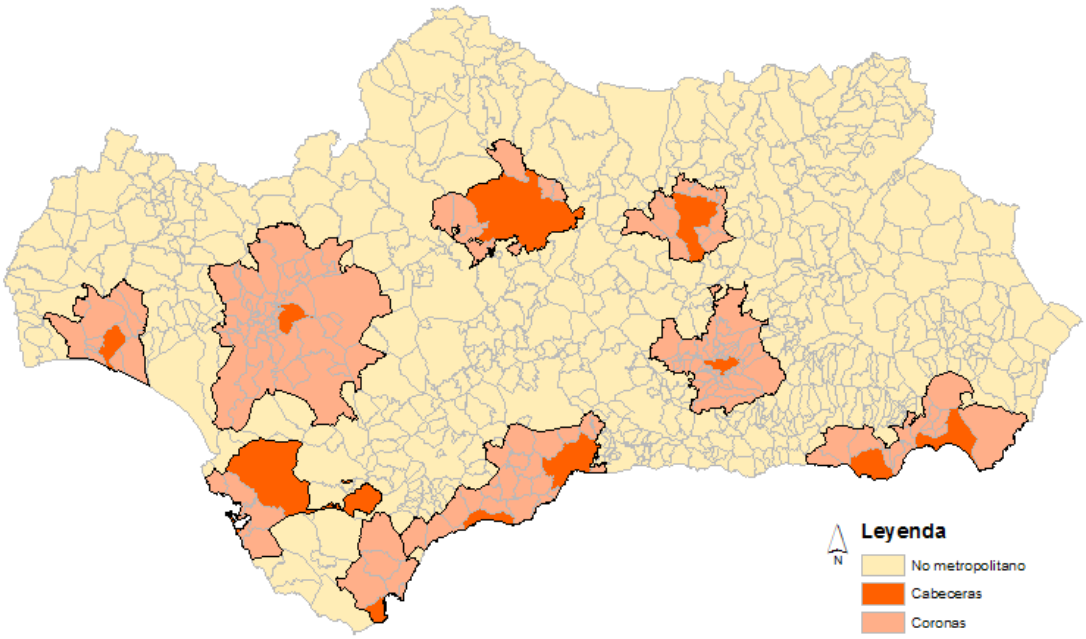
El Censo como fuente de datos plantea una serie de ventajas frente a otras fuentes para el estudio de la movilidad residencial, como puede ser la Estadística de Variaciones Residenciales. Primero, por la gran diversidad de variables que incluye, no sólo demográficas, también socio-económicas. Segundo, por la posibilidad de estudiar la movilidad intramunicipal, algo necesario en nuestro trabajo para conocer los movimientos de permanencia en las cabeceras metropolitanas. Y tercero, su comparabilidad temporal, en la medida en que las formas de medir la movilidad son comparables, permitiendo la replicabilidad del presente trabajo.

Pero el Censo no está exento de problemas. El principal se plantea a la hora de elegir la variable para estudiar la movilidad. En este trabajo tomamos la movilidad a 10 años, en la medida en que refleja las pautas más estructurales y asentadas de movilidad frente a una movilidad a un año (2010-2011), muy marcada por la situación de excepcionalidad que supuso la crisis económica. No obstante, la movilidad a 10 años plantea el problema de que las características de los móviles están referidas al momento Censal, y no al momento del cambio, sin embargo la movilidad debe entenderse como un proceso, en el cual son tan relevantes las características previas como las

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

posteriores a la misma, en la medida en que pueden, o bien ser las mismas que en el momento del cambio, o bien ser la consecuencia o meta buscada en el proceso (Susino y Duque, 2013)[4].

Mapa 1. Delimitación de las áreas metropolitanas andaluzas



Fuente: Elaboración propia a partir de la capa de límites de términos municipales andaluces 2011 del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía y la delimitación de las áreas metropolitanas andaluzas de Feria (Feria 2015a)

Por su parte, la metodología a emplear es de corte cuantitativo, buscando una caracterización de los movimientos que son indicativos de la transformación de las cabeceras metropolitanas: intracabecera, hacia corona, intracorona y hacia cabecera. Para la caracterización de estos movimientos utilizaremos la técnica de la regresión logística multinomial[5], que calcula la probabilidad que tienen los individuos en función de sus características de realizar un movimiento en lugar de realizar otro que se toma como referencia. La principal ventaja que suponen los modelos de regresión frente a las caracterizaciones realizadas a través de análisis descriptivos reside en su capacidad para cuantificar el efecto aislado de cada una de las variables independientes, controlando las distorsiones que pueden tener en las mismas el resto de variables, actuando como una suerte de estandarización múltiple (López-Gay, 2007).

La interpretación de los modelos debe hacerse prestando especial atención a los exponenciales de beta (exp b) y los niveles de significación (p-valor). Estos primeros, nos dicen cuánto mayor o menor es la probabilidad de cada categoría de la variable independiente de realizar el movimiento analizado, con respecto a otra categoría de la misma variable que se toma como referencia. Así, valores en los exponenciales superiores a 1, indican una probabilidad mayor de la categoría analizada de realizar el movimiento respecto a aquella que se toma como referencia, por el contrario, valores inferiores a 1 indican una probabilidad menor.

4. Para un mayor conocimiento de ventajas y problemas de los Censos en perspectiva comparada véase Susino (2011).
5. Para un mayor conocimiento y detalle de esta técnica nos remitimos al trabajo de la colección cuadernos metodológicos del CIS: Escobar *et al.*, 2009, en el cual se detalla el funcionamiento de la misma y sus aplicaciones para las Ciencias Sociales.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

No obstante, debido a que las opciones de movilidad que tenían los sujetos que en 2001 residían en cabeceras y en coronas son diferentes, se hace necesaria la construcción de dos modelos separados, uno para los que residían en cabeceras y otros para los que residían en coronas.

Esto supone una traba a la hora de comparar los distintos movimientos (ya que los modelos no son directamente comparables). Para salvar este obstáculo hemos optado por realizar la interpretación de los modelos a través del análisis de los efectos marginales medios. Estos efectos marginales nos informan de cómo las variables independientes hacen incrementarse (o decrecer) la probabilidad de realizar cada uno de los movimientos analizados.

En el caso de variables independientes dicotómicas los efectos marginales calculan, en base a los parámetros estimados por el modelo previamente construido, la probabilidad que tendrían los individuos de realizar un movimiento si la variable objeto de análisis estuviera presente (si fuera 1) en todos los casos analizados, manteniendo iguales el resto de valores para cada caso, y lo compara con la probabilidad de que esta variable esté ausente (que su valor sea 0). La diferencia que surge en la comparación de ambas poblaciones hipotéticas es el efecto marginal medio de la variable analizada. En el caso de variables con más de dos categorías, el efecto marginal medio informa de la diferencia en las probabilidades entre la categoría analizada y otra que se toma como referencia. Por último, en el caso de las variables continuas, estos efectos pueden interpretarse como el incremento (o decrecimiento) de la probabilidad de realizar un movimiento que supone el incremento en una unidad de la variable independiente (Williams, 2012), características de los individuos en nuestro caso.

Estos efectos marginales medios se presentan en dos formatos, primero en un cuadro en el que se muestran en tantos por cien, y después de forma gráfica para aquellas variables centrales para nuestro trabajo según las hipótesis planteadas. Estas representaciones gráficas muestran la probabilidad o efecto asociado a cada categoría de las variables explicativas de cada tipo de movimiento, así como unos bigotes en torno a ella que representan el intervalo de confianza del parámetro estimado.

En cuanto a las variables empleadas en el análisis, debido a la necesidad de construir dos modelos, hemos tenido que contemplar dos variables dependientes diferentes pero de estructura similar. Para el modelo de los residentes en cabeceras en 2001 esta variable asume el valor 1 en el caso de haberse movido dentro de la cabecera (intracabecera) [6], el valor 2 en caso de haberse movido hacia la corona y el valor 3 en caso de haber permanecido inmóvil en la cabecera (sedentario en cabecera). De manera similar, en el modelo de los residentes en la corona, esta variable asume el valor 1 en caso de haberse movido dentro de la corona (intracorona)[7], el valor 2 en caso de haberse movido hacia la cabecera y el valor 3 en caso de haber permanecido inmóvil en la corona (sedentario corona). Las categorías de sedentarios se toman en ambos modelos como categorías de referencia, informándonos los modelos de la probabilidad de realizar cada uno de los movimientos contemplados en lugar de permanecer sedentarios, teniendo así un lógica similar, aunque no idéntica, al cálculo de las tasas de movilidad. Así, si por ejemplo, observamos un exponencial de beta para los hombres de 1,3 en la movilidad hacia cabecera, esto puede interpretarse como que

6. En el caso de los movimientos entre cabeceras que se dan en áreas con dos cabeceras (Cádiz-Jerez, Málaga-Marbella y Almería-El Ejido, hemos decidido aglutinarlos en la categoría movilidad intracabecera, ya que cuantitativamente son muy escasos y en términos de perfiles socio-demográficos son muy parecidos a éstos (Duque, 2015). Por lo que no supone una distorsión relevante.
7. Los movimientos intracorona, al no ser objeto específico de nuestro trabajo, contemplan tanto la movilidad intramunicipal en la corona como la intermunicipal, ya que de acuerdo a nuestros objetivos y de manera similar a otros trabajos previos (López-Gay y Recaño, 2008), nos interesa saber quién no entra en la cabecera, y no tanto diferenciar entre movilidades en la corona.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

los hombres tienen un 30% más de probabilidad que las mujeres (categoría de referencia de la variable independiente) de ir hacia las cabeceras en lugar de permanecer sedentarios en las coronas.

Cuadro 1. Descripción de las variables dependientes empleadas en el análisis

Población de referencia	Categoría	Movimientos que integra
Residentes en cabeceras en 2001	Intracabecera	Intramunicipal en cabecera, Entre cabeceras
	Hacia corona	Suburbanización
	Sedentarios cabecera	(Ninguno)
Residentes en coronas en 2001	Intracorona	Intramunicipal en la corona, Intermunicipal entre municipios de la corona
	Hacia cabecera	Centralización
	Sedentarios corona	(Ninguno)

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las variables independientes hemos considerado las que aparecen en el cuadro 2, introducidas en 4 pasos según el bloque al que pertenezcan.

Cuadro 2. Descripción de las variables independientes empleadas en el análisis

Bloque de variables	Variable	Categorías
Socio-demográficas y del hogar	Edad	Variable numérica continua
	Edad al cuadrado	Variable numérica continua
	Sexo	1.Hombre 2.Mujer
	País de nacimiento	1.Extranjero 2.España
	Estructura del hogar	1.Unipersonal 2.Parejas sin hijos 3.Familias 4.Otros Hogares
Socio-económicas	Nivel de estudios	1.Sin estudios 2.Primarios 3.Secundarios 4.FP/Bachiller 5.Superiores
	Condición socio-laboral	1.Profesionales 2.Administrativos 3.Trabajadores de los servicios 4.Operarios 5.Empresarios 6.Parados 7.Inactivos 8.Otros ocupados

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Bloque de variables	Variable	Categorías
De la vivienda	Superficie de la vivienda	1.Menos de 76 metros 2.76-90 metros 3.91-05 metros 4.mayor de 105 metros
	Antigüedad	1.Anterior a 1941 2.1941-1960 3.1961-1970 4.1971-1980 5.1981-1990 6.1991-2001 7.Posterior a 2001
	Forma de tenencia	1.Alquiler 2.Otras formas
Territoriales	Área de residencia	1.Huelva 2.Cádiz-Jerez 3.Algeciras 4.Sevilla 5.Málaga-Marbella 6.Córdoba 7.Jaén 8.Granada 9.Almería-El Ejido

Fuente: Elaboración propia

Siendo los dos últimos bloques variables (territoriales y de la vivienda) de control, ya que su cometido es controlar la distorsión que pueden introducir las diferencias en el parque de viviendas y las áreas más pobladas. Y capturar así efectos comunes a la totalidad de las áreas andaluzas. Por lo que las omitiremos en el análisis, ya que los resultados que arrojan no son objeto de reflexión en el marco del presente trabajo.

Los modelos se presentan con cuadros resumen de los mismos, en las que aparecen diversas medidas para contrastar su ajuste, tales como el logaritmo de máxima verosimilitud para el modelo vacío y el modelo completo, el coeficiente de ajuste R cuadrado, y el criterio de información bayesiano (BIC), que nos informa de la pertinencia de cada uno de los bloques de variables introducidos en los modelos por pasos (Escobar *et al.*, 2009).

Además de las especificaciones realizadas es necesario mencionar que se han eliminado del Censo a los menores de 16 años, ya que la movilidad de éstos no es elección propia, sino fruto de la elección de sus tutores legales.

3. Resultados

Dividiremos la exposición de los resultados en dos partes diferenciadas, en una primera parte analizaremos los modelos de manera general, comentando los estadísticos de ajuste así como los resultados obtenidos en cada uno de ellos, comparando las propensiones de manera vertical. Para, en un segundo momento, profundizar en los factores de atracción y repulsión de las cabece-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

ras metropolitanas, comparando horizontalmente las propensiones de las distintas categorías de las variables independientes a través del análisis de los efectos marginales medios.

3.1. Una visión global de los modelos

Como puede apreciarse en el cuadro 3, los modelos construidos consiguen una bondad de ajuste que, aunque no muy elevada, es aceptable para este tipo de modelos[8]. Atendiendo a la introducción de los bloques de variables por pasos[9], podemos afirmar que todos ellos son pertinentes de cara a la construcción de los modelos, debido a la significatividad de las diferencias en la reducción del criterio de información bayesiano (BIC).

Cuadro 3. Estadísticos resumen de los modelos para residentes en cabeceras y en coronas en 2001

		Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
Residentes en cabecera en 2001	N	157.794	157.794	157.794	157.794
	ll_0	- 126.437	- 126.437	- 126.437	- 126.437
	ll	- 118.005	- 116.803	- 105.384	- 103.256
	chi2	7.729	12.192	29.466	31.845
	r2	0,067	0,076	0,167	0,183
	Bic	236.201	234.061	211.486	207.423
Residentes en corona en 2001	N	127.267	157.794	127.267	127.267
	ll_0	- 86.525	- 126.437	- 86.525	- 86.525
	ll	- 80.730	- 116.803	- 72.728.911	- 72.514.911
	chi2	5.541	12.192	20.342	20.894
	r2	0,067	0,076	0,159	0,162
	Bic	161.648	234.061	146.163	145.923

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

En cuanto a la significatividad de las variables independientes (ver cuadro 4), cabe decir que todas son muy significativas, con contadas excepciones. Sin embargo, llama la atención que estos modelos, ya a primera vista, parecen mostrar perfiles diferenciados para los distintos movimientos, que van más allá de las características generales que tradicionalmente vienen vinculándose a la movilidad residencial; con la excepción de los hombres y los extranjeros, los cuales en general tienen una propensión mayor a realizar todos los movimientos (excepto los hombres en los movimientos intracorona), y de los no ocupados, cuya propensión a la movilidad es siempre menor que la de las categorías de ocupados.

8. En general los R cuadrado en los estudios de movilidad que emplean modelos multinomiales no suelen ser muy elevados (véase Clark y Onaka, 1985; Clark y Huang, 2003; López-Gay y Recaño, 2008; Angelini y Laferré, 2010; entre otros). Además su intervalo de variación en modelos logísticos nunca alcanzan un límite máximo de 1 (para más información véase Maddala, 1983).
9. La introducción por pasos se ha realizado de la siguiente manera: en el paso 1 se han introducido las variables socio-demográficas, en el paso 2, las socio-económicas, en el paso 3 las de la vivienda y en el paso 4 las territoriales.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 4. Modelos para residentes en cabeceras y en coronas en 2001

	Residentes en cabecera				Residentes en corona			
	Intracabecera		Hacia corona		Hacia cabecera		Intra corona	
	exp(b)	error estándard	exp(b)	error estándard	exp(b)	error estándard	exp(b)	error estándard
Edad	1,004	0,003	1,035***	0,006	1,025***	0,009	1,001	0,003
Edadcuadrado	1,000***	0,000	0,999***	0,000	1,000***	0,000	1,000***	0,000
Sexo (ref=Mujer)								
Hombre	1,029**	0,014	1,096***	0,024	1,225***	0,051	0,997	0,015
País de nacimiento (ref=España)								
Extranjero	1,704***	0,063	1,700***	0,100	1,427***	0,135	1,795***	0,070
Estructura del hogar (ref=Unipersonal)								
Pareja sin hijos	0,973	0,025	1,255***	0,054	0,990	0,077	0,855***	0,026
Familias	0,482***	0,012	0,357***	0,014	0,442***	0,032	0,408***	0,012
Otros hogares	0,675***	0,020	0,497***	0,025	0,843**	0,070	0,539***	0,018
Nivel de estudios (ref=Secundarios)								
Sin estudios	1,115***	0,033	1,423***	0,077	0,550***	0,057	0,929**	0,028
Primarios	0,939***	0,022	0,934*	0,039	0,661***	0,051	0,841***	0,019
FP/Bachiller	1,026	0,019	0,949*	0,027	1,709***	0,098	1,050***	0,020
Superiores	1,193***	0,026	0,803***	0,028	3,220***	0,206	1,038	0,027
Condición socio-laboral (ref=Profesionales)								
Administrativos	1,010	0,024	1,171***	0,042	0,939	0,064	1,058*	0,031
Trabajadores de los servicios	0,861***	0,023	1,087**	0,046	0,723***	0,057	0,919***	0,029
Operarios	0,866***	0,024	1,112**	0,049	0,478***	0,040	0,945*	0,029
Empresarios	0,967	0,031	0,900**	0,044	0,770***	0,071	0,971	0,034
Parados	0,387***	0,017	0,403***	0,030	0,359***	0,049	0,422***	0,020
Inactivos	0,527***	0,014	0,535***	0,023	0,534***	0,041	0,555***	0,017
Otros ocupados	0,833***	0,051	1,129	0,108	0,794	0,126	0,958	0,055
Tenencia (Ref=Resto de formas)								
Alquiler	2,707***	0,069	1,465***	0,070	4,918***	0,339	2,765***	0,098
Superficie de la vivienda (ref=menor de 76 metros)								
76-90 metros	0,826***	0,014	1,142***	0,035	0,600***	0,031	0,862***	0,018
91-105 metros	0,807***	0,018	1,707***	0,061	0,543***	0,034	0,888***	0,021
mayor de 105 metros	0,781***	0,015	2,503***	0,079	0,297***	0,018	0,896***	0,018
Antigüedad de la vivienda (ref=Posterior a 2001)								
Anterior a 1941	0,249***	0,010	0,122***	0,009	0,379***	0,043	0,201***	0,008
1941-1960	0,246***	0,007	0,060***	0,004	0,484***	0,041	0,199***	0,006
1961-1970	0,226***	0,005	0,045***	0,002	0,515***	0,036	0,191***	0,005
1971-1980	0,179***	0,004	0,055***	0,002	0,414***	0,024	0,163***	0,004
1981-1990	0,156***	0,004	0,108***	0,004	0,162***	0,012	0,126***	0,003
1991-2001	0,311***	0,007	0,342***	0,010	0,230***	0,015	0,276***	0,006
Área de residencia (ref=Sevilla)								
Huelva	1,181***	0,036	0,694***	0,034	1,484***	0,142	0,981	0,034
Cádiz-Jerez	1,259***	0,029	0,390***	0,017	0,768***	0,058	1,096***	0,026
Algeciras	1,374***	0,051	0,203***	0,019	0,563***	0,077	1,079**	0,038
Málaga-Marbella	1,074***	0,021	0,519***	0,016	1,419***	0,088	1,000	0,022
Córdoba	1,177***	0,027	0,167***	0,009	1,717***	0,196	0,936	0,039
Jaén	0,971	0,036	0,339***	0,021	0,831	0,126	0,926**	0,036
Granada	0,797***	0,024	1,568***	0,052	1,556***	0,098	0,899***	0,020
Almería-El Ejido	1,215***	0,031	0,498***	0,020	2,422***	0,162	0,912***	0,026
Constante	4,744***	0,331	1,938***	0,248	0,180***	0,039	7,869***	0,586
p-valor: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1								

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Si atendemos a la primera categoría del primer modelo, los movimientos intracabecera, se observa como la edad no es significativa, aunque sí que lo es la edad al cuadrado, con signo negativo, lo cual indica que aunque estos movimientos no dependan de la edad, sí que disminuyen en las edades más avanzadas. Según la estructura del hogar, vemos como todas las categorías presentan propensiones inferiores a la categoría de referencia (los hogares unipersonales), sin ser significativa la diferencia con respecto a las parejas sin hijos, lo cual indica que estos movimientos se vinculan principalmente a personas solas. Por nivel de estudios, destaca la mayor movilidad de los que tienen estudios medios-altos y superiores y los que no tienen estudios, reflejando en parte la heterogeneidad social que realmente existe en el seno de estos movimientos internos a las cabeceras. Por su parte, la condición socio-económica nos muestra como todas las categorías sociales tienen una probabilidad menor que los profesionales (a excepción de los administrativos y los empresarios, cuyas diferencias no son significativas), mostrando la vinculación de estos movimientos a los grupos sociales mejor posicionados en la estructura social.

Por otro lado, los movimientos hacia la corona (o de suburbanización) muestran una tendencia bastante diferenciada. El signo positivo de la edad muestra que la probabilidad se incrementa por cada año cumplido, sin embargo, el signo negativo de su cuadrado nos informa de que ésta probabilidad decrece en edades más avanzadas, vinculándose posiblemente a edades de emancipación. Por su parte, la estructura del hogar nos informa del fuerte protagonismo que tienen las parejas sin hijos en estos movimientos, siendo la categoría que más probabilidad tiene de realizarlos después de las personas solas. Pero las particularidades más interesantes de los movimientos hacia la corona las encontramos en las variables socio-económicas. Por nivel de estudios todas las categorías, a excepción de los sin estudios, tienen una propensión a realizar este movimiento inferior a los que tienen estudios secundarios, siendo especialmente bajo el coeficiente de los que tienen estudios superiores. Estos resultados casan muy bien con los que muestra la condición socio-laboral, en la que destaca especialmente la mayor propensión a suburbanizarse de los trabajadores de los servicios, administrativos y operarios, vinculándose así este movimiento a los menos cualificados y a los sectores populares y cuadros medios.

La primera categoría del segundo modelo, los movimientos intracorona, muestran cierto paralelismo con respecto a las pautas por edad de los movimientos intracabecera, debido posiblemente, al mayor peso que tienen en esta categoría los movimientos intramunicipales en la corona. Por estructura del hogar vemos como todas las categorías tienen una menor propensión que los hogares unipersonales. Por su parte, el nivel de estudios muestra una mayor movilidad en la corona de los que tienen estudios medios, destacando la mayor movilidad de los que tienen estudios medios-altos (FP/Bachiller), única categoría con mayor movilidad que la de referencia (secundarios). Por último, la condición socio-laboral refleja la mayor movilidad en la corona de los administrativos, siendo el único grupo con mayor movilidad que los profesionales. Sin embargo, hay que destacar que, aunque la probabilidad del resto de categorías de ocupados está por debajo de la de estos últimos, las diferencias o no son significativas, o no son demasiado grandes.

Por último, los movimientos hacia la cabecera, al igual que los de suburbanización, sí que muestran un perfil diferenciado más claro, especialmente en términos socio-económicos. La pauta por edad muestra cierto paralelismo con la vista en la suburbanización. Sin embargo, en términos de estructura del hogar, se aprecia un mayor parecido a la distribución que veíamos en los movimientos intracabecera, con un panorama en el que destacan especialmente las personas solas y en el que las diferencias en las probabilidades entre éstas y las parejas sin hijos no son significativas. Por nivel de estudios vemos un gradiente social claro en la probabilidad de ir hacia las cabeceras,

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

con un predominio de aquellos con estudios medios-altos y especialmente, de los que poseen estudios superiores. Algo que casa bien con los datos que arroja la condición socio-laboral, la cual muestra como todas las categorías de ocupados tienen una probabilidad inferior (muy inferior en el caso de los operarios) a los profesionales.

Así, a primera vista, y teniendo en cuenta sólo este análisis vertical de los exponenciales de beta, se aprecian tendencias de selectividad residencial. Especialmente en lo que respecta la mayor movilidad intracabecera y hacia cabecera de los más cualificados y mejor posicionados en la estructura social, y la mayor probabilidad de suburbanizarse de cuadros medios y sectores populares, así como de los menos cualificados. No obstante, para comprobar estas tendencias se hace necesaria una comparación horizontal entre los distintos movimientos que nos permita establecer relaciones más claras, y aproximarnos así a los factores de atracción y repulsión de las cabeceras metropolitanas andaluzas.

3.2. Factores de atracción y repulsión de las cabeceras metropolitanas andaluzas

Para realizar una lectura horizontal de los modelos y comparar las propensiones de los distintos grupos de realizar los movimientos analizados, vamos a utilizar, como dijimos, los efectos marginales medios. Los cuales nos van a permitir no sólo la mencionada comparación horizontal de las probabilidades de los grupos, sino que además, nos permitirán identificar la existencia de factores de atracción y repulsión de las cabeceras metropolitanas, entendiendo estos factores como características individuales de los sujetos.

En el cuadro 5 podemos ver los resultados del análisis de los efectos marginales medios. Centraremos los comentarios de esta segunda parte de los resultados en las 3 variables clave para contrastar las hipótesis enunciadas: la estructura del hogar, el nivel de estudios y la condición socio-laboral, a través de la representación gráfica de los efectos de las distintas categorías de estas variables.

Cuadro 5. Efectos marginales medios para cada una de las categorías de las variables dependientes empleadas en los modelos

	Intracabecera	Hacia corona	Sedentarios cabecera	Hacia cabecera	Intracorona	Sedentarios corona
Estructura del hogar (ref=Unipersonal)						
Pareja sin hijos	-1,0%**	1,5%***	-0,4%	0,1%	-2,5%***	2,4%***
Familias	-8,8%***	-4,4%***	13,2%***	-0,9%***	-13,8%***	14,7%***
Otros hogares	-4,4%***	-3,3%***	7,7%***	0,1%*	-9,8%***	9,6%***
Nivel de estudios (ref=Secundarios)						
Sin estudios	0,8%*	1,9%***	-2,7%***	-1,1%***	-0,7%	1,8%***
Primarios	-0,8%**	-0,3%	1,1%***	-0,7%***	-2,5%***	3,1%***
FP/Bachiller	0,5%*	-0,4%**	-0,1%	1,0%***	0,4%*	-1,4%***
Superiores	3,3%***	-1,8%***	-1,5%***	2,3%***	-0,3%*	-2,0%***
Condición socio-laboral (ref=Profesionales)						
Administrativos	-0,2%	0,9%***	-0,7%*	-0,2%	1,0%**	-0,8%*
Trabajadores de los servicios	-2,5%***	0,9%***	1,7%***	-0,6%***	-1,1%**	1,7%***
Operarios	-2,5%***	1,0%***	1,5%***	-1,4%***	-0,3%	1,8%***
Empresarios	-0,3%	-0,6%*	0,8%*	-0,5%**	-0,3%***	0,8%
Parados	-12,6%***	-3,1%***	15,7%***	-1,3%***	-13,1%***	14,4%***
Inactivos	-8,4%***	-2,2%***	10,6%***	-0,8%***	-9,0%	9,8%***
Otros ocupados	-3,2%***	1,2%**	2,0%**	-0,4%	-0,5%	0,9%
p-valor: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1						

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

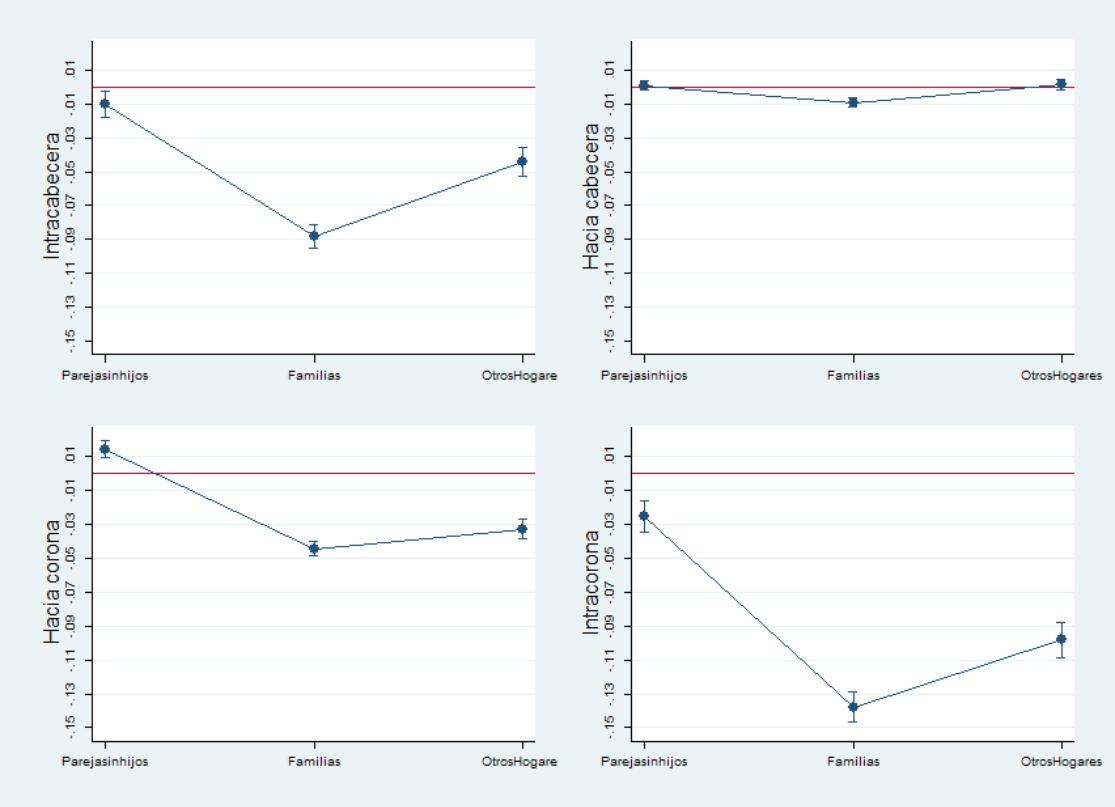
Si nos fijamos en los efectos marginales medios según estructura del hogar para cada uno de los 4 movimientos analizados (ver gráfico 1), se observa como a primera vista no parece existir un patrón claro entre la forma de convivencia y la mayor o menor probabilidad de moverse en o hacia cabeceras y coronas. Sin embargo, sí que existen algunas tendencias que deben ser mencionadas.

En el caso de los movimientos internos (sea a la cabecera, sea a la corona) vemos un patrón similar, con una mayor probabilidad de los hogares unipersonales respecto al resto de formas de convivencia.

Los movimientos hacia la cabecera presentan una lógica diferente, en este caso no existen diferencias significativas entre las distintas formas de convivencia, a excepción de la menor probabilidad de las familias y la ligera, pero mayor probabilidad de los otros hogares, mostrándonos como estos movimientos son más heterogéneos en términos de estructura del hogar.

El caso de la suburbanización, o movimientos hacia corona, destaca la mayor probabilidad de las parejas sin hijos, seguidas de los hogares unipersonales. Esto muestra que las parejas sin hijos que residían en las cabeceras en 2001 tienen una mayor propensión a haberse ido hacia las coronas que a haberse movido en las cabeceras. Por tanto, podríamos decir que, aunque no existe un patrón claro entre la forma de convivencia y la elección residencial de cabeceras y coronas, sí que parece existir una mayor propensión a salir de las cabeceras de las parejas sin hijos, paralela a una mayor probabilidad de moverse dentro o hacia las cabeceras de las personas solas y, en menor medida, de los otros hogares.

Gráfico 1. Efectos marginales medios según estructura del hogar para los 4 movimientos analizados



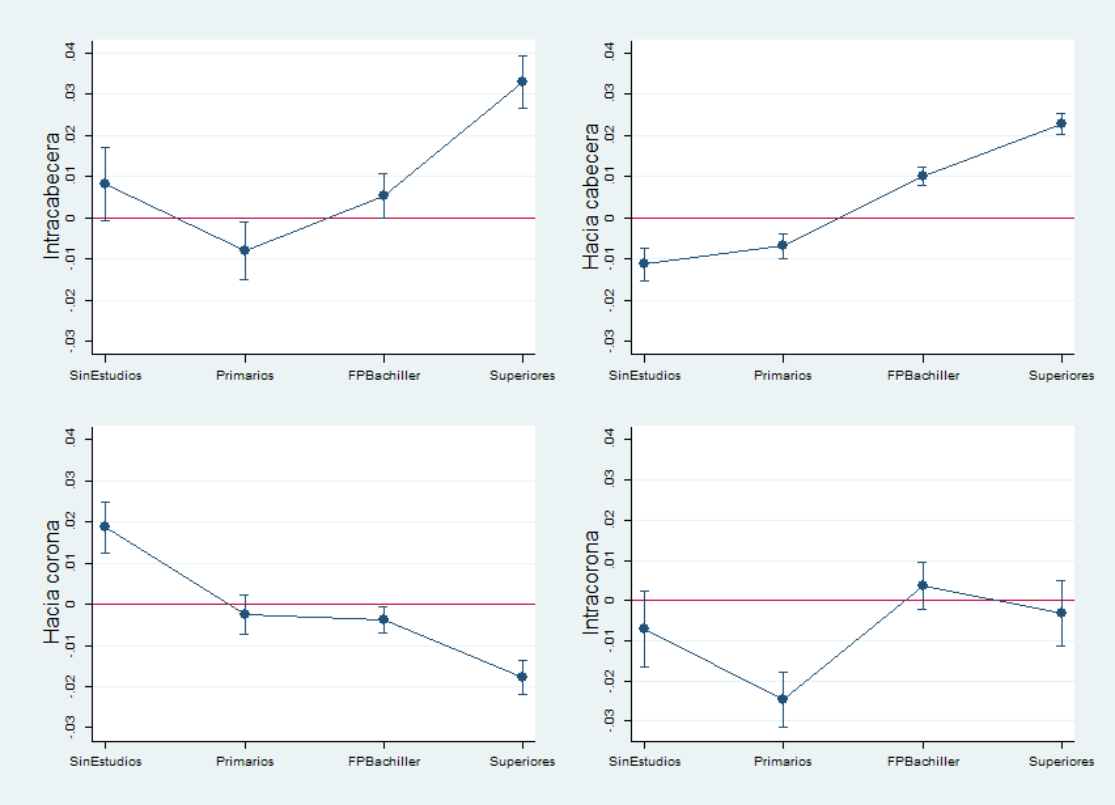
Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Por su parte, las distribuciones para cada movimiento según nivel de estudios (gráfico 2) sí que parecen mostrar tendencias más claras de selectividad residencial en las cabeceras. La movilidad interna a la cabecera y la movilidad hacia ésta desde la corona presentan distribuciones similares, siendo en ambas el hecho de tener estudios medios-altos, y especialmente superiores, un factor de atracción bastante fuerte hacia las cabeceras metropolitanas. Teniendo el resto de categorías (secundarios, primarios y sin estudios), una propensión menor a realizar estos movimientos; un gradiente social en estas formas de movilidad sólo contradicho por la mayor propensión a moverse dentro de las cabeceras de las personas sin estudios, lo cual es prueba, como dijimos más arriba, de la heterogeneidad social de este tipo de movimientos y de las cabeceras en sí mismas.

Los movimientos hacia las coronas y los internos a éstas siguen una lógica distinta. En el caso de la suburbanización (hacia corona) el gradiente social parece invertirse, confirmándose la vinculación entre esta forma de movilidad y los que tienen estudios medios y bajos, destacando la elevada propensión de los que no tienen estudios. Sin embargo, la movilidad interna a la corona difiere, mostrando una mayor probabilidad de realizar este movimiento de aquellos con estudios medios (Secundaria y FP o Bachiller), y la ligeramente menor propensión de los que tienen estudios superiores. Esta distribución muestra como estos últimos movimientos internos, al igual que los movimientos intracabecera, son muy heterogéneos.

Gráfico 2. Efectos marginales medios según nivel de estudios para los 4 movimientos analizados



Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

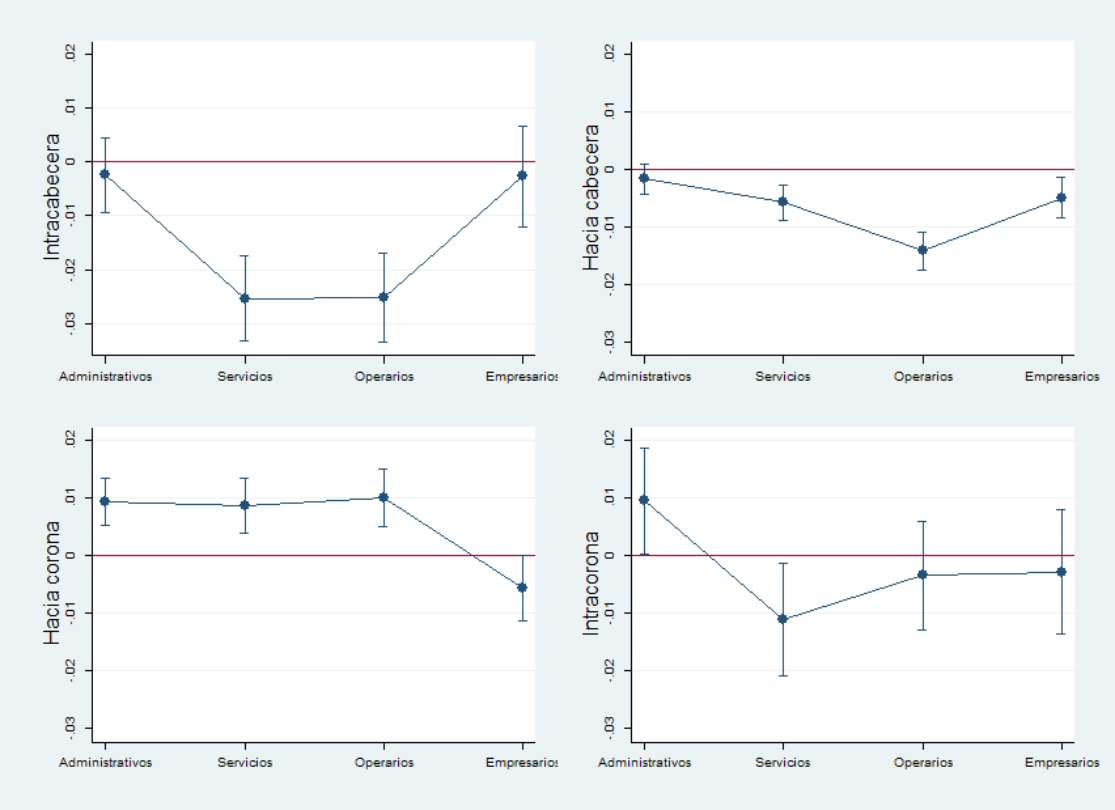
Por último, los resultados que arroja la condición socio-laboral (gráfico 3) muestran como también existen tendencias claras de selectividad residencial de las cabeceras según esta variable. En concreto, si nos fijamos en las distribuciones de los movimientos hacia y en las cabeceras, se aprecia como en ambos la probabilidad de todas las categorías es inferior a la de los profesionales.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Pero el efecto más negativo sobre la probabilidad de realizar este movimiento lo tienen los operarios y los trabajadores de los servicios (los sectores populares) siendo este efecto negativo más fuerte en el caso de la movilidad interna a la cabecera que en los movimientos desde la corona hacia ésta.

En los movimientos en y hacia la corona encontramos comportamientos diferenciados, al igual que ocurría con el nivel de estudios. En el caso de la suburbanización tanto cuadros medios como los sectores populares presentan probabilidades superiores a la categoría de referencia, los profesionales. Vinculándose estos movimientos de manera clara a estos grupos. En el caso de los movimientos intracorona el panorama es diferente, destacando como único grupo con mayor probabilidad de moverse que los profesionales, los administrativos.

Gráfico 3. Efectos marginales medios según condición socio-laboral para los 4 movimientos analizados



Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

Vistos los resultados obtenidos podemos concluir que, aunque las dinámicas de movilidad residencial son muy heterogéneas, existen ciertas tendencias de selectividad en las cabeceras metropolitanas. En concreto, parecen afirmarse las hipótesis planteadas en lo que respecta a las características socio-económicas de los móviles. Con una mayor propensión de los más cualificados (estudios medios y superiores) y de los estratos socio-económicos superiores (profesionales) a permanecer y moverse hacia las cabeceras. Frente a una suburbanización protagonizada por sectores populares (trabajadores de los servicios y operarios), cuadros medios (administrativos) y personas con bajos niveles de estudio.

La excepción a todo esto la supone los movimientos intracorona, en los cuales no encontramos diferencias demasiado grandes y significativas en la propensión a realizarlo de los distintos gru-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

pos. Demostrándose que es una realidad muy heterogénea, concretamente, porque dentro de éstos hemos aglutinado al resto de movimientos en la corona, sean intermunicipales o intramunicipales. Aun así, los resultados obtenidos nos permiten afirmar que los movimientos intracorona son de características diferentes a la movilidad hacia y dentro de la cabecera, especialmente en términos socio-económicos.

4. Conclusiones

Pero ¿realmente seleccionan las cabeceras metropolitanas a su población? Ante esta pregunta decidimos realizar el presente trabajo, el cual pretendía arrojar un poco de luz en torno a la cuestión. Analizando un contexto diferente (Andalucía, España) del cual se realizaron la mayoría de las teorías más en boga sobre la transformación reciente de la ciudad (Inglaterra y Estados Unidos). Un contexto no sólo diferente, sino además diverso, al encontrarse en Andalucía áreas en distintos estadios del desarrollo de sus procesos metropolitanos (áreas más desarrolladas en estos términos como Sevilla o Granada; áreas policéntricas como Almería-El Ejido o Málaga-Marbella; áreas menores en expansión como la de Huelva; áreas reticulares como las dos gaditanas: Algeciras y Cádiz-Jerez; y áreas incipientes como Jaén y Córdoba), frente a los estudios anteriores, más centrados en grandes áreas metropolitanas, como pueden ser Barcelona (López-Gay y Recaño, 2008) o Londres (Ford y Champion, 2000). Tres conclusiones principales sacamos del análisis realizado.

La primera tiene que ver con las hipótesis planteadas en el trabajo, es decir: con los factores de atracción y repulsión de las cabeceras metropolitanas, o dicho de otro modo: a quién atraen y a quién repelen las cabeceras metropolitanas. Entre estos factores de atracción a las cabeceras encontramos como, el hecho de convivir en formas no tradicionales, pero especialmente el tener estudios medios y universitarios o pertenecer a los estratos sociales superiores, incrementan la probabilidad de moverse hacia las cabeceras o dentro de ellas. Mientras, el hecho de convivir en pareja y pertenecer a los sectores populares actúa en sentido contrario, como factores de repulsión hacia las zonas suburbanas.

Por tanto, parecen verificarse las hipótesis planteadas en el trabajo, con una salvedad: los movimientos intracorona, o en la corona metropolitana. A lo largo del texto hemos visto como estos movimientos intracorona no parecen tener un perfil que casase con lo que esperábamos encontrar (más parecidos a los protagonistas de la suburbanización). Mostrándose como unos movimientos social y demográficamente muy heterogéneos. Esto puede deberse a que en esta categoría mezclamos tanto la movilidad intramunicipal en la corona como los movimientos entre municipios de la corona, los cuales son realidades probablemente bastante diferentes. O también a que estos movimientos estén más afectados por la estructura y dinámica particular de las áreas en tanto que espacios geográficos.

Sin embargo, y pese a la heterogeneidad que puedan tener estos movimientos, sus notables divergencias con los movimientos de suburbanización, nos hacen pensar que, al menos para el caso de las áreas metropolitanas andaluzas, no existen factores de atracción o repulsión de las coronas en sí mismas, ya que son una realidad muy diversa y compleja, que en algunos casos incluye submercados propios de trabajo y vivienda relativamente autónomos del de la ciudad central (y digo relativamente porque pese a que puedan tener cierta autonomía no dejan de estar integrados en un mercado supramunicipal que suele tener como eje vertebrador la cabecera metropolitana). Por lo que habría que subdividir las coronas en diversos componentes en el futuro si realmente

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

queremos acercarnos al conocimiento de los factores de atracción y repulsión de las mismas. No obstante, lo que sí hemos constatado es la selectividad residencial de las cabeceras, es decir, que las cabeceras, incluso pese a su diversidad interna, parecen atraer a ciertos perfiles de población y expulsar a otros.

En segundo lugar, cabe destacar el hecho de que hipótesis enunciadas a partir de estudios principalmente internacionales (aunque en el marco de las ciudades occidentales) se verifiquen en el conjunto de las áreas andaluzas. Esto nos lleva a pensar que los procesos de división social del espacio metropolitano que se manifiestan en la movilidad residencial, están presentes en muchas ciudades metropolitanas occidentales diferentes (incluidas andaluzas). Siendo por tanto una pauta común al momento histórico actual, un momento histórico caracterizado por la terciarización económica de las economías occidentales, la creciente desigualdad y exclusión social, y un nuevo papel de las ciudades (especialmente las cabeceras metropolitanas) como centros de producción de servicios e información. Es decir, parece que hay cierta correspondencia entre formaciones sociales posindustriales y con niveles crecientes de desigualdad social, y ciudades que atraen talento y expulsan pobreza, aunque esto habría que comprobarlo en estudios posteriores.

En tercer y último lugar de estas conclusiones, habría que reflexionar sobre la mayor o menor incidencia de estas pautas de selectividad residencial de las cabeceras, y la consiguiente división social del espacio metropolitano que generan o pueden generar. Como dijimos, en el universo metropolitano andaluz encontramos una gran diversidad de áreas en términos de desarrollo, organización y dinámica de los procesos metropolitanos (Feria, 2015b), pero sin embargo las pautas de selectividad residencial encontradas son comunes a todas ellas. Por tanto, la mayor o menor incidencia de estas tendencias selectivas y por ende la mayor o menor división social del espacio metropolitano, dependerán en gran medida de la intensidad de los flujos de movilidad residencial. Así, en áreas incipientes, como Córdoba o Jaén, con dinámicas de movilidad hacia la cabecera relativamente importantes, el proceso de división social estaría aun en un estado incipiente, en la medida en que los procesos de suburbanización son poco intensos, y por tanto, pese a que tiendan a concentrarse en las cabeceras sujetos bien situados en la estructura social, no existen aún procesos de expulsión fuerte de los sectores populares. Sin embargo, conforme se despliegan los procesos metropolitanos, estas tendencias tienden a agudizarse, especialmente en áreas más desarrolladas como Sevilla o Granada, donde repuntan las dinámicas de movilidad centrípeta, en paralelo a procesos de fuerte suburbanización. Por tanto, en las áreas más consolidadas estas tendencias selectivas se harán notar más, incrementándose la división social del espacio metropolitano.

Sin embargo, lo único realmente demostrado en este trabajo son las tendencias de selectividad residencial existentes en las áreas andaluzas, la coincidencia de estas tendencias con las detectadas en estudios previos en otras ciudades occidentales y su existencia independientemente del área de residencia de los sujetos. Por tanto, aunque puedan deducirse y vislumbrarse las dos últimas conclusiones, estas han de ser tomadas en un sentido hipotético, ya que para afirmar con rotundidad la segunda se requeriría un estudio comparativo más detallado, con un espectro espacial y temporal ampliado. Mientras que para la tercera, habría que analizar la relación entre los perfiles de los que entran y salen de las ciudades, la composición social que de hecho tienen cabeceras y coronas y el estadio y tipo de fenómeno metropolitano de las áreas concretas, ya que, pese a existir tendencias generales (que representan valores promedio), estas no están tan claramente definidas y es muy probable que distintas etapas del desarrollo metropolitano de las áreas corres-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

pondan con distintos procesos de selectividad residencial (o que ésta ni siquiera llegue a existir en algunos tipos de áreas). Ambas líneas de trabajo quedan abiertas para la investigación futura.

5. Referencias Bibliográficas

- Buzar, Stefan; Hall, Ray y Ogden, Philip (2007a). «Beyond Gentrification: the demographic reurbanisation of Bologna». *Environment and Planning A*. 39 (1), 64–85.
- Buzar, Stefan; Ogden, Philip y Hall, Ray (2005). «Households matter: the quiet demography of urban transformation». *Progress in Human Geography*, 29 (4), 413-436.
- Buzar, Stefan; Ogden, Philip; Hall, Ray; Haase, Annegret; Kabisch, Sigrun y Steinführer, Annete (2007b). «Splintering urban populations: emergent landscapes of reurbanisation in four European cities». *Urban Studies*, 44 (4), 651–677.
- Castañer, Mita; Vicente, Joan y Boix, Gemma (Eds.) (2001). *Áreas urbanas y movilidad laboral en España*. Gerona: Servicio de publicaciones de la Universidad de Gerona.
- Caulfield, Jon (1989). «Gentrification and desire». *Canadian Review of Sociology*, 26 (4), 617-632.
- Caulfield, Jon (1992). «Gentrification and familism in Toronto: A critique of conventional wisdom». *City & Society*, 6 (1), 76-89.
- Champion, Tony (2001). «Urbanization, suburbanization, counterurbanization and reurbanization». En Paddison, Ronnan (Ed.). *Handbook of urban studies*. London: SAGE, 143-161.
- Cheshire, Paul (1995). «A new phase of urban development in Western Europe? The evidence for the 1980s». *Urban Studies*, 32 (7), 1045-1063.
- Clark, William A. V., y Huang, Youquin (2003). «The life course and residential mobility in British housing markets». *Environment and Planning A*, 35 (2), 323-339.
- Clark, William A. V., y Onaka, Jun L. (1985). «An empirical test of a joint model of residential mobility and housing choice». *Environment and Planning A*, 17 (7), 915-930.
- Contreras, Yasna (2011). «La recuperación urbana y residencial del centro de Santiago: Nuevos habitantes, cambios socioespaciales significativos». *Eure*, 37 (112), 89-113.
- Cooke, Thomas J. (2010). «Residential mobility of the poor and the growth of poverty in inner-ring suburbs». *Urban Geography*, 31 (2), 179-193.
- Cooke, Thoremas J. y Denton, Curtis (2015). «The suburbanization of poverty? An alternative perspective». *Urban Geography*, 36 (2), 300-313.
- Covington, Kenya L. (2015). «Poverty suburbanization: Theoretical insights and empirical analyses». *Social Inclusion*, 3 (2), 71-90.
- Díaz, Fernando y Seoane, María Luisa Lourdes (2003). «La ciudad postfordista: economía cultural y recualificación urbana». *Revista de Economía Crítica*, 2, 105-121.
- Duhau, Emilio (2003). «División social del espacio metropolitano y movilidad residencial». *Papeles de Población*, 9 (36), 161-210.
- Duque, Ricardo (2015). *Áreas metropolitanas andaluzas. La movilidad residencial y su relación con la vivienda.* Sevilla: Consejería de fomento y vivienda, Junta de Andalucía.
- Escobar, Modesto; Macías, Enrique y Fabrizio, Bernardi (2009). *Análisis de datos con Stata*. Madrid: Serie Cuadernos Metodológicos del Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Feria, José María (2015a). *Áreas metropolitanas andaluzas. Definición y pautas generales de dinámica y organización espacial.* Sevilla: Grupo entorno.
- Feria, José María (2015b). «Los modelos de organización y dinámicas espaciales metropolitanas en Andalucía». *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada*, 54 (2), 196-219.
- Ford, Tania y Champion, Tony (2000). «Who moves into, out of and within London?». *Area*, 32 (3), 259-270.
- Gale, Dennis E. (1979). «Middle class resettlement in older urban neighborhoods: The evidence and the implications». *Journal of the American Planning Association*, 45 (3), 293-304.
- Glaesser, Edward L. y Gottlieb, Joshua (2006). «Urban resurgence and the consumer city». *Urban studies*, 43 (8), 1275-1299.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Hochstenbach, Cody y Musterd, Sako (2016). *Changing urban geographies through boom and bust periods: gentrification and the suburbanization of poverty* (Centre of Urban Studies, University of Amsterdam. Working Paper nº17). Disponible en: https://pure.uva.nl/ws/files/2588989/169698_wps_no.17_hochstenbach_c._musterd_s._1_.pdf
- Laska, Shirley B. y Spain, Daphne (1979). «Urban Policy and Planning in the Wake of Gentrification Anticipating Renovators Demands». *Journal of the American Planning Association*, 45 (4), 523-531.
- Ley, David (1996). *The New Middle Class and the Remaking of the Central City*. Oxford: Oxford University Press.
- López-Gay, Antonio (2007). *Canvis residencials i moviments migratoris en la renovació poblacional de Barcelona* (Tesis doctoral inédita). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- López-Gay, Antonio y Recaño, Joaquín (2008). «La renovación sociodemográfica de un centro urbano maduro: perfiles migratorios y filtros residenciales en la ciudad de Barcelona». *Scripta Nova*, (12), 126.
- Maddala, Gangadharrao S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. New York: Cambridge university press.
- Marcuse, Peter (1986). «Abandonment, gentrification, and displacement: the linkages in New York City». En Williams, Peter y Smith, Neil (Eds.). *Gentrification of the city*. London: Routledge, 153-177.
- Musterd, Sako (2006). «Segregation, urban space and the resurgent city». *Urban Studies,* 43 (8), 1325-1340.
- Nel-lo, Oriol (2004). «¿Cambio de siglo, cambio de ciclo? Las grandes ciudades. Españolas en el umbral del siglo XXI». *Ciudad y territorio. Estudios territoriales*, 65 (141-142), 523-542.
- Pablos, Juan Carlos De, y Sánchez, Ligia (2003) «Estilos de vida y revitalización del espacio urbano». *Papers.* 71, 11-31.
- Randolph, Bill y Holloway, Darren (2005). «The suburbanization of disadvantage in Sydney: new problems, new policies». *Opolis*, 1 (1), 49-65.
- Rossi, Peter H. (1955). *Why families move: A study in the social psychology of urban residential mobility*. Glencoe: Free Press.
- Sánchez, Thomas W. y Dawkins, Casey J. (2001). «Distinguishing city and suburban movers: evidence from the American housing survey». *Housing policy debate*, 12(3), 607-631.
- Sassen, Saskia (1991). *The global city.* Princenton: Princeton University Press.
- Short, John Rennie (1989). «Yuppies, yuffies and the new urban order». *Transactions of the Institute of British Geographers*, 14 (2), 173-188.
- Smith, Neil (1996). *La nueva frontera urbana: ciudad revanchista y gentrificación*. Madrid: Traficantes de sueños.
- Storper, Michael y Manville, Michael (2006). «Behaviour, preferences and cities: Urban theory and urban resurgence». *Urban studies*, 43 (8), 1247-1274.
- Sturtevant, Lisa A. y Jung, Yu Jin (2011). «Are we moving back to the city? Examining residential mobility in the Washington, DC metropolitan area». *Growth and Change*, 42 (1), 48-71.
- Susino, Joaquín (2003). *Movilidad residencial: procesos demográficos, estrategias familiares y estructura social.* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Granada, Granada.
- Susino, Joaquín (2011). «La evolución de las migraciones interiores en España: una evaluación de las fuentes demográficas disponibles». *Papers, revista de sociología,* 96 (3), 853.881.
- Susino, Joaquín y Duque, Ricardo (2013). «Veinte años de suburbanización en España (1981-2001). El perfil de sus protagonistas». *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 59 (2), 265-290.
- Williams, Richard (2012). Using the margins command to estimate and interpret adjusted predictions and marginal effects. *Stata Journal*, 12 (2), 308-331.

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

Cuadro 6. Distribución de frecuencias por tipo de movimientos y no movimientos (sedentarismo) para cada categoría de las variables independientes

	Intracabecera	Hacia corona	Sedentarios cabecera	Hacia cabecera	Intracorona	Sedentarios corona	Total
Edad	37.351	12.745	107.972	2.674	34.542	90.051	285.335
Edadcuadrado	37.351	12.745	107.972	2.674	34.542	90.051	285.335
Sexo							
Hombre	18.088	6.425	49.541	1.382	17.257	43.408	136.101
Mujer	19.263	6.320	58.431	1.292	17.285	46.643	149.234
País de nacimiento							
España	35.779	12.259	105.481	2.518	32.910	87.744	276.691
Extranjero	1.572	486	2.491	156	1.632	2.307	8.644
Estructura del hogar							
Unipersonal	3.976	1.192	10.273	298	3.041	6.537	25.317
Pareja sin hijos	6.265	2.736	18.075	487	5.645	14.110	47.318
Familias	22.057	7.420	64.381	1.444	21.389	55.706	172.397
Otros hogares	5.053	1.397	15.243	445	4.467	13.698	40.303
Nivel de estudios							
Sin estudios	2.349	575	14.909	146	2.625	17.516	38.120
Primarios	3.883	1.042	16.374	248	4.816	16.806	43.169
Secundarios	10.040	3.330	29.787	634	11.708	26.880	82.379
FP/Bachiller	10.898	4.230	25.899	777	9.783	18.499	70.086
Superiores	10.181	3.568	21.003	869	5.610	10.350	51.581
Condición socio-laboral							
Profesionales	7.629	2.714	13.315	610	4.552	7.418	36.238
Administrativos	7.277	2.731	12.852	491	5.686	8.609	37.646
Trabajadores de los servicios	5.124	1.786	11.356	332	4.694	9.152	32.444
Operarios	4.573	1.643	10.002	322	7.216	14.748	38.504
Empresarios	2.607	902	5.627	202	2.930	5.882	18.150
Parados	974	270	3.933	69	985	3.621	9.852
Inactivos	8.671	2.513	49.768	600	7.820	39.376	108.748
Otros ocupados	496	186	1.119	48	659	1.245	3.753

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Tenencia							
Alquiler	4.427	723	4.978	316	2.306	2.291	15.041
Otras formas	32.924	12.022	102.994	2.358	32.236	87.760	270.294
Superficie de la vivienda							
Menos de 76 metros	14.327	2.804	34.785	960	8.475	18.273	79.624
76-90 metros	11.345	3.387	34.722	795	9.680	26.035	85.964
91-105 metros	4.611	2.006	14.885	407	5.200	14.905	42.014
mayor de 105 metros	7.068	4.548	23.580	512	11.187	30.838	77.733
Antigüedad de la vivienda							
Anterior a 1941	1.105	231	3.164	91	962	4.004	9.557
1941-1960	2.802	337	10.079	199	1.720	7.046	22.183
1961-1970	4.776	464	18.742	352	2.502	10.441	37.277
1971-1980	7.025	1.111	34.715	590	4.394	19.916	67.751
1981-1990	3.640	1.295	19.314	287	4.019	22.361	50.916
1991-2001	5.090	2.860	12.288	349	7.663	17.842	46.092
Posterior a 2001	12.913	6.447	9.670	806	13.282	8.441	51.559
Área de residencia							
Huelva	2.010	668	5.750	138	1.484	4.113	14.163
Cádiz-Jerez	4.978	901	12.028	271	4.532	10.702	33.412
Algeciras	1.409	140	3.447	63	1.623	4.151	10.833
Sevilla	8.033	4.142	26.393	728	11.656	30.695	81.647
Málaga-Marbella	8.361	2.527	24.382	515	5.397	13.813	54.995
Córdoba	5.155	417	13.810	90	949	2.982	23.403
Jaén	1.416	337	4.528	48	1.174	3.628	11.131
Granada	2.148	2.403	8.863	430	4.815	13.304	31.963
Almería-El Ejido	3.841	1.210	8.771	391	2.912	6.663	23.788
Total	37.351	12.745	107.972	2.674	34.542	90.051	285.335

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 7. Caracterización de los distintos movimientos y no movimientos (sedentarismo) de las variables empleadas en los modelos (porcentaje de las columnas)

	Intracabecera	Hacia corona	Sedentarios cabecera	Hacia cabecera	Intracorona	Sedentarios corona	Total
Edad	41,6	40,2	50,7	41,3	39,9	48,8	43,8
Edadcuadrado	1.962,5	1.805,8	2.935,9	1.915,0	1.809,4	2.735,6	2.194,0
Sexo							
Hombre	48,4%	50,4%	45,9%	51,7%	50,0%	48,2%	47,7%
Mujer	51,6%	49,6%	54,1%	48,3%	50,0%	51,8%	52,3%
País de nacimiento							
España	95,8%	96,2%	97,7%	94,2%	95,3%	97,4%	97,0%
Extranjero	4,2%	3,8%	2,3%	5,8%	4,7%	2,6%	3,0%
Estructura del hogar							
Unipersonal	10,6%	9,4%	9,5%	11,1%	8,8%	7,3%	8,9%
Pareja sin hijos	16,8%	21,5%	16,7%	18,2%	16,3%	15,7%	16,6%
Familias	59,1%	58,2%	59,6%	54,0%	61,9%	61,9%	60,4%
Otros hogares	13,5%	11,0%	14,1%	16,6%	12,9%	15,2%	14,1%
Nivel de estudios							
Sin estudios	6,3%	4,5%	13,8%	5,5%	7,6%	19,5%	13,4%
Primarios	10,4%	8,2%	15,2%	9,3%	13,9%	18,7%	15,1%
Secundarios	26,9%	26,1%	27,6%	23,7%	33,9%	29,8%	28,9%
FP/Bachiller	29,2%	33,2%	24,0%	29,1%	28,3%	20,5%	24,6%
Superiores	27,3%	28,0%	19,5%	32,5%	16,2%	11,5%	18,1%
Condición socio-laboral							
Profesionales	20,4%	21,3%	12,3%	22,8%	13,2%	8,2%	12,7%
Administrativos	19,5%	21,4%	11,9%	18,4%	16,5%	9,6%	13,2%
Trabajadores de los servicios	13,7%	14,0%	10,5%	12,4%	13,6%	10,2%	11,4%
Operarios	12,2%	12,9%	9,3%	12,0%	20,9%	16,4%	13,5%
Empresarios	7,0%	7,1%	5,2%	7,6%	8,5%	6,5%	6,4%
Parados	2,6%	2,1%	3,6%	2,6%	2,9%	4,0%	3,5%
Inactivos	23,2%	19,7%	46,1%	22,4%	22,6%	43,7%	38,1%
Otros ocupados	1,3%	1,5%	1,0%	1,8%	1,9%	1,4%	1,3%
Tenencia							
Alquiler	11,9%	5,7%	4,6%	11,8%	6,7%	2,5%	5,3%
Otras formas	88,1%	94,3%	95,4%	88,2%	93,3%	97,5%	94,7%
Superficie de la vivienda							
Menos de 76 metros	38,4%	22,0%	32,2%	35,9%	24,5%	20,3%	27,9%
76-90 metros	30,4%	26,6%	32,2%	29,7%	28,0%	28,9%	30,1%
91-105 metros	12,3%	15,7%	13,8%	15,2%	15,1%	16,6%	14,7%
mayor de 105 metros	18,9%	35,7%	21,8%	19,1%	32,4%	34,2%	27,2%
Antigüedad de la vivienda							
Anterior a 1941	3,0%	1,8%	2,9%	3,4%	2,8%	4,4%	3,3%
1941-1960	7,5%	2,6%	9,3%	7,4%	5,0%	7,8%	7,8%
1961-1970	12,8%	3,6%	17,4%	13,2%	7,2%	11,6%	13,1%
1971-1980	18,8%	8,7%	32,2%	22,1%	12,7%	22,1%	23,7%
1981-1990	9,7%	10,2%	17,9%	10,7%	11,6%	24,8%	17,8%

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

1991-2001	13,6%	22,4%	11,4%	13,1%	22,2%	19,8%	16,2%
Posterior a 2001	34,6%	50,6%	9,0%	30,1%	38,5%	9,4%	18,1%
Área de residencia							
Huelva	5,4%	5,2%	5,3%	5,2%	4,3%	4,6%	5,0%
Cádiz-Jerez	13,3%	7,1%	11,1%	10,1%	13,1%	11,9%	11,7%
Algeciras	3,8%	1,1%	3,2%	2,4%	4,7%	4,6%	3,8%
Sevilla	21,5%	32,5%	24,4%	27,2%	33,7%	34,1%	28,6%
Málaga-Marbella	22,4%	19,8%	22,6%	19,3%	15,6%	15,3%	19,3%
Córdoba	13,8%	3,3%	12,8%	3,4%	2,7%	3,3%	8,2%
Jaén	3,8%	2,6%	4,2%	1,8%	3,4%	4,0%	3,9%
Granada	5,8%	18,9%	8,2%	16,1%	13,9%	14,8%	11,2%
Almería-El Ejido	10,3%	9,5%	8,1%	14,6%	8,4%	7,4%	8,3%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos del Censo de Población y Viviendas 2011

Sobre el autor

JOSÉ MANUEL TORRADO RODRÍGUEZ

Licenciado en Sociología y ha realizado el "Máster en el Análisis Geográfico en la Ordenación del Territorio. Tecnologías de Información Geográfica", ambos por la Universidad de Granada. Actualmente, es personal investigador con cargo al proyecto Procesos de Reconfiguración metropolitana (CSO2014- 55780-C3-3-P) y realiza su tesis doctoral entorno a las dinámicas de movilidad residencial y transformación de las áreas metropolitanas. Personal Investigador (Ocupación principal) en el proyecto "Procesos de Reconfiguración Social Metropolitana" (CS02014-55780-C3-3-P). Departamento de Sociología. Universidad de Granada. Profesor Sustituto Interino. Departamento de Sociología, Trabajo Social y Salud Pública. Universidad de Huelva. Doctorando en Ciencias Sociales por la Universidad de Granada. Tesis: Nuevas dinámicas de movilidad residencial: los movimientos de recentralización en la reconfiguración social y demográfica de las ciudades centrales. Máster en el Análisis Geográfico en la Ordenación del Territorio por la Universidad de Granada. Licenciado en Sociología por la Universidad de Granada.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5997

Metodología de diagnosis de la vivienda vacía en ámbito local. El caso de Bormujos (Sevilla)

Juan Francisco Fernández Rodríguez[1] ✉ | Esteban De Manuel Jerez[2]

Recibido: 29/05/2017 | Aceptado: 21/03/2018

Resumen

El problema de la vivienda vacía que afecta a España tras el estallido de la burbuja inmobiliaria se manifiesta en la existencia de un desajuste entre vivienda que permanece vacante y demanda residencial insatisfecha. Ante esta situación, diferentes legislaciones autonómicas apuestan por la puesta en uso de esa vivienda vacía, en el caso andaluz, priorizando actuaciones que las tomen como recurso para facilitar el acceso a la vivienda en el desarrollo de Planes Municipales de Vivienda, así como con la puesta en marcha del Programa de Intermediación en el Mercado del Alquiler. La falta de información real sobre ese parque vacante, sin embargo, dificulta la eficacia de estas herramientas, muy ligadas al ámbito local.

En este contexto, el objetivo del presente artículo será el de profundizar en el estudio de este fenómeno, proponiendo una metodología que permita mapear y diagnosticar la vivienda vacía de un municipio andaluz, aportando claves que la caractericen bajo parámetros dirigidos a la posterior definición de estrategias de puesta en uso ligadas a un Plan Municipal de Vivienda que tenga por objetivo activarlas.

Para ello realizaremos un primer análisis de referentes desde los que definiremos la metodología que pondremos en práctica en la localidad sevillana de Bormujos, que servirá como caso de estudio. De este obtendremos dos niveles de resultados: Primero, el mapeo y categorización inicial del parque de viviendas vacías del municipio señalado; segundo, la validación de la metodología de diagnosis propuesta, definiendo su alcance y limitaciones de cara a su incorporación en la redacción de los citados Planes Municipales de Vivienda y Suelo.

Palabras clave: Vivienda Vacía; Plan Municipal de Vivienda y Suelo; Metodología de Diagnosis; Geolocalización; Política de Vivienda.

Abstract

Methodology for diagnosis of empty housing at local level. The case study of Bormujos (Seville)

The empty housing problem affecting Spain after the break of the period known as «real state bubble» is linked to the existence of a large stock of housing that remains vacant and residential demand unsatisfied. In this context, regional legislations are committed to the use of this empty stock, in the Andalusian case, proposing actions to take them as a resource to ensure access to

1. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. jfernandez52@us.es
2. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. estebandemanueljerez@gmail.com

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

housing through the Municipal Housing Plans, as well as creating a Program of Mediation in Rental Housing. The lack of information about this vacant stock, however, suppose a problem for the effectiveness of these tools, closely linked to the local field.

The purpose of this paper is to study deeply this phenomenon by proposing a methodology to map and diagnose the empty housing stock of an Andalusian municipality, to offer keys able to character it under indicators directed to define strategies linked to a Municipal Housing Plan to put them in use.

Thus, we will first analyse different experiences as references to define the methodology we will put into practice in the Sevillian town of Bormujos, as case study. After that, we will obtain two levels of results: First, the mapping and categorization of the empty housing stock in this municipality; second, the validation of the proposed methodology, defining its scope and limitations for its inclusion in the mentioned Municipal Housing and Land Plans.

Key words: Empty Housing; Municipal Housing and Land Plan; Diagnosis Methodology; Geolocation; Housing Policy.

Résumé

Méthodologie pour le diagnostic du logement vide au niveau local. L'étude de cas de Bormujos (Séville)

Le problème des logements vides qui secoue l'Espagne après l'éclatement de la bulle immobilière se manifeste dans l'existence d'un décalage entre le chiffre des logements vacants et la demande résidentielle non satisfaite. Dans cette situation, différentes lois régionales favorisent la mise en service des logements vides. Dans le cas de l'Andalousie, la priorité est accordée aux actions qui les prennent comme une ressource pour faciliter l'accès au logement au moyen de Plans de Logement Municipaux, ainsi que dans la mise en œuvre du Programme d'Intermédiation sur le Marché de la Location. Cependant, le manque d'information réelle sur ce parc immobilier vacant entrave l'efficacité de ces outils, étroitement liés à l'environnement local.

Dans ce contexte, l'objectif de cet article sera d'approfondir l'étude de ce phénomène en proposant une méthodologie permettant de cartographier et diagnostiquer les logements vides d'une municipalité andalouse, en fournissant des clés qui la caractérisent selon des paramètres visant à définir des stratégies de mise en service liées à un Plan de Logement Municipal afin de les activer.

Pour ce faire, une première analyse des références sera effectuée, à partir de laquelle on définira la méthodologie à suivre dans le cas d'étude, la ville sévillane de Bormujos. De cette manière, deux niveaux de résultats seront obtenus: en premier lieu, la cartographie et la catégorisation du parc immobilier vide dans la municipalité; en deuxième lieu, la validation de la méthodologie diagnostique proposée et la définition de sa portée et ses limites en vue de son incorporation dans l'élaboration des Plans Municipaux de Logement et des Terrains.

Mots Clés: Logement Vide; Plan Municipal de Logement et des Terrains; Méthodologie Diagnostique; Politique de Logement.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

1. Introducción

El fenómeno de la vivienda vacía se ha convertido en un reto global que de manera directa incide en el problema de acceso a la misma para amplios sectores de la población. España, con un parque de unos 25 millones de viviendas, cuenta con más de 3,5 millones vacías, según datos del Censo de Población y Vivienda 2011 publicados por el INE, lo que supone un 13,70% del total del parque, muy por encima de estándares europeos, con un stock técnico en torno al 3%.

Esta situación se relaciona directamente con un contexto en el que la economía tiene un peso excesivo en el sector inmobiliario, siendo considerada la vivienda la forma preferida de ahorro de los hogares (Vinuesa *et al.*, 2012). Se ha fomentado, con innumerables ayudas y beneficios fiscales[3] un modelo de acceso a la vivienda en propiedad[4], mayoritariamente libre[5] y con fines de inversión, lo que ha inflado los precios de las mismas[6], en detrimento de la conformación de un parque público de vivienda adecuado[7], todo bajo criterios de planificación urbanística basados en la concentración de esfuerzos financieros en nuevos crecimientos y consumos de suelo (Fariña y Naredo, 2010).

Con la llegada de la crisis económica y el aumento del desempleo[8] numerosas familias encuentran mayor dificultad para hacer frente a sus compromisos hipotecarios, viéndose envueltos en situaciones de inseguridad de permanencia e incrementándose exponencialmente el número de desahucios. Entre 2008 y 2012 se iniciaron en España 415.117 procedimientos de ejecución hipotecaria y 244.278 desalojos, según datos del Consejo General del Poder Judicial, cifra que no ha dejado de aumentar. Así, entre 2014-2016, fueron 171.239 las ejecuciones hipotecarias llevadas a cabo, 44.102 de ellas en Andalucía.

Al mismo tiempo, la falta de financiación por parte de entidades bancarias dificulta que se produzcan nuevos accesos, lo que no solo afecta al sector privado, sino al stock de vivienda protegida ofertada en régimen de propiedad. Los adjudicatarios, ante la falta de crédito, no cuentan con capacidad económica para acceder al mismo que, paradójicamente, queda vacante mientras la demanda permanece insatisfecha[9].

Esta situación genera nuevas formas de exclusión residencial. FEANTSA (European Federation of National Organizations Working with the Homeless) señalaba en su informe anual de 2008 que el 20% de la población en España estaba excluida del mercado de la vivienda. Ante la falta de un stock de vivienda social que pueda absorber las necesidades de esa creciente población en situación de vulnerabilidad, amplios sectores quedan en situación de emergencia habitacional mientras prolifera el número de viviendas vacías.

Los desajustes entre la necesidad de vivienda y el parque existente entrañan, por tanto, el actual problema de la vivienda en España (Vinuesa *et al.*, 2012), expresado normalmente en términos

3. El 75% del gasto público en vivienda es inversión indirecta en el sector privado (Alguacil *et al.*, 2012)
4. El 78,9% del parque de vivienda en España es en propiedad, frente al 13,5% en alquiler (INE 2011)
5. Mientras en la década de los 80 la producción anual de vivienda en el sector público y privado se situaba en las 200.000 viviendas cada uno, entre 2005 y 2007 pasa a ser de 650.000 en el sector privado y 100.000 en el público (Lambea, 2014)
6. Se pasa de un precio medio de 650-700 €/m^2 en 1997 a 2.000 €/m^2 en 2008, según datos del ministerio de vivienda (Lambea, 2014)
7. El parque de vivienda social en alquiler en España tan solo supone el 2% (Alberdi, 2014)
8. Del 8% en 2007 al 26,6% en la segunda mitad de 2013 (Observatori Desc, 2013)
9. De las 6.589 VPO promovidas en España en 2013, solo 499 se ofertaron en régimen de alquiler, un 15% frente al 85% ofertado en venta (Lambea, 2014)

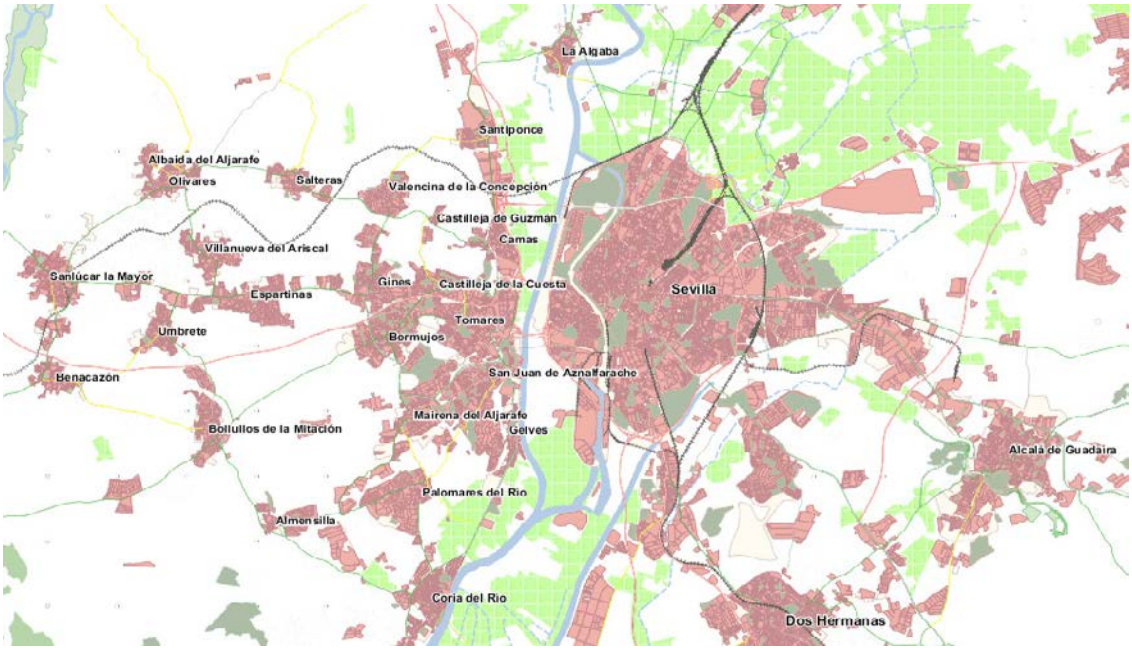
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de demanda insatisfecha. Sin embargo, para actuar eficazmente sobre este desajuste es necesario considerar el problema tanto desde la perspectiva de la demanda como desde el análisis de la oferta. En esa línea han surgido diferentes iniciativas legislativas puestas en marcha en regiones como País Vasco, Cataluña o Andalucía, que con figuras como los Planes Municipales de Vivienda apuesta por el análisis y diagnóstico de la situación del parque de vivienda en general, y del de vivienda vacía en particular, para definir estrategias efectivas que permitan gestionar el reto post-burbuja al que venimos haciendo mención.

Tomando estas líneas políticas como oportunidad, y partiendo de la hipótesis de que la vivienda vacía existente, bajo las adecuadas condiciones de gestión, podrá satisfacer parte de las demandas de acceso asequible a la vivienda de la ciudadanía, señalaremos que el objetivo del presente artículo será el de profundizar en el estudio y conocimiento de ese parque de vivienda vacía, definiendo una metodología que la cuantifique, identifique, geolocalice y caracterice inicialmente. Dicha metodología, mediante su puesta en práctica en un caso de estudio concreto, servirá para diagnosticar ese parque de vivienda vacante a escala municipal, lo que permitirá apuntar hacia las causas de su desocupación y servir como información útil para la definición de estrategias efectivas de puesta en uso que den respuesta a la demanda existente.

Nos centraremos para el desarrollo del estudio en el municipio de Bormujos. Se trata de una localidad ubicada en el área metropolitana de Sevilla, en el sector conocido como Aljarafe, caracterizado por haber experimentado en las últimas décadas un proceso de explosión urbanizadora que ha llevado al crecimiento ilimitado de sus pueblos, tradicionalmente vinculados al mundo rural. Bormujos cuenta con una población, según el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (2015), de 21.362 habitantes. Comparando los censos de 2001 y 2011, observamos que ha experimentado un crecimiento de 8.242 habitantes (68,92%) en ese periodo. Cuenta, así mismo, con un parque de vivienda vacía del 15% respecto al total (INE 2011).

Mapa 1. Localización de Bormujos dentro de la primera corona del Aljarafe



Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La presente investigación parte de la solicitud de la Asociación en Defensa del Territorio del Aljarafe de un estudio que analizase la propuesta de crecimiento residencial del actual PGOU municipal en relación con la demanda de vivienda estimada de la localidad, al entender que la vivienda vacía existente podría servir como recurso activo con el que afrontar esta demanda inicialmente sin llevar a cabo nuevos consumos de suelo. Posteriormente el ayuntamiento de la localidad se sumaría al proceso, interesado en incorporar los resultados del estudio al Plan Municipal de Vivienda que iba a comenzar a redactarse.

En este contexto la investigación plantea interrogantes a dos niveles: Uno, el de analizar el fenómeno de la vivienda vacía en un municipio metropolitano tras el estallido de la burbuja inmobiliaria para obtener un diagnóstico certero sobre el mismo; un segundo, el de testar la metodología propuesta a través de los resultados arrojados por este caso para definir en qué medida servirá para diagnosticar de manera intencional el parque de vivienda vacía de un municipio, e incorporar estos resultados a un futuro Plan Municipal de Vivienda que tenga por objetivo activarlas.

2. Metodología

2.1. Método de investigación. El estudio de caso

El método de investigación utilizado en el presente artículo será el del estudio de caso, ligado al uso de técnicas de análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Las ventajas de utilizar el estudio de caso para este tipo de investigación residen, por una parte, en que los datos manejados proceden de la práctica y la experiencia, por lo que constituye un método firmemente basado en la realidad. Debido a ello, además, puede contribuir a cambiar esa realidad analizada, ligándose a métodos de investigación-acción. Se trata de un método inductivo de análisis de situaciones complejas basado en el entendimiento de la realidad a través de su descripción e interpretación dentro de su contexto. Se considera el método adecuado para analizar cómo y por qué ocurren determinados fenómenos, así como para profundizar en éstos cuando las teorías existentes no permiten alcanzar respuestas certeras. Además es un método de investigación ligado al trabajo cooperativo e interdisciplinar, adecuado para el trabajo en contextos de pequeña escala y limitación temporal, de recursos etc.

El estudio del caso que nos ocupa, el de la localidad de Bormujos, será de tipo descriptivo e interpretativo, dado que pretende especificar lo que está sucediendo y por qué, con el objetivo de dibujar un perfil de la vivienda vacía en base a categorías de análisis inductivas, extraídas de los indicadores procedentes de la revisión de literatura, que permitan caracterizar las tipologías de situaciones encontradas. Lo hará desde un punto de vista exploratorio, ya que el método estará orientado a generar hipótesis para investigaciones o estudios posteriores, en este caso una metodología de detección y diagnosis de la vivienda vacía en ámbito local. Por último, se encuadra en la investigación-acción, dado que sus resultados contribuirán al desarrollo del Plan Municipal de Vivienda de la localidad.

Así, el diseño del estudio de caso a llevar a cabo en la investigación, seguirá el siguiente esquema:

- Planteamiento del problema y formulación de proposiciones.
- Revisión de literatura, de antecedentes teóricos, estudios previos y casos similares. Nos centraremos en analizar referentes establecidos por la legislación en materia de vivienda vacía existente, por investigaciones, estudios previos y casos concretos de similares características.

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

- Definición de la metodología de diagnosis de la vivienda vacía propuesta por la presente investigación, resultado del estudio de referentes, que se pondrá en práctica en el caso de estudio seleccionado para su validación.
- Datos resultantes del caso de estudio. Se manejarán datos procedentes de fuentes estadísticas, así como de padrón, catastro o consumo de aguas, que posteriormente serán contrastados con trabajo de campo y consulta técnica. La transcripción de esta información a través de una herramienta SIG permitirá mapear los datos obtenidos y generar una cartografía que arroje como resultado el mapeo de la vivienda vacía de la localidad que diagnostique la situación de este fenómeno en el municipio.
- Análisis e interpretación de resultados y establecimiento de conclusiones que permitan definir el alcance y las limitaciones de la metodología de trabajo propuesta para diagnosticar el fenómeno de la vivienda vacía en ámbito local.

2.2. Análisis de casos de referencia de definición de la metodología de diagnosis

Pasaremos ahora a revisar antecedentes teóricos y casos previos ligados al tema de investigación propuesto, de forma que nos permitan extraer claves como paso previo a la definición de la metodología de trabajo que posteriormente aplicaremos al caso objeto de estudio.

Aunque durante los últimos años se ha hablado mucho sobre el fenómeno de la vivienda vacía en España, han sido pocos los estudios que han profundizado en su análisis. Resulta relevante el informe coordinado por Julio Vinuesa denominado «El fenómeno de las viviendas desocupadas» (2012), basado en la idea de que ese parque potencialmente disponible debe ser considerado un recurso básico a la hora de desarrollar las políticas de vivienda. Sin embargo, como el propio informe indica, la información estadística disponible presenta llamativas inconsistencias, especialmente acusadas en el caso de la vivienda vacía, lo que conduce al desarrollo de iniciativas políticas poco eficaces y con escasa posibilidad de consolidarse o perdurar en el tiempo.

El informe plantea entre sus conclusiones una serie de líneas estratégicas para abordar el fenómeno de la vivienda vacía ligadas a la mejora del conocimiento del mismo, así como de las herramientas que puedan aportar claves para su detección. Destaca la necesidad de realizar cruces entre datos de padrón de habitantes y catastro, para localizar viviendas principales y disgregarlas de las que no lo son, así como encuestas periódicas para alcanzar un mayor conocimiento sobre el uso que se hace del parque de viviendas no principales (para que, por qué, cuándo y cuánto tiempo se utilizan).

Para llevar a cabo este tipo de estudios resulta clave disponer de una definición clara del concepto de vivienda vacía. Si acudimos al INE, este especifica que una vivienda se considerará vacante «*cuando permanece sin ser ocupada, está disponible para venta o alquiler o incluso abandonada*». Esta definición, aun resultando comprensible, necesita de una mayor concreción. En esa línea, diferentes legislaciones en materia de vivienda vacía han realizado su propia definición legal del término para acotar a qué viviendas afectarán las medidas que proponen. Así, el Plan de Vivienda Vacía de País Vasco (2002) considera como viviendas vacías aquellas «*que llevan desocupadas más de un año ininterrumpido, no son utilizadas como segunda residencia y no se encuentran en oferta en el mercado*».

Más concretamente, el anteproyecto de Ley de Garantía del Derecho Ciudadano a una Vivienda Digna del Gobierno Vasco define en su Artículo 89 qué factores servirán para determinar la falta

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

de ocupación de una vivienda, como son: Los datos del padrón municipal, cuando la vivienda permanezca sin habitantes durante más de trescientos cincuenta días al año; consumos anormalmente bajos de agua, gas y electricidad; recepción de correo y notificaciones en otros lugares, así como la utilización habitual de otros lugares para realizar comunicaciones telefónicas e informáticas; declaraciones del titular de la vivienda, del personal al servicio de las administraciones públicas o de los vecinos próximos, así como la negativa injustificada del titular de la vivienda a facilitar comprobaciones de la administración.

La ley de la Función Social de la Vivienda de Andalucía (2013) considera una vivienda como vacía «*cuando no se destine al uso residencial previsto durante más de seis meses consecutivos en el curso de un año*», estableciéndose similares indicadores a los especificados en el caso vasco para categorizar una vivienda como vacía[10].

Además de manejar indicadores que permitan determinar si una vivienda está o no vacía, será necesario profundizar en el estudio del fenómeno para caracterizar esas viviendas y aproximarnos a las causas de su desocupación. En ese sentido, Julio Vinuesa define en su informe cuáles son los principales atributos que pueden actuar como elementos explicativos de las circunstancias de utilización de una vivienda, como son:

- Antigüedad o año de construcción-renovación, y estado de conservación, relacionado con su grado de habitabilidad y seguridad.
- Tipología (unifamiliar aislada, adosada, plurifamiliar), superficie y número de habitaciones, relacionado con la adecuación espacial de la vivienda a las necesidades del hogar.
- Equipamientos: Conjunto de servicios de la vivienda y el edificio (agua, luz, calefacción, ascensor...).

Como segundo nivel de parámetros de definición de causas de desocupación encontramos el régimen de protección, si lo tuviera, el tipo de propietario (hogares que no pueden ocupar la vivienda, hogares ahorradores, inversores, empresas que buscan obtener rentas de alquiler o instituciones públicas, entre otras) y el precio, resultante de todos los factores anteriores pero muy sensible a situaciones de especulación urbanística y financiera.

A falta de esta información exhaustiva, los datos manejados habitualmente en España son de carácter estadístico, aportados por el censo de población y vivienda elaborado por el INE con una periodicidad decenal. Mientras, en países de entorno europeo, la actualización de información de esta naturaleza se realiza cada 4 años en Alemania o Finlandia, cada 3 en Francia o cada 1 en Holanda (Rodríguez, 2005).

Es en contexto europeo donde encontramos las primeras experiencias dirigidas a paliar la presencia de vivienda vacía, pese a que el problema no alcanza los niveles del caso Español. En Reino Unido las viviendas desocupadas son consideradas recursos desperdiciados, sobre todo en zonas de alta demanda, y alentar a su puesta en uso contribuye a la mejora social de la comunidad, aumentando la oferta de vivienda asequible y minimizando el impacto ambiental que supondría la nueva construcción frente a la reutilización.

10. Los valores fijados para determinar el escaso o nulo consumo de suministros son, para agua, inferior a 0,21 m^3 por vivienda/mes o 2,47 m^3 por vivienda/año, y para electricidad, inferior a 24 kw/hora por vivienda/mes o 291 kw/hora por vivienda/año.

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

Para ello han desarrollado un instrumento promovido por las autoridades locales, las denominadas «Empty Home Strategies». Se trata de un documento de diagnosis de la vivienda vacía, de determinación de las causas de desocupación y definición de estrategias de activación. El ámbito de estos planes es regional, aunque cuentan con pautas generales establecidas por un marco común nacional. Esta herramienta se apoya en la creación de una oficina municipal ligada a tareas de inspección de la vivienda vacía y asesoramiento para su puesta en uso mediante vías de incentivación[11], gestión de la demanda, mediación con los propietarios y penalización[12].

Centrándonos en un caso concreto que pueda aportar claves a la presente investigación, nos aproximaremos al programa desarrollado en el distrito de Stratford-on-Avon[13], dirigido a elaborar un registro que localice las viviendas vacías para fomentar iniciativas de puesta en uso mediante la concienciación, prestación de apoyo a los propietarios y la utilización de métodos de financiación adecuados. Para ello se pone en funcionamiento una oficina dedicada al desarrollo del programa, y una web[14] desde la que actualizar material divulgativo, realizar consultas a los residentes y recibir información sobre la presencia de vivienda vacía que contribuya al proceso de detección.

Una vez desarrollada la cartografía digital, que mapea la vivienda vacía a partir de datos del registro de pago de impuestos residenciales del distrito, que ha de mantenerse siempre actualizado, se realizan visitas proactivas de los técnicos responsables del programa, que recaban información sobre el estado de la vivienda vacía consultando a los vecinos, demandantes interesados o propietarios, de manera directa o a través de la web.

Así, se definen los denominados «hotspots», o puntos calientes, en los que se localiza la máxima concentración de vivienda vacía, identificándose las que permanecen vacantes durante más de seis meses y las zonas en las que la intervención resultaría más efectiva para resolver las demandas existentes. A partir de ese momento, el procedimiento propuesto por el programa será iniciar contacto escrito con los propietarios[15] y asesorarles para que evalúen las mejores alternativas para poner en uso su vivienda vacía.

En contexto español son varias las administraciones autonómicas que han desarrollado legislaciones dirigidas a paliar la existencia de vivienda vacía. En País Vasco encontramos el programa *Bizigune*, puesto en marcha en 2002 y dirigido a captar vivienda vacante para su incorporación a una bolsa de alquiler protegido. También destaca *ASAP* (2012), un programa de intermediación similar pero dirigido a facilitar que las viviendas de titularidad privada se incorporen al mercado del arrendamiento asequible.

Para reforzar estos instrumentos el *Plan Director de Vivienda 2013-2016* plantea una política fiscal que ofrece ventajas a los propietarios que pongan en uso su vivienda vacía (bonificaciones en IRPF, IBI) o penalizaciones a través de esta misma vía, lo que requiere del desarrollo de tareas efectivas de detección.

11. Ayudas a la rehabilitación para puesta en alquiler durante 5 años al 80% del precio de mercado (National Empty Homes Loans Fund)
12. Tasas a la vivienda vacía del 50% durante más de dos años, o requisa gubernamental (Empty Dwelling Management Order), por la que la administración local gestiona vivienda vacía que suponga un problema para la comunidad.
13. Distrito al sur de Warwickshire, Inglaterra, compuesto por una ciudad principal, Stratford-upon-Avon (27.000 habitantes), y otros núcleos urbanos de menor entidad.
14. https://www.stratford.gov.uk/housing/empty-homes.cfm
15. Acudiendo a datos del registro de la propiedad, del ayuntamiento, consultando a vecinos etc.

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

En Cataluña, la *Ley de Derecho a la Vivienda* (2007), modificada en 2011, sirve como base jurídica para dotar a las administraciones públicas de instrumentos de inspección de viviendas desocupadas durante más de dos años en zonas con fuerte demanda. Para activar esas viviendas se pone en marcha el *Programa de Mediación para el Alquiler Social (Avalloguer),* que trata de generar una bolsa gestionada por programas sociales dependientes de los ayuntamientos para facilitar el alquiler a personas con ingresos limitados, o el *Impuesto Sobre las Viviendas Vacías en Cataluña* (2014), orientado a personas jurídicas titulares de vivienda vacía en municipios de fuerte demanda.

Como caso concreto ligado a estas iniciativas destacaremos el estudio sobre vivienda vacía realizado por el Departamento de Servicios Sociales del Ayuntamiento de Andoain[16], vinculado al mencionado programa Bizigune. Este centra su metodología en el análisis de datos de padrón, de consumo de suministro y visitas de inspección ocular, para pasar posteriormente a contactar con los propietarios de las viviendas vacías detectadas para su inclusión en el citado programa.

De esta forma se analiza el listado de viviendas sin ningún titular empadronado, facilitado por el servicio municipal de padrón, así como los datos de consumo de aguas[17], en base a un registro trimestral de contadores llevado a cabo entre julio de 2007 y junio de 2008. Se distinguen: Contadores sin consumo[18] y contadores con consumo entre 0m^3-5m^3, con alta probabilidad de pertenecer a una vivienda vacía.

Con estos datos se elabora un listado de viviendas sin consumo en los cuatro trimestres estudiados, en el que se incluyen viviendas que, sin tener consumo nulo en todos ellos, presentan un consumo reducido en alguno de ellos o consumo entre 0-5 m^3. Se inicia entonces el trabajo de campo y visita de inspección, detectándose finalmente 208 viviendas vacías. Con estos datos los responsables del programa pasaron a contactar postalmente con los propietarios[19] para presentar las ventajas del programa Bizigune de puesta en uso de su vivienda vacía. El ayuntamiento de Andoain ha iniciado un nuevo estudio de la vivienda vacía (mayo de 2017) que actualice los datos obtenidos en 2009.

A nivel andaluz destaca la aprobación del anteproyecto de *Ley de Medidas para Garantizar la Función Social de la Vivienda (2013),* impugnado por el Tribunal Constitucional por medidas como la expropiación temporal de vivienda vacía propiedad de personas jurídicas o la penalización a entidades financieras que no las pusieran en uso. Dicha ley incluía además acciones de movilización como el *Programa de Intermediación en el Mercado del Alquiler* (PIMA), destinado a viviendas desocupadas durante más de 6 meses con el que los propietarios recibían garantías por impagos al ponerlas en uso.

En esa línea encontramos también el *Programa de Cesión de Vivienda a Entes Públicos para el Alquiler* (2013) dirigido a captar vivienda deshabitada e incrementar el parque de vivienda en alquiler social, así como la *Concesión de Subvenciones a Personas en Situación de Especial Vulnerabilidad* (2014), destinada a movilizar el stock de VPO vacía en Andalucía, para que las entida-

16. Municipio de la provincia de Guipúzcoa de 14.613 habitantes según el censo de población 2016. http://www.andoain.eus/es/inicio
17. El ayuntamiento no tuvo acceso a otros datos como electricidad o gas, gestionados por empresas privadas.
18. Los contadores sin consumo incluyen aquellos a los que no se tuvo acceso al hacer la lectura, que sin embargo podrían presentar consumo.
19. Obteniendo la información de contacto a través de los datos del IBI (Impuesto de Bienes Inmuebles)

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

des propietarias (promotores privados principalmente) las adjudiquen a familias que no pueden asumir el pago de la renta requerida.

Todos los programas señalados están ligados a la puesta en marcha de un plan de inspección para declarar viviendas deshabitadas, lo que se relaciona con la ya mencionada figura de los Planes Municipales de Vivienda. Se trata de un instrumento introducido por el *Plan Concertado de Vivienda y Suelo 2008/2012*, recogido posteriormente en la *Ley Reguladora del Derecho a la Vivienda en Andalucía* (2010) y en la ya citada *Ley de la Función Social* (2013). El *Plan de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía 2016-2020* vuelve a insistir en la necesidad de que sean los municipios quienes definan las actuaciones a desarrollar dentro de sus líneas estratégicas, mediante la aprobación de sus Planes Municipales de Vivienda y Suelo.

Para su redacción, la Consejería de Fomento y Vivienda ha elaborado una guía metodológica[20] que propone su desarrollo en tres fases, ligadas a un plan de participación que garantice la intervención de los diferentes actores implicados en el proceso (técnicos, ciudadanos, representantes políticos). Estas tres fases serán:

- Analítica: De estudio, información y diagnóstico de las necesidades de vivienda y demanda residencial y análisis del parque existente en el municipio.
- Estratégica: De definición de objetivos con los que satisfacer la demanda existente.
- Programática: De establecimiento de actuaciones y programas concretos a llevar a cabo a medio plazo (5 años), incluyendo: financiación, seguimiento y evaluación del plan.

Centrándonos en la fase analítica, la guía propone realizar un diagnóstico del parque de viviendas existente en el municipio, y en concreto de la vivienda vacía, para lo que define una serie de parámetros que permitirán caracterizarlo según: Tipología (número de viviendas unifamiliares y en edificios plurifamiliares); antigüedad y estado de conservación (por periodos decenales y localizando viviendas con más de 50 años o construidas antes de 1981); superficie y número de habitaciones por vivienda; accesibilidad e instalaciones y servicios del edificio. Respecto al régimen de tenencia o titularidad, y centrados en la vivienda vacía, se clasificarán según sean de propiedad particular, promotoras, entidades de crédito, SAREB o titularidad pública.

La guía metodológica del plan apunta como fuentes de información a la base cartográfica catastral, así como al padrón de habitantes, de forma que el cruce de datos entre ambas permita determinar la localización, edad y estado de conservación de la vivienda potencialmente vacante.

En base a estos referentes, se sintetizan en el cuadro 1 adjunto los principales indicadores que aportan claves a la definición de la metodología de diagnosis de la vivienda vacía en ámbito local propuesta por la investigación.

20. http://www.juntadeandalucia.es/fomentoyvivienda/portal-web/web/areas/vivienda. Basada en base al Plan Municipal de Vivienda de Córdoba del año 2008.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Cuadro 1. Resumen de indicadores

Referentes	Identificación y localización	Caracterización	Instrumentos y recursos
Definiciones generales de vivienda vacía aportada por la legislación vigente y los estudios de referencia	-Datos de padrón -Datos de consumo - Recepción de correo, consultas internet -Declaraciones de propietarios y vecinos	-Antigüedad -Estado de conservación -Superficie y número de habitaciones -Tipología de la edificación -Equipamientos -Régimen de tenencia -Precio	
Guía de los Planes Municipales de Vivienda y Suelo de Andalucía	-Información estadística (INE, IECA) -Información catastral -Datos de padrón de habitantes -Comprobaciones mediante aplicaciones de mapas web	-Antigüedad -Estado de conservación -Superficie y número de habitaciones -Tipología de la edificación -Accesibilidad -Instalaciones y servicios -Régimen de tenencia y titularidad	-Los previstos por el Plan Andaluz de Vivienda 2016, ligados a programas de fomento de parque público de vivienda en alquiler y cesión de uso, de intermediación, de ayuda a los inquilinos, de alquiler de vivienda en edificios desocupados o de rehabilitación, así como de transformación de la infravivienda.
Empty home strategies en el distrito Stratford-on-Avon	-Datos de pago de impuestos municipales -Registro de la propiedad -Concienciación para participación ciudadana vía web -Visitas de inspección técnicas		-Oficina de gestión de la vivienda vacía -Web de información y comunicación -Mapa de geolocalización -Programas de fomento y penalización de la vivienda vacía puestos en marcha
Informe de la vivienda vacía de Andoain	-Datos de padrón -Datos de consumo de aguas -Visita de inspección ocular -Consulta a los vecinos		- Programas de puesta en uso de vivienda vacía, con suscripción de seguro multirriesgo y garantía del pago de las rentas - Financiación de tareas de detección y asesoramiento para la puesta en marcha de los programas de intermediación.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Metodología de diagnosis de la vivienda vacía

Se especifica en este punto la metodología de diagnosis propuesta para el desarrollo del estudio de la vivienda vacía en ámbito local, en base a los referentes analizados. Este método se centrará en lo relativo al parque de vivienda vacante, si bien la complejidad del fenómeno haría necesario complementar el estudio con un análisis exhaustivo de las necesidades residenciales del municipio que permitiera definir el grado de alquilabilidad de las viviendas detectadas, es decir, su capacidad de dar respuesta a la demanda existente.

El estudio combinará el análisis de datos cuantitativos, arrojados por diferentes fuentes de información, con el contraste cualitativo de los mismos mediante consulta técnica y visitas de inspección ocular, distinguiéndose para su desarrollo los siguientes hitos:

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Análisis de información estadística, aportada por fuentes como INE[21], IECA[22], así como el propio PGOU[23] de la localidad, de acercamiento a la situación de la vivienda en el municipio, y en concreto, de la vivienda vacía.
- Revisión de datos catastrales[24], para extraer información geográfica sobre el parque edificatorio municipal: Definición de las parcelas residenciales del municipio, caracterizándolas según su tipología (unifamiliar o plurifamiliar) y edad de la edificación. Esta información, obtenida en formato shapefile, servirá como base para el desarrollo de un mapeo georreferenciado de la vivienda del municipio, sobre el que volcar el resto de datos manejados por el estudio y visibilizar los resultados obtenidos.
- Análisis de la información procedente del padrón de habitantes, aportada por el servicio municipal competente, para su incorporación a la base de catastro antes mencionada. Se localizarán así las viviendas en las que consta alguna persona empadronada, de forma que el cruce con la base catastral de inmuebles residenciales permita detectar cuales, por no aparecer en este listado censal, no cuentan con ninguna persona empadronada y serían, por tanto, potencialmente vacantes.
- Consulta de datos de consumo de aguas, para evaluar cuáles de las viviendas detectadas podían pasar a ser consideradas viviendas vacías al no contar con personas empadronadas y no presentar consumo de agua. La información aportada, en este caso por Aljarafesa tras solicitud municipal, añadirá al listado de padrón información acerca de cuáles de esas viviendas presentan contrato en el momento de realización del estudio, cuales lo habían tenido en algún momento previo pero no en la actualidad, y cuáles no constan es su base de datos por no haber tenido nunca contrato con la compañía. De entre las viviendas con contratos se distinguirá entre las que tienen o no consumo de agua.
- Contraste del resultado de los distintos filtros, de padrón y consumo de aguas, con los técnicos municipales y la propia visita e inspección ocular a los inmuebles señalados, para confirmar la fiabilidad de los datos obtenidos.
- Definición de un mapa geolocalizado de la vivienda vacía del municipio, y caracterización inicial de la misma, como base del diagnóstico a incorporar al Plan Municipal de Vivienda y Suelo del municipio.

Descrita la metodología de diagnosis a emplear pasaremos a especificar los resultados obtenidos de su puesta en práctica en el municipio de Bormujos[25].

3. Resultados

Se distinguirá en este apartado entre resultados procedentes del análisis de datos estadísticos; resultados procedentes del análisis de datos de catastro, padrón o consumo de aguas; y resultado del contraste con indicadores cualitativos (visita e inspección ocular). El resultado final obtenido será el propio mapa de la vivienda vacía de la localidad, donde esta quedará cuantificada, localizada y caracterizada inicialmente.

21. Instituto Nacional de Estadística. http://www.ine.es/
22. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia
23. Plan General de Ordenación Urbana de Bormujos, con aprobación definitiva en noviembre de 2014, pendiente de publicación.
24. A través de la sede electrónica de catastro http://www.catastro.meh.es/
25. El estudio se ha realizado en colaboración con el ayuntamiento de Bormujos durante los meses de octubre de 2016 a marzo de 2017, llevándose a cabo reuniones periódicas de coordinación y asesoría fundamentales para la obtención de la información manejada.

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

3.1. Datos resultantes del análisis de datos estadísticos

Según fuentes estadísticas como el INE o IECA, podemos señalar que Bormujos es una localidad eminentemente residencial. Según estima su PGOU cuenta con un total de 8.060 viviendas en su término municipal, valor similar al señalado por el censo 2011 del INE (8.033 inmuebles).

Cuenta con un sector central correspondiente al núcleo urbano original que, conservando una trama irregular de calles estrechas, no presenta edificaciones antiguas, dado que el caserío se ha ido renovando en los últimos años casi en su totalidad con actuaciones de reforma interior ejecutadas en desarrollo del Plan General de 1993. A partir de este primer núcleo se produce, en los años 70 y 80, el primer crecimiento en torno al centro en forma de ensanche. Es a finales de los 90, en pleno boom inmobiliario, cuando se produce el gran proceso expansivo del municipio, colmatándose el resto de suelo urbanizable en torno al núcleo existente.

Centrándonos en el fenómeno de la vivienda vacía, y también según datos del INE, podemos señalar que el municipio cuenta con 6.727 viviendas principales, 70 secundarias, y 1.201 vacías, lo que supone un 15% del total del parque. Los datos del Censo 2011 por secciones censales apuntan a una mayor concentración de vivienda vacía en sectores periféricos del municipio, siendo los sectores más ligados al centro los que apenas experimentan tasa de desocupación.

Respecto a su estado de conservación el INE indica que un total de 6.941 viviendas se encuentran en buen estado[26], mientras otros 189 inmuebles se declaran en mal estado (deficiente, malo o ruinoso)[27]. Atendiendo a su edad observamos como la mayor tasa de viviendas se concentra entre las décadas de los 90 y 2000, lo que se corresponde con el hecho de que la mayor parte de la vivienda antigua se ha ido renovando durante estas décadas.

Según su superficie observamos como la mayor cantidad de viviendas se distribuye entre los 75 y 150 m^2, existiendo un alto porcentaje de ellas con 5-6 dormitorios. Con estos datos es fácil deducir que la tipología de vivienda unifamiliar será la predominante, cosa que también se pone de manifiesto al analizar el dato de altura de la edificación, con la mayor parte de edificios e inmuebles en torno a 1 o 2 plantas. Considerando que el tamaño medio de los hogares se sitúa entre 2 y 4 miembros, puede deducirse un alto grado de infrautilización en las viviendas y un problema de adecuación de la oferta, con una producción, casi exclusiva, de viviendas unifamiliares.

3.2. Datos resultantes del análisis de datos de catastro, padrón y consumo de aguas

Del análisis de la información catastral, y su cruce con la de padrón municipal, se determinará qué inmuebles residenciales del municipio no cuentan con personas empadronadas. Para ello se disgregan los inmuebles residenciales de aquellos con uso terciario o industrial, distinguiéndose también entre inmuebles residenciales unifamiliares y plurifamiliares, en base al coeficiente de participación de la parcela indicado en catastro[28]. Respecto a la información censal facilitada por el personal del ayuntamiento para la realización del estudio, señalar que se trata de un listado de

26. Previsiblemente se incluyen entre ellas las 6.727 viviendas principales señaladas.
27. Faltaría por evaluar el estado de conservación de los 903 inmuebles restantes hasta alcanzar el total de 8.033 estimados.
28. Consideraremos, siguiendo el criterio de catastro, que serán inmuebles unifamiliares los que, con un coeficiente de participación igual a uno, sean el único inmueble incluido en la parcela. En su caso, consideraremos como inmuebles plurifamiliares aquellos que presenten un coeficiente de participación inferior a uno, lo que significa que serán parcelas que contienen varios inmuebles o viviendas, ya sea en edificios puramente plurifamiliares, en tipologías unifamiliares cuando exista división horizontal entre planta baja y alta, o en los casos de conjuntos de viviendas unifamiliares adosadas o aisladas que, por contar con algún espacio comunitario, formen parte de una parcela única.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

direcciones postales en las que las diferentes personas que conviven en el municipio se encuentran registradas, no habiendo constancia en el mismo de las viviendas en las que no aparece nadie empadronado. Así, el cruce de esta información con el total de inmuebles del municipio señalará aquellos en los que no hay personas empadronadas[29].

Tras un primer análisis, y la consiguiente presentación de datos al personal del ayuntamiento, se llevó a cabo una revisión de aquellos puntos que, fundamentalmente el arquitecto municipal, encontró erróneos, alcanzándose como datos finales que, del total de inmuebles residenciales con que cuenta Bormujos (8.740, de los que 5.344 son unifamiliares y 3.396 plurifamiliares) el municipio presenta un total de 1.276 viviendas no empadronadas, de las que 723 son inmuebles unifamiliares y 553 plurifamiliares, pudiendo distinguirse en qué casos se trata de edificios (o conjunto de viviendas) con algunas de sus viviendas sin empadronar y cuáles presentan el total de sus viviendas sin empadronar. Este dato no incluye un grupo de 962 inmuebles distribuidas en 6 edificios a los que se les asigna un uso de apartamento turístico, pese a que son utilizados en muchos casos como vivienda habitual, que se excluyen del estudio entendiendo que precisarán de medidas concretas desde el plan de vivienda a redactar.

Tras este primer análisis, y para incorporar los datos de consumo de agua, se solicitó desde el ayuntamiento a Aljarafesa (compañía suministradora) la información precisa para conocer qué viviendas no presentaban consumo. Dado que, al igual que en el caso de padrón, la compañía solo cuenta con información sobre las viviendas con contrato, el objeto de la consulta fue determinar qué viviendas del municipio tenían consumo de agua para definir, de entre las restantes, cuáles no contaban con este servicio.

Además de cuantificar el número de viviendas con consumo de agua el interés del estudio radica en localizar esas viviendas para incorporarlas al mapa que las geolocalizará, como se hizo con los datos de catastro y padrón.

Dada la dificultad manifestada por la empresa suministradora para aportar esa información del total de inmuebles del municipio, se decidió centrar el análisis en las viviendas no empadronadas localizadas, para definir cuáles de esas 1.276 además de no estar empadronadas no contaban con consumo de agua, lo que resultaría para nuestro estudio el poder concluir que podían considerarse viviendas vacías. Así, se remitió a Aljarafesa un listado Excel con las 1.276 viviendas no empadronadas, haciendo constar su referencia catastral (para facilitar la compatibilidad de los datos devueltos con la base de trabajo), y dirección de la vivienda a analizar. Aljarafesa incorporó a este listado dos columnas más, indicando si la vivienda presentaba contrato con Aljarafesa y si había tenido consumo durante los últimos 12 meses.

De esta forma, se distinguen varias casuísticas: Viviendas con contrato, pero sin consumo; viviendas sin contrato en la actualidad, pero si en periodos anteriores; viviendas que nunca tuvieron contrato, y que por tanto no constan en la base de datos de la compañía.

Así, tras una nueva revisión de resultados por parte del equipo municipal, encontramos que entre las viviendas no empadronadas constan un total de 485 viviendas sin consumo de agua, de las que 241 son unifamiliares y 244 plurifamiliares. De entre las unifamiliares vemos como 90 son viviendas sin contrato en la actualidad mientras que 26 presentan contrato pero no consumo. En

29. Para llevar a cabo el cruce de datos fue necesario revisar las diferentes direcciones postales aportadas, dado que en diversos inmuebles no existía coincidencia entre dirección censal y catastral.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

el grupo de las plurifamiliares, son 28 las viviendas que no tienen contrato y 9 las que no tienen consumo. Las restantes viviendas, 126 unifamiliares y 207 plurifamiliares, son viviendas de las que no constan datos en la compañía, y por tanto que nunca han tenido contrato de agua.

Con el fin de validar los resultados obtenidos para la muestra de viviendas sin padrón analizada, y poder considerarlos representativos del total del parque, se realiza una nueva consulta a Aljarafesa dirigida a obtener datos globales de las situaciones de contrato y consumo del parque municipal, esta vez sin la necesidad de particularizarlos por direcciones ya que no se perseguía su georreferenciación. Así, se determina que en el año 2016, momento en que se realiza la consulta, operaban en Bormujos 7.453 contratos de suministro de agua, de los que 70 presentaron consumo 0 y 43 un consumo de 1m3 anual, equiparable a consumo 0.

Según la base de catastro el municipio cuenta con un total de 7.904 inmuebles residenciales, una vez descontados los ya mencionados apartamentos turísticos. La diferencia entre estos y el total de contratos de Aljarafesa resultará el total de inmuebles sin contrato del municipio (452), a los que se suman las viviendas con contrato y consumo 0 señaladas (70+43). Así, se obtiene un total de 565 viviendas sin consumo de aguas en el municipio.

Según los datos de la muestra analizada las viviendas sin consumo ascendían a un total de 485, valor que difiere poco del dato aportado por el cálculo de validación realizado. No obstante, observando el dato global de viviendas con contrato y consumo 0 podemos apreciar un desfase entre este valor (70+43) y el manejado para las viviendas no empadronadas (26+9), lo que pone de manifiesto que 78 de las viviendas empadronadas, aun teniendo contrato de agua, no presentan consumo y por tanto permanecen vacantes. Incluyendo estas viviendas a las ya localizadas por el estudio se alcanza un total de 563 viviendas vacías en el municipio, cifra equivalente al dato de contraste aportado por Aljarafesa.

Cuadro 2: Tabla resumen

	Datos catastro	Filtro padrón	Filtro consumo agua	Datos contraste Aljarafesa	Total vivienda vacía
Vivienda Unifamiliar	5.344	723	241	-	-
Vivienda Plurifamiliar	2.560	553	244	-	-
Total Viviendas	7.904	1.276	485	565	563

Fuente: Elaboración propia

3.3. Datos resultantes del análisis de indicadores y trabajo de visita e inspección ocular

A la vista de los datos arrojados por el estudio parasemos a analizar los principales resultados que aportan información acerca de la situación de la vivienda vacía localizada, partiendo para ello de los distintos indicadores tenidos en cuenta, fundamentalmente, durante el trabajo de inspección ocular, y que en primera instancia sirven para determinar si una vivienda detectada mediante cruce de datos está efectivamente vacía. Así, definiremos como indicadores visuales que confirman la desocupación de una vivienda:

- Existencia de barreras que impidan el acceso a un inmueble o edificio.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Situación que evidencie falta de mantenimiento de la vivienda (en unifamiliares falta de contador de agua o luz, buzones llenos de publicidad, suciedad, mal estado de pinturas y acabados etc.)
- Situación de mal estado de conservación de la vivienda afectando a la seguridad o habitabilidad, viviendas inacabadas, en obra etc.
- Viviendas con carteles de venta o alquiler que indiquen su disponibilidad.

De igual forma, serán indicadores que nos aproximen a la causa de la desocupación, y que aporten claves para definir estrategias para su puesta en uso:

- Estado de conservación o grado de finalización de la vivienda
- Grado de ocupación o desocupación de edificios vacantes: Determinar si se trata de edificios totalmente vacíos o parcialmente vacíos en el caso de plurifamiliares, o si se trata de inmuebles aislados o conjunto de viviendas vacías para unifamiliares.

De esta forma, en base a la ubicación de la vivienda vacía localizada, a la edad de la misma, y su posible estado de conservación, se señalará de manera inicial si la vivienda vacía detectada requiere de acciones de rehabilitación para su puesta en uso o presenta un estado potencialmente adecuado para entrar en carga.

Así, para el caso de la vivienda vacía unifamiliar, esta aparece distribuida a lo largo de todo el municipio, aunque con especial presencia en el centro de la localidad, donde encontramos la mayor concentración de vivienda vacía antigua (45 viviendas con más de 50 años, 75 con más de 30 y 24 entre 20 y 30 años, este último grupo más ligado al entorno más inmediato del centro de la localidad). El resto de la vivienda unifamiliar vacía se encuentra más dispersa, localizándose fundamentalmente en las zonas de nuevo crecimiento (33 viviendas con menos de 10 años y 64 con menos de 20).

Respecto a las viviendas plurifamiliares encontramos, al contrario que en las unifamiliares, una mayor concentración entre las más nuevas, localizadas en las zonas de nuevo crecimiento del municipio. De esta forma en la localidad aparecen 118 viviendas con menos de 10 años y 74 con menos de 20, concentradas principalmente en la zona de la Universidad y las Tinajuelas (con presencia puntual en otras zonas de nuevo crecimiento). Son menores las cifras para vivienda más antigua, en este caso ligada nuevamente al centro. Así encontraremos 18 viviendas con menos de 30 años, 31 entre 30 y 50 y solo 3 viviendas con más de 50 años.

Mapa 2: Conjuntos de vivienda totalmente vacíos

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la concentración de la vivienda vacía podemos señalar que, para el caso de las plurifamiliares, generalmente aparecen de manera puntual dentro de los diferentes edificios del mu-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

nicipio, lo que significa que en un mismo edificio encontraremos en convivencia vivienda vacía y ocupada. Se localizan, sin embargo, tres casos concretos de edificio o conjunto de viviendas totalmente vacíos (Mapa 2). Se trata de un conjunto de 10 viviendas unifamiliares adosadas en la zona de las Tinajuelas de superficie construida media 145 m^2 (Imagen 1), un edificio en bloque de 7 viviendas en esta misma zona, también completamente vacío, de media 110 m^2 (Imagen 2), y un tercer conjunto de 18 viviendas unifamiliares en la zona de La Florida de media 250 m^2 (Imagen 3). Según los datos aportados por el estudio hay un cuarto edificio completamente vacío en la zona de las tinajuelas, de 29 viviendas (Imagen 4), que sin embargo tras visita e inspección ocular, si bien presentará un alto grado de desocupación, no parece estar totalmente vacío.

Imagen 1. Elaboración propia

Imagen 2. Elaboración propia

Imagen 3. Elaboración propia

Imagen 4. Elaboración propia

La puesta en relación de características detectadas en la vivienda vacía del municipio (edad, estado de conservación, localización, tipología, tamaño, precio) con otros parámetros ligados a la demanda (capacidad económica, programa de necesidades, régimen de tenencia) permitiría apuntar hacia un primer nivel de causas de desocupación. Así, para viviendas vacías en buen estado de conservación se puede hablar de problemas de localización (no existe demanda en la zona en la que se encuentran), de tipología (no se adaptada a la demanda en cuestiones como la superficie o número de dormitorios), o de precio (no se adecua a las capacidades económicas de los demandantes). En este caso, la alta presencia de viviendas unifamiliares, o de viviendas de elevada superficie y número de dormitorios, no se adecua a las necesidades de gran parte de la población demandante, sobre todo de la más joven, y consecuentemente a sus capacidades económicas, por lo que se ven obligados a buscar alternativas en municipios cercanos. De hecho, la presencia de un elevado número de viviendas vacías (126 unifamiliares y 207 plurifamiliares) de las que no constan datos en Aljarafesa nos habla de vivienda nueva, y consecuentemente en buen estado, que nunca ha sido utilizada.

Para vivienda vacía en mal estado de conservación, podemos apuntar como causa inicial de su desocupación a la necesidad de reforma o rehabilitación, así como de finalización si se encuentra inacabada. En la mayor parte de los casos, este problema se relaciona directamente con la falta de financiación para llevarla a cabo.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En ambos casos, la desocupación de viviendas también puede vincularse con fines especulativos de los propietarios, o expectativas de revalorización urbanística, así como a la inseguridad que les genera la puesta en alquiler de sus viviendas, el desconocimiento sobre las opciones de puesta en uso de las mismas, o posibles problemas legales o de titularidad que lo dificulten o impidan.

3.4. El mapa de la vivienda vacía en Bormujos

En base a los resultados obtenidos, se dibuja un perfil de la situación de la vivienda vacía en Bormujos que puede sintetizarse según:

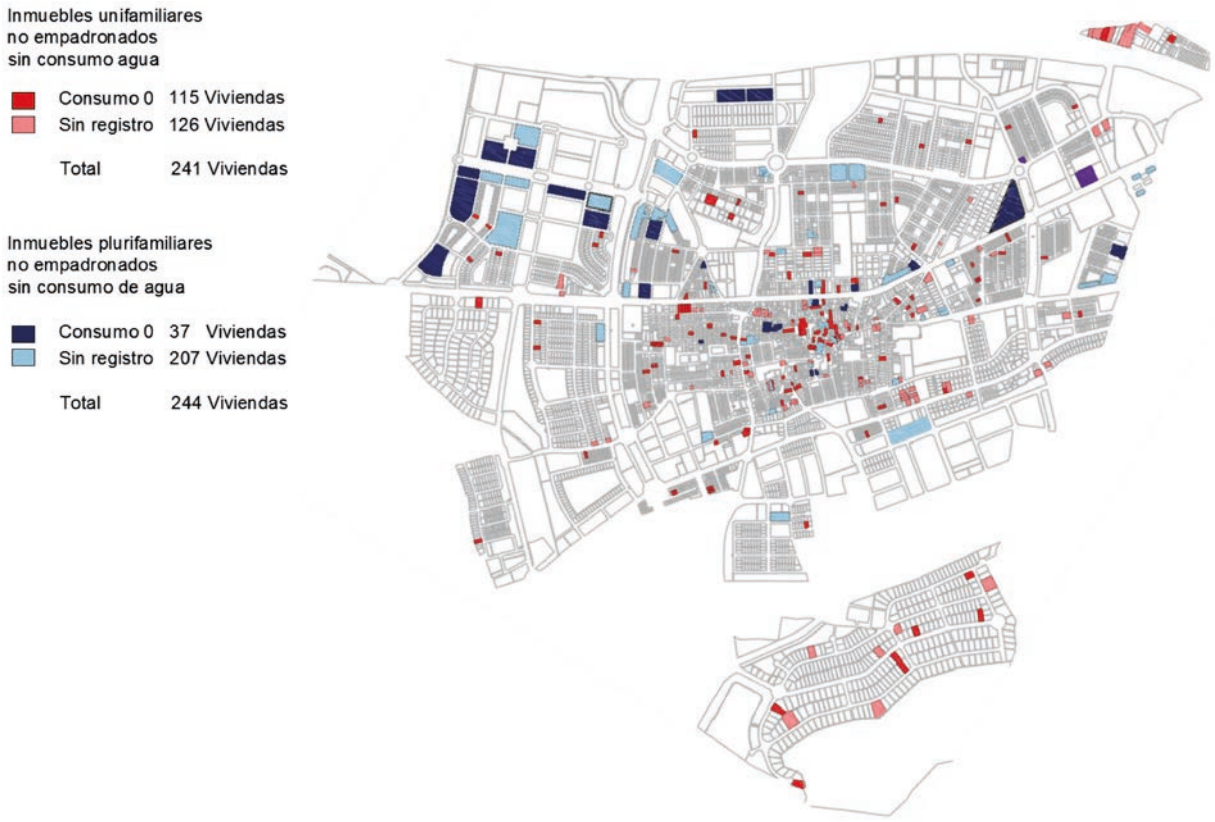
- El municipio presenta un elevado número de vivienda no empadronada, que sin embargo difiere enormemente del número de viviendas sin consumo de agua, y por tanto de la vivienda potencialmente vacía del municipio.
- No obstante, se han detectado un total de 563 viviendas potencialmente vacías en la localidad, que suponen un importante recurso activo con el que, mediante su puesta en uso, dar respuesta a las demandas de vivienda existentes en el municipio.
- En torno a la mitad de esas viviendas son de tipología unifamiliar, siendo la otra mitad de tipología plurifamiliar o unifamiliar en parcelas colectivas, lo que llama la atención siendo el número total de viviendas unifamiliares del municipio bastante superior al de plurifamiliares (65% frente a 35%).
- La distribución espacial de las viviendas vacías unifamiliares es dispersa a lo largo de todo el municipio, apareciendo una importante concentración entre las de mayor antigüedad en el centro de la localidad, lo que puede hablar de situaciones de mal estado de la edificación que impidan su puesta en uso, situaciones legales complejas fruto de problemas ligados a herencias, o expectativas de revalorización de los inmuebles con la aprobación del PGOU que ofrece la posibilidad del paso de estos inmuebles a plurifamiliar.
- De entre las viviendas unifamiliares, y atendiendo a los datos de consumo de agua, la mitad son viviendas que tienen o han tenido contrato con Aljarafesa y no presentan consumo, lo que puede relacionarse con vivienda más antigua actualmente sin carga. De la otra mitad de las viviendas unifamiliares vacías no constan datos en Aljarafesa, lo que puede relacionarlas con vivienda nueva nunca puesta en uso.
- Respecto a la vivienda vacía plurifamiliar se concentra fundamentalmente en la zona de las la Universidad y las Tinajuelas, con aparición de vivienda en otros puntos de nuevo crecimiento de la localidad. Esta vivienda suele ser nueva, siendo poca la edificación antigua vacía detectada dentro de esta tipología.
- Atendiendo a los datos de consumo de aguas, la mayor parte de la vivienda vacía plurifamiliar no consta en los datos de Aljarafesa, lo que indica que nunca han contratado con la compañía. Dada la mayor concentración de ésta entre la vivienda nueva, se constata que se trata de vivienda que nunca ha llegado a ponerse en uso.
- Se localizan en el municipio tres edificios o conjuntos de viviendas totalmente vacíos: Un conjunto de 10 viviendas unifamiliares adosadas en la zona de las Tinajuelas; un edificio en bloque de 7 viviendas en esta misma zona; un tercer conjunto de 18 viviendas unifamiliares en la zona de La Florida.
- Además de vivienda vacía, en Bormujos encontramos un fenómeno que lo distingue de otros posibles casos de estudio, como es la existencia de gran cantidad de apartamentos turísticos, que requerirá de un análisis en profundidad y de la aplicación de un plan de actuación concreto dada su situación de alegalidad y el recurso que potencialmente suponen para satisfacer la

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5997

posible demanda de vivienda de la localidad, bien de forma permanente o como alojamiento transitorio para atender situaciones de emergencia habitacional.

Mapa 3. Cartografía de la vivienda vacía en Bormujos[30]



Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Como se señalaba al inicio del presente artículo, la investigación planteaba una pregunta ligada a dos niveles de análisis. Centrándonos en el primero, sobre si la metodología propuesta permitiría alcanzar un diagnóstico certero sobre la situación de la vivienda vacía en el municipio de Bormujos como caso de estudio, se puede señalar, a la vista de los resultados obtenidos, que ha servido para dibujar un perfil bastante preciso del parque de vivienda vacía municipal, que ahonda en aspectos no incluidos en la información estadística manejada de manera habitual para abordar el análisis de este fenómeno. Sin embargo, resultaría necesario, desde este nivel de análisis, profundizar en la definición de las causas de desocupación de la vivienda vacía detectada, así como en la caracterización de la demanda, de forma que se pudiera definir la capacidad de este parque de dar respuesta a las necesidades residenciales municipales.

Así, desde esta primera conclusión, pasaremos a analizar el segundo nivel de interrogantes planteado por la investigación: El de determinar en qué medida esta metodología servirá para diagnosticar de manera intencional el parque de vivienda vacía de un municipio, e incorporar estos

30. El plano adjunto geolocaliza la vivienda vacía municipal, categorizada según tipología y consumos. El mapa de la vivienda vacía se completará con diferentes capas de información, como se refleja en el documento anexo al presente artículo.

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

resultados a un futuro Plan Municipal de Vivienda que tenga por objeto activarlas. Nos valdremos, para ello, del análisis de los resultados obtenidos en contraste con los casos de referencia previamente analizados.

Señalaremos en primer lugar que los resultados obtenidos apuntan hacia la necesidad de introducir fuentes que sobrepasen la información estadística en este tipo de estudios, de forma que permitan alcanzar un mayor grado de concreción en los diagnósticos, aumentando la probabilidad de éxito de las estrategias puestas en marcha en base a estos. Así, se confirma la hipótesis de investigadores como Julio Vinuesa en cuanto a que existe un importante déficit de información disponible para abordar el problema de la vivienda vacía, y que solo la mejora del conocimiento de este fenómeno y el desarrollo de herramientas que faciliten su análisis permitirá definir estrategias eficaces de puesta en uso. Un déficit de información que no solo se manifiesta en la escasez de datos sobre la materia, sino en la inexactitud de los mismos, su insuficiente actualización periódica, y la falta de coordinación entre fuentes de información.

Si bien fuentes como el INE aportan datos que permiten dibujar un perfil inicial de la situación de la vivienda a escala municipal, el contraste de información con fuentes como catastro, padrón, y fundamentalmente consumo de aguas, matiza notablemente los resultados obtenidos. En el caso concreto analizado, frente a las 1.201 viviendas vacías señaladas por el censo de viviendas de Bormujos (INE 2011), el estudio llevado a cabo cifra este fenómeno en 563.

El dato estadístico, sin embargo, se aproxima mucho más al de viviendas sin padrón (1.276). Cabe pensar que la información estadística se basa en fuentes oficiales como censo municipal, pero que sin embargo no incorpora datos como el de consumo que, parece resultar mucho más determinante a la hora de localizar la vivienda potencialmente vacante. Ha de señalarse, eso sí, que los datos del INE corresponden a 2011 y el estudio a 2017, por lo que el número de viviendas vacías ha podido variar en este periodo y no ser asumible el total de las discrepancias por la falta de rigor de la información estadística.

Por otro lado, es posible que los datos estadísticos incluyan los ya mencionados apartamentos turísticos, que como se ha señalado constan en catastro como parcelas residenciales (836 de ellos). Considerando que durante el estudio se registraron personas empadronadas en 125 de ellos, podríamos cifrar el total de inmuebles residenciales vacantes en 1.274 (las 563 viviendas vacías y 711 apartamentos vacantes), lo que nuevamente se aproxima al dato del INE. Este hecho pone de manifiesto que la información estadística sobre vivienda vacía cuantifica pero no caracteriza, lo que dificulta la definición de estrategias adecuadas por la falta de precisión de la información manejada.

Por ello, resulta necesario que exista una mayor coordinación entre las diferentes fuentes de información oficiales, como también señalaba Julio Vinuesa, así como promover desde la administración pública campañas o programas dirigidos a mantener esas bases de información actualizadas de forma periódica, para que los datos que arrojen se ajusten lo máximo posible a la realidad del momento en que se analizan.

Centrándonos en el trabajo con las fuentes de información no estadísticas manejadas (de padrón o consumos), la investigación aporta claves acerca de cómo incorporarlas a este tipo de estudios de manera intencional. Así, se pueden extraer conclusiones acerca de qué información es necesario solicitar a los diferentes agentes consultados y qué vías permiten coordinar los datos apor-

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

tados por los mismos para agilizar el proceso de trabajo y permitir la obtención de resultados lo más efectivos posible, según queda reflejado en el presente artículo.

En ese sentido, las dificultades que el estudio ha encontrado para obtener muchos de los datos precisados por la metodología propuesta para detectar vivienda vacía nos ofrecerán claves para mejorar la puesta en práctica de la misma en otros casos de estudio. Los principales obstáculos radican en el desconocimiento de las posibles vías de explotación de la información disponible, en la inexistencia de bases digitalizadas que faciliten la gestión de la información necesaria para este tipo de análisis, así como en la falta de coordinación entre bases de datos, tanto de agentes públicos (ayuntamiento) como privados (empresas suministradoras). Una mejora en la gestión de la información ayudaría a mantenerla actualizada y facilitaría tareas de diagnosis, aportando rigor a este tipo de estudios, y claves certeras para la puesta en marcha de un Plan Municipal de Vivienda. Generar una base de datos compartida o con ítems comunes que permitiera la fácil transmisión de información desde unos agentes a otros contribuiría a agilizar el cruce de datos requerido.

En el caso de padrón y catastro, por ejemplo, se observa como dirección catastral y censal no coinciden en muchas ocasiones, por lo que resulta complicado localizar una misma vivienda desde ambas bases de datos sin un dato común e inequívoco como podría ser la referencia catastral. También lo es geolocalizar viviendas sin consumo de aguas, bajo parámetros comunes a bases como catastro o padrón, siendo la geolocalización un aspecto clave para el tipo de estudio propuesto. La dificultad de acceso a esta información, de hecho, no ha permitido geolocalizar los datos de consumo de aguas del total del municipio en el estudio realizado, limitándose al contraste con un dato global e información, vivienda a vivienda, de las no empadronadas, lo que supone una limitación para el desarrollo de la metodología propuesta y los resultados obtenidos.

Sin embargo, este obstáculo a la hora de obtener información sobre consumos no debe incitar a la eliminación de este tipo de datos del desarrollo de cualquier metodología de detección de vivienda vacía, dado que, como el caso analizado ha puesto de manifiesto, resulta una información determinante. Si nos fijamos en el método de trabajo propuesto por la Junta de Andalucía dentro de la guía de apoyo a la redacción de los Planes Municipales de Vivienda, se observa como precisamente adolece de no contemplar ese cruce con información de consumos. La guía habla de detección de vivienda habitada, obtenida desde el cruce entre catastro y padrón. Así, entiende que la vivienda empadronada puede considerarse como tal, pero no puede afirmar que la no empadronada pueda considerarse como vacía. Como se ha puesto de manifiesto, las discrepancias entre datos de padrón y consumos, y la diferencia entre las viviendas potencialmente vacantes señaladas por una y otra fuente hacen necesario apostar por metodologías de detección de vivienda vacía ligadas al cruce con de datos de consumos. En ese sentido, el estudio llevado a cabo quiso incorporar, además de los datos de suministro de agua, los eléctricos, no obteniéndose la documentación requerida por parte de la compañía.

Además de cuantificar vivienda vacía, el objetivo de la metodología propuesta es el de localizarla y caracterizarla, de forma que podamos tener un primer acercamiento a la situación en la que se encuentra y la causa de su desocupación. Para ello se propone trabajar con una herramienta digital (SIG) que almacene la información analizada y que al mismo tiempo la georreferencie, arrojando como resultado un mapa que permita visualizar el problema de la vivienda vacía de manera espacial. Este primer aporte a la localización y caracterización de vivienda vacía se completa con diferentes consultas a agentes municipales, trabajo de campo y visitas de inspección ocular, para

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

interpretar así los datos cuantitativos manejados y caracterizar cualitativamente, y de manera inicial, la vivienda vacía detectada.

A la vista de los resultados del estudio, podemos señalar que hay características físicas que son fácilmente detectables: antigüedad, tipología, localización e incluso superficie de los inmuebles, aportada por catastro. La visita e inspección ocular permitirá determinar su estado de conservación, lo que concretará las características físicas de ese parque de vivienda vacía como dato de partida para la definición de estrategias para su puesta en uso.

Faltaría definir cuestiones no vinculadas a lo físico, sino al plano de la gestión, como el tipo de propietario (público, privado, individual, societario), el precio al que se ofrece esa vivienda en venta o alquiler (si se encuentra en el mercado) o el régimen de tenencia en el que se ofrece, lo que permitirá arrojar luz sobre la causa de la desocupación, más allá de las condiciones físicas. En ese sentido la metodología propuesta presenta una limitación, ya que sería necesario, una vez localizadas las viviendas vacías y según la experiencia de los referentes analizados, contactar con los propietarios para concretar este tipo de circunstancias, lo cual permitiría confirmar que viviendas de las potencialmente vacías detectadas lo están realmente, y definir de manera específica las causas de su desocupación.

Para ello, y como ocurre en el caso de las empty home strategies, sería adecuado contar con una oficina específica de vivienda, a nivel local o regional (podría en este caso hablarse de escala de mancomunidad) que trabaje de manera proactiva en la confrontación de datos y en la coordinación y actualización de información para adoptar, a través de los distintos programas públicos, medidas eficaces y adaptadas a la radiografía real de cada municipio. Así, podría trabajarse con los propietarios en torno a programas específicos de puesta en uso de vivienda vacía, expuestos a los mismos como vía de toma de contacto. Como ya se ha señalado, la metodología propuesta presenta una limitación en esta línea, si bien es cierto que su objeto es el de desarrollar un diagnóstico que permita detectar y caracterizar vivienda vacía para incorporar esta información al Plan Municipal de Vivienda y Suelo de una localidad, para la posterior propuesta, en fase estratégica, de programas específicos a poner en marcha. Por tanto, como metodología para una fase de diagnóstico puede considerarse adecuada, aunque la información necesaria para terminar de definir la causa de la desocupación debería ligarse a una segunda fase de trabajo.

La mencionada oficina municipal de vivienda tendría también una labor proactiva en la inclusión de la ciudadanía en este tipo de procesos, con campañas de concienciación o creando espacios de participación que faciliten la efectividad de las soluciones propuestas. Así, la fase de diagnosis debería necesariamente incorporar a la demanda, cuantificarla y caracterizarla, para poder definir el grado de alquilabilidad de las viviendas localizadas, es decir, el grado de compatibilidad entre stock y demandantes, para determinar si su puesta en uso podría satisfacer las necesidades de la ciudadanía de tal forma que puedan priorizarse actuaciones y estimarse cuales ofrecerán un mejor resultado consumiendo los menores recursos posibles (económicos, de gestión etc.).

La forma en que se desarrolle ese estudio de la demanda, que requerirá de participación ciudadana, será una línea de investigación que se abre desde este artículo para poder completar el diagnóstico sobre la situación de la vivienda a escala municipal. Este estudio, si bien se centrará en el análisis de la demanda, podrá incorporar a los propietarios de vivienda vacía para incluir así una visión clave para la eficacia de las soluciones planteadas en posteriores fases programáticas.

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

De esta forma, y saltando del nivel de diagnóstico al de la programación y gestión a escala local, una vez caracterizada la vivienda vacía y la demanda municipal será objeto de futuras investigaciones la definición de programas efectivos de puesta en uso de la misma ligados, en función de las características del parque detectado y la ciudadanía implicada, a la formación de bolsas de vivienda de alquiler asequible o a programas de rehabilitación o autoconstrucción, que permitan validar la eficacia de los diagnósticos realizados, y la importancia de los mismos para el desarrollo de políticas de vivienda a escala municipal.

Consideraremos por tanto, retomando la pregunta de investigación, que la metodología propuesta contribuirá a facilitar una vía de estudio del fenómeno de la vivienda vacía en ámbito local para mapearla y caracterizarla, permitiendo que sirva como base de datos aproximada a una realidad no fundamentada en datos estadísticos, sino de estudio directo. Dicha metodología, con las limitaciones de acceso a la información y de los propios datos facilitados a los que hemos hecho mención, y con el necesario aporte que un estudio real de demanda que añadiría indicaciones acerca de si las viviendas vacías existentes podrían dar respuesta a las necesidades residenciales de la población de un municipio concreto, podrá servir como diagnosis base para la redacción de Planes Municipales de Vivienda y Suelo, como en este caso lo hará el presente estudio para el Plan Municipal de Vivienda de la localidad de Bormujos, permitiendo, en fase programática, que la definición de estrategias de activación y desarrollo de programas de actuación se ajuste a datos reales y resulten efectivos para utilizar las viviendas vacías como recurso con el que dar respuesta a las demandas ciudadanas de acceso asequible a la vivienda.

5. Referencias bibliográficas

- Alberdi, Baralides (2014). *Social housing in Spain* en Scanlon, K., Whitehead, C., Fernandez Arrigoitia, M. (eds) *Social housing in Europe*. London: John Wiley & Sons, pp 222-237.
- Alguacil, Aitana; Alguacil, Julio; Arasanz, Juan; Fernández, Guillem; Paniagua, José León; Olea, Sonia y Renes, Víctor (2012). *La vivienda en España en el siglo XXI: Diagnóstico del modelo residencial y propuestas para otras políticas de vivienda*. Madrid: Fundación FOESSA.
- Ayuntamiento de Bormujos (2014). *Plan General de Ordenación Urbana de Bormujos*.
- Consejería de fomento y vivienda. Junta de Andalucía (2008). *Plan Concertado de Vivienda y Suelo de Andalucía*.
- Consejería de fomento y vivienda. Junta de Andalucía (2010). *LEY 1/2010, de 8 de marzo, Reguladora del Derecho a la Vivienda en Andalucía.*
- Consejería de fomento y vivienda. Junta de Andalucía (2013). *LEY 4/2013, de 1 de octubre, de medidas para asegurar el cumplimiento de la Función Social de la Vivienda.*
- Consejería de fomento y vivienda. Junta de Andalucía (2013). *ORDEN de 17 de octubre de 2013, por la que se regula el Programa de Intermediación en el Mercado del Alquiler de Viviendas y el Programa de Cesión de viviendas para el Alquiler a Entes Públicos.*
- Consejería de fomento y vivienda. Junta de Andalucía (2013). *Guía-Modelo para la elaboración de los Planes Municipales de Vivienda y Suelo.*
- Consejería de fomento y vivienda. Junta de Andalucía (2016). *Plan Andaluz de Vivienda y Suelo de Andalucía.*
- Fariña, José y Naredo, José Manuel (2010). *Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español*. Madrid: Ministerio de Vivienda, Gobierno de España.
- Howse, Maurice (2012). *From empty properties to new homes. 2012 – 2015.* Stratford on Avon: Distric council Stratford on Avon.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2013). *Censo de Población y Viviendas 2011*. Madrid: Boletín informativo del Instituto Nacional de Estadística.
- Lambea, Nuria. (2014). *Modelo de gestión privada de la vivienda social: Las housing associations inglesas y neerlandesas*. Tarragona: Màster de Dret de l'Empresa i de la Contractació. Universitat Rovira i Virgili.

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

- Lujanbio, Amaia (2009). *Estudio del número de vivienda vacía en Andoain*. Departamento de servicios sociales del ayuntamiento de Andoain.
- Murillo, F. Javier (2013). *Estudio de casos*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Observatorio Vasco de Vivienda (2014). *Informe sobre la vivienda vacía en la CAE y análisis de programas de movilización a nivel municipal.*
- Observatori Desc y Plataforma de afectados por la hipoteca (2013). *Emergencia habitacional en el estado Español. La crisis de las ejecuciones hipotecarias y los desalojos desde una perspectiva de derecho*. Barcelona: Observatori Desc.
- Rodríguez, Raquel. (2005). *La política de vivienda en España desde la perspectiva de otros modelos europeos.* Boletín CF+S 29/30: Notas para entender el Mercado Inmobiliario.
- Rodríguez, Antonio (2008). *Informe anual 2008 Estado Español. Soluciones residenciales para personas sin-hogar.* FEANTSA.
- Vimcorsa. Empresa pública de suelo de Córdoba (2010). *Plan Municipal de Vivienda y Suelo de Córdoba.*
- Vinuesa, Julio; De la Riva, José María y Palacios, Antonio J. (2012). *El fenómeno de las viviendas desocupadas*. Madrid: Ministerio de vivienda y fundación general de la Universidad Autónoma de Madrid.

Sobre los autores

Juan Francisco Fernández Rodríguez

Arquitecto (2006) y Master en Ciudad y Arquitectura Sostenibles (2014) por la Escuela de Arquitectura de Sevilla, desarrolla su tesis doctoral dentro del Programa de Doctorado en Arquitectura de la Universidad de Sevilla, en la línea de investigación "Vivienda y Hábitat Contemporánea". Miembro del grupo de Investigación "ADICI" Aula Digital de la Ciudad HUM810. Ha sido profesor sustituto interino del departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería de Edificación de la Universidad de Sevilla (2011-2014). Ha realizado estancia de investigación en la facultad de arquitectura de la Universidad Técnica de Delft (TU Delft), en el departamento "Management in the Built Environment" (2016) bajo la supervisión de la Dr. Darinka Czischke. Colabora con la cooperativa el Taller Ecosocial, Hábitat 4.

Esteban De Manuel Jerez

Doctor Arquitecto y Profesor Titular de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Responsable del grupo ADICI, director de la revista científica Hábitat y Sociedad y del máster en Gestión Social del Hábitat. Ha dirigido procesos participativos de Desarrollo Urbano Sostenible e Integrado, planificación urbana, planes de vivienda, consolidación de barrios y planes de movilidad. Socio promotor del Taller Ecosocial, Hábitat 4, soc. coop. Investigador principal de los proyectos COOPER-HABITAR: Claves para la generación de procesos cooperativos que aseguren el derecho a una vivienda digna en Andalucía, Barrios en Transición, Desbordes Urbanos, CAT-MED "Green Aple", entre otros. Premio Dubaï ONU-HABITAT 2018 por el proyecto "Ya Somos Medina: Aprendiendo de Jnane Aztout".

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.6043

Metodología para la clasificación y caracterización de unidades territoriales homogéneas. El caso de los países de Centroamérica

Dania Valentina Mena Arzú[1] ✉ | José Antonio Gutiérrez Gallego[2]
Francisco Javier Jaraíz Cabanillas[3]

Recibido: 13/06/2017 | Aceptado: 18/02/2018

Resumen

La finalidad de la presente investigación es clasificar y caracterizar las unidades administrativas de los países de Centroamérica aplicando la técnica de análisis clúster de K-medias. La metodología utilizada se apoya en la aplicación de técnicas multivariantes en función de una serie de variables socioeconómicas que permiten analizar la existencia de disparidades territoriales e identificar las zonas más desfavorecidas del área de estudio. Los resultados obtenidos a través de técnicas estadísticas de análisis de datos y herramientas SIG identifican 3 bloques de países cuyas localidades comparten dinámicas y características socioeconómicas similares.

Palabras clave: Análisis clúster de K-medias; análisis multivariante; Sistemas de información geográfica (SIG); Centroamérica.

Abstract

Methodology for the classification and characterization of homogeneous territorial units. The case of Central American countries

The aim of this research is to classify and to portray the administrative units of the Central American countries applying the cluster analysis technique of K-means. The methodology used is supported by the application of a multiple-variations technique which is based on a series of socioeconomic variables that allows analysis of the existence of territorial disparities and to identify the most disadvantaged zones of the study area. The results obtained through statistical analysis and GIS tools identify 3 blocks of countries, whose localities share similar dynamics and similar socioeconomic characteristics.

Key words: Cluster analysis of K-means; multivariate analysis; Geographic information systems (GIS); Central America.

1. Universidad de Extremadura. Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras. dmenaarz@alumnos.unex.es
2. Universidad de Extremadura.
3. Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales de la Universidad de Extremadura.

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

Résumé

Méthodologie pour la classification et la caractérisation des unités territoriales homogènes. Le cas des pays d'Amérique centrale

Le but de cette recherche est de classer et caractériser les unités administratives des pays d'Amérique centrale appliquant la technique d'analyse de cluster K-means. La méthode est basée sur l'application des techniques à plusieurs variables basées sur une série de variables socio-économiques qui analysent l'existence des disparités territoriales et identifient les zones les plus défavorisées de la zone d'étude. Les résultats obtenus grâce à des techniques d'analyse statistique et des outils blocs de données SIG ont identifié trois pays dont les localités partagent des caractéristiques socio-économiques similaires et dynamiques.

Mots clés: Cluster Analysis K-Means; analyse à plusieurs variables; Systèmes d'information géographique (SIG); Amérique centrale.

1. Introducción

Los debates en materia de desarrollo territorial se iniciaron en Europa a principios de los años 90 (Goulet, 2008), convirtiéndose en los últimos años en un tema prioritario en la agenda de políticas públicas de la mayoría de los países del mundo (Pillet *et al.*, 2013; Santinha, 2014). En este contexto, la búsqueda de un desarrollo regional equilibrado, sustentable e incluyente ha dejado de ser un asunto meramente local para convertirse en un desafío nacional (Fernández *et al.*, 2009; CEPLAN, 2012; CEPAL, 2015).

Es así como, en 1995, surge por primera vez en Europa el concepto de cohesión territorial como una respuesta a la necesidad de procurar disminuir las enormes diferencias socioeconómicas entre los territorios de las naciones miembro (Goulet, 2008; Silva & Echevarría, 2014; Pita & Pedregal, 2015). Simultáneamente, el reto de enfrentar la integración y el fortalecimiento de los territorios europeos permitió agregar un sentido espacial y geográfico, reforzando y complementando la idea de cohesión económica y social (Faludi, 2005; Fernández *et al.*, 2009; Vincent & Nión, 2015).

Tras el desarrollo conceptual y normativo en la Unión Europea, en los últimos lustros la cohesión territorial se ha convertido en un tema de interés para los países de América Latina y El Caribe, donde las desigualdades socio-espaciales constituyen un problema importante para el desarrollo de los países, que pese a los avances en el combate a la pobreza, presentan condiciones de vida muy dispares (Tassara & Grando, 2013; CEPAL, 2015; Lustig, 2015). Aún y cuando se encuentran ejemplos muy interesantes de enfoques de cooperación para promover el desarrollo transfronterizo entre países sudamericanos y centroamericanos, el tema de las desigualdades territoriales no ha permeado lo suficiente en la agenda de las iniciativas de integración y cooperación, quedando mucho por avanzar en la materia (CEPAL, 2015).

Tomando en cuenta la desigualdad que existe en los países latinoamericanos, en este estudio se pretende extraer la diferenciación que corresponde a los siete países que conforman el Istmo Centroamericano (Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), los cuales presentan una gran diversidad entre sus unidades territoriales. Dichos países han atravesado momentos cruciales y difíciles, desde el periodo de la colonia hasta la actualidad, que han

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

frenado su crecimiento económico y acentuado las desigualdades sociales (Pérez & Mora, 2007; Torres-Rivas, 2007).

Con el objeto de analizar los desequilibrios regionales, se han venido utilizando tradicionalmente diferentes métodos de análisis de tipo cuantitativo o cualitativo atendiendo al número de variables implicadas en el estudio (Rodríguez y Zoido, 2001; Sanches *et al.*, 2011; Fernández, 2015). En este sentido, la clusterización se presenta como un método de aprendizaje no supervisado ampliamente utilizado en el análisis de dichas diferencias (Hill, *et al.*, 1998; Stimson, *et al.*, 2001; Alfaro *et al.*, 2003; Castillo Rodríguez, *et al.*, 2010; Aguilar & Mateos, 2011).

Es así que, partiendo de la diversidad territorial existente, el objetivo general del presente estudio es clasificar las unidades territoriales de los países de Centroamérica mediante técnicas estadísticas de análisis multivariante y a través de la aplicación de la técnica de análisis cluster k-medias; siendo importante resaltar que dichas técnicas no han sido utilizadas para el establecimiento de la diferenciación socioeconómica del espacio centroamericano.

Una vez efectuada la clasificación se elabora una caracterización tomando como referencia los valores medios de los indicadores seleccionados para el estudio, estableciendo un perfil socioeconómico a partir de las características de las diferentes agrupaciones obtenidas.

Por otro lado, se plantean como objetivos específicos: 1) llevar a cabo un análisis exploratorio de datos socioeconómicos a través de técnicas estadísticas, 2) obtener cartografía temática de resultados mediante SIG, 3) identificar las disparidades territoriales más significativas, y 4) mostrar las zonas más vulnerables y desfavorecidas de los países. En consecuencia, se plantean como cuestiones de investigación: 1) ¿permite la metodología empleada definir grupos regionales con características socioeconómicas similares?, 2) ¿se refleja con la metodología la diferente dinámica desarrollista que viene aconteciendo entre los países del área de estudio?, 3) ¿existen variables definitorias claves en la clasificación y caracterización?, y 4) ¿podría considerarse la población étnica una variable determinante en la caracterización territorial centroamericana?

Para la elaboración del presente trabajo se han utilizado los datos más recientes de los Censos de Población y Vivienda de los diferentes países referidos a las entidades poblacionales y administrativas que se detallan a continuación: los departamentos (en Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala), las provincias (en Costa Rica y Panamá) y los distritos (en Belice).

El área de estudio se encuentra ubicado en la zona centro del Continente Americano, rodeado por el Océano Atlántico y el Océano Pacífico, representando la unión geográfica entre América del Norte y América del Sur. Centroamérica tiene una extensión territorial de 522.760 km^2 y cuenta con una población de 45,5 millones de habitantes (CEPALSTAT, 2015).

En síntesis, el artículo se estructura en cinco apartados. Después de una breve introducción, en el segundo epígrafe se presenta el marco teórico, donde se expone cómo otros trabajos han utilizado diferentes metodologías para caracterizar territorios y evaluar el grado de cohesión territorial de regiones específicas en función de sus características socioeconómicas. En el tercer apartado se describe la metodología empleada para la caracterización de las unidades territoriales de los países de Centroamérica. En el cuarto epígrafe, se analizan los resultados obtenidos con esta propuesta metodológica. El trabajo finaliza con unas conclusiones generales y una bibliografía que pretenden facilitar futuras líneas de investigación.

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

2. Fundamentación teórica

Atendiendo a los diversos conceptos propuestos en la literatura, la cohesión territorial puede entenderse como un mecanismo de actuación que busca gestionar el desarrollo de las regiones de manera conjunta y equilibrada, de tal manera que exista igualdad de oportunidades y acceso para las personas a los principales servicios de interés general (Goulet, 2008; Fernández *et al.*, 2009; Camacho & Melikhova, 2010; CEPLAN, 2012; Pillet *et al.*, 2013; Cabeza-Morales & Gutiérrez, 2015).

En virtud a los diferentes estudios realizados en dicho ámbito, la promoción de un proceso de desarrollo regional puede verse beneficiada por el intercambio de experiencias, adoptando medidas políticas especiales para regiones con características geográficas específicas (Goulet, 2008; CEPAL, 2015). Esta adecuación lleva implícito un tratamiento individualizado de los problemas de cada territorio y de sus propuestas de solución, evitando la aplicación uniforme de fórmulas estandarizadas (Fernández *et al.*, 2009). De esta manera, cobran especial interés las particularidades de los territorios, las cuales deben ser conocidas si se pretende formular políticas de carácter público (Banco Mundial, 2009; Santinha, 2014). Por consiguiente, tanto los esfuerzos como las estrategias de integración y cooperación intra e interregionales en el contexto de los territorios europeos pueden diferir, en gran medida, de las iniciativas entre países como los latinoamericanos que presentan una marcada desigualdad y no han logrado alcanzar los niveles de desarrollo colectivo que demanda la cohesión (Cabeza-Morales, 2015; Lustig, 2015; Domínguez, 2009).

De acuerdo con Aché (2012), los orígenes de dichas disparidades se remontan a los principios de la historia de la civilización, producto de relaciones discordantes entre los territorios, cambios en patrones de uso de materia prima y combustibles, división espacial del trabajo, la nueva geografía económica, entre otros factores. Sigue manifestando el autor, que todos estos procesos han favorecido la transferencia de recursos financieros de territorios con grandes necesidades para invertirlos en territorios con mejores capacidades instaladas, lo que refuerza el ensanchamiento de las desigualdades territoriales.

Tales desigualdades en Latinoamérica se descubren entre barrios de una misma ciudad, entre territorios rurales y urbanos de un mismo país o entre dos lugares separados por una frontera nacional. Esta desigualdad territorial ha demostrado ser muy difícil de superar ya que las oportunidades de educación, de empleo y de acceso a servicios básicos no son distribuidas de manera equitativa en el territorio (CEPAL, 2015).

Según lo expresado por Massiris (2008), países como Argentina, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Uruguay, México y Colombia han replanteado sus políticas territoriales articulando objetivos de desarrollo territorial en cuanto a la reducción de las disparidades en el desarrollo económico regional y a la compensación de regiones rezagadas. Algunas de las justificaciones que se mencionan para el replanteamiento de las estrategias de desarrollo en los países mencionados se fundamentan en razones como la profundización de las brechas entre ricos y pobres, la incapacidad de las fuerzas del mercado para impulsar un desarrollo territorial o regional equilibrado y justo, la demanda creciente de la sociedad por una mayor participación en la gestión del desarrollo, entre otros.

En la misma línea, decir que la planificación basada en el ordenamiento territorial ha sido una de las medidas más eficaces que han utilizado los países latinoamericanos para modificar los desequilibrios o disparidades regionales a partir de intervenciones sectoriales (Massiris, 2008).

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

El mismo autor define el ordenamiento territorial como un instrumento del desarrollo sostenible que debe articularse con los cambios en el modelo de desarrollo socioeconómico con el fin de erradicar la pobreza mediante una distribución social de la riqueza. En este sentido, el desarrollo territorial sostenible parece ser una estrategia importante en la búsqueda de alternativas para afrontar los problemas sociales, ambientales y territoriales del desarrollo de los países de Latinoamérica (Massiris, 2008; González, 2013).

En este contexto, Silva & Echevarría (2014), realizan un análisis comparativo entre doce países latinoamericanos (Guatemala, Colombia, Costa Rica, México, El Salvador, Panamá, Argentina, Brasil, Perú, Ecuador, Uruguay y Bolivia), tomando en consideración la forma de organización territorial, la estructura institucional de las políticas territoriales y las principales estrategias, planes o políticas identificadas a nivel nacional. Manifiestan los autores que en dichos países, el tema del desarrollo territorial está siendo abordado con sumo interés por analistas y decisores políticos, quienes son conscientes de que no se puede lograr el progreso de los países en ausencia de un desarrollo territorial equilibrado, sustentable e incluyente, considerando los retos más apremiantes los relacionados con las desigualdades en el aspecto social, de competitividad territorial y de sustentabilidad ambiental.

En la misma línea, el Programa para la Cohesión Social en América Latina (Eurosocial[4]) apoya el diseño y la implementación de políticas nacionales para promover el desarrollo regional con el objetivo de lograr un mayor nivel de cohesión social y territorial en el interior de los países, dependiendo de las especificidades y la heterogeneidad de cada uno (Eurosocial, 2015). Así mismo, la heterogeneidad existente en los países latinoamericanos es extrapolable al contexto de los siete países que conforman el Istmo Centroamericano (Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), los cuales presentan un pobre crecimiento económico y marcadas desigualdades sociales (Pérez & Mora, 2007; Torres-Rivas, 2007).

En este sentido, existen algunos intentos por avanzar en la reducción de las brechas territoriales en 6 de los 7 países centroamericanos (excluyendo Belice). Así, en Costa Rica se ha producido la aprobación de una Ley de Desarrollo Regional encaminada hacia la cohesión territorial para lograr un desarrollo integral del país y una sociedad más equitativa (Eurosocial, 2015). En Honduras, se ha aprobado la Ley de Ordenamiento Territorial y su reglamento general, en la que se establece que el ordenamiento territorial se constituye como una política de Estado que promueve la gestión integral, estratégica y eficiente de todos los recursos de la nación, mediante la aplicación de políticas, estrategias y planes efectivos que aseguren el desarrollo de las personas de manera homogénea y equitativa (Secretaría de Gobernación y Justicia, 2003). En Guatemala se ha formulado e implementado el Plan Nacional de Desarrollo, K'atun[5]: Nuestra Guatemala 2032, en el que se incorpora una estrategia territorial con especial énfasis en la reducción de las asimetrías y desigualdades entre los territorios y se plantean tres dimensiones claves: la equidad étnica, la de género y la territorial (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2014). En El Salvador se ha diseñado e implementado también el Plan Quinquenal de Desarrollo 2014-2019, que apuesta por la creación de un país policéntrico y equilibrado, abordando los desafíos globales en función del reconocimiento de las particularidades y diferencias de cada uno de sus territorios (Secretaría Técnica y de Planificación, 2015). En Nicaragua se ha aprobado la Ley General de Or-

4. Eurosocial: es un programa de cooperación regional de la Unión Europea con América Latina para la promoción de la cohesión social, mediante el apoyo a políticas públicas nacionales y el fortalecimiento de las instituciones que las llevan a cabo
5. Desde la cosmovisión Maya, un k'atun constituye el lapso en que ocurre el proceso de edificación de una gestión, en este caso 20 años (2013-2032).

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

denamiento y Desarrollo Territorial, que aunque no hace consideraciones específicas relacionadas con las desigualdades territoriales, tiene como objetivos, entre otros, propiciar un desarrollo territorial sostenible en un marco de respeto a la diversidad cultural y fomentar la participación ciudadana e integrar al sector privado todas las instancias territoriales organizadas y representativas del territorio en los procesos de ordenamiento y desarrollo territorial (Comisión de Población, Desarrollo y Municipios, 2012). Por último, en Panamá, estuvo vigente el Plan Estratégico de Gobierno 2010-2014, que pese a no contemplar explícitamente objetivos relacionados con la reducción de las brechas territoriales, dicha propuesta, destacaba por la visión de poner las riquezas del país al servicio de todos los ciudadanos, con equidad y transparencia (Gobierno de la República de Panamá, 2014).

Por otro lado, con el objetivo de contribuir también a analizar y a reducir las disparidades espaciales, algunos autores han identificado diferentes herramientas combinando el análisis multivariante y el análisis clúster k-medias (Stimson *et al.*, 2001; Hon *et al.*, 2005; López, 2005; Forte y Santos, 2015). Así, estas herramientas han resultado útiles para realizar clasificaciones jerárquicas y caracterizaciones de regiones metropolitanas en función de su estructura socioeconómica, satisfacción residencial y para estudiar las diferencias en los flujos de inversión extranjera entre regiones administrativas. Mediante dichas técnicas es posible concluir que el desarrollo en algunas estructuras económicas no se produce de manera equilibrada en todas las unidades territoriales de una región, sino que está vinculado a territorios específicos y a pobladores de determinadas zonas (Rúa *et al.*, 2003; López, 2005).

De esta manera, la escala de análisis resulta un aspecto importante cuando se pretende analizar los desequilibrios regionales, ya que cuanto mayor es la escala, se hace más difícil encontrar los indicadores adecuados, y mientras más se desciende en la escala, se hacen más evidentes la dificultades al momento de encontrar fuentes de información y datos relevantes (Rodríguez & Zoido, 2001; Pillet *et al.*, 2007; Sanches *et al.*, 2011; Fernández, 2015).

A partir de las consideraciones anteriores, los métodos basados en técnicas multivariantes como el análisis factorial o el Análisis en Componente Independientes (ICA de sus siglas en inglés), resultan más eficientes a medida que aumenta el número de variables utilizadas, ya que permiten reducir el volumen inicial de información y extraer los elementos más notorios, permitiendo clasificar las diferentes unidades territoriales (Wu & Yu, 2005; Nishigaki & Onoda, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2015), poniendo en relación las diferencias entre espacios (Castillo-Rodríguez *et al.*, 2010; Shaker, 2015).

A este respecto, se han desarrollado en el espacio europeo, mediante diferentes métodos de clasificación, numerosos estudios con el propósito de identificar regiones homogéneas en términos de desarrollo económico (Díaz, *et al.*, 1997; Soares, *et al.*, 2003; Cuadrado y Marcos, 2005; Pita *et al.*, 2015; Gänzle, 2016; Pelucha *et al.*, 2017). Asimismo, en España se han utilizado técnicas de análisis multivariante para clasificar y caracterizar municipios en términos de la existencia de discrepancias significativas, creando un perfil socioeconómico de los espacios analizados (Pacheco y Valencia, 2005; Vivo *et al.*, 2005; Del Castillo Cuervo-Arango *et al.*, 2006; Pena y Sánchez, 2008; Cruces *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2014).

Paralelamente, en América Latina, se han utilizado técnicas de análisis multivariado de datos para la realización de estudios orientados al agrupamiento de países con características similares en función de las divisiones socioeconómicas existentes (Juárez-Neri, 2008) y de acuerdo con su nivel de desarrollo humano (Briceño y Guillezeau, 2010). Dichos estudios respaldan la idea

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

de crear un ambiente propicio en el que exista una equilibrada distribución de las actividades económicas para las regiones y se amplíen para los seres humanos las oportunidades en cuanto a esperanza de vida, logros educacionales e ingresos.

En países sudamericanos como Perú, Chile, Bolivia y Brasil, se han realizado estudios en los que se contrasta información de diversos indicadores socioeconómicos, demográficos y geográficos orientados a analizar las diferencias intra-regionales y conformar conglomerados de municipios u otras unidades territoriales con problemas y necesidades comunes (Gallo y Garrido, 2006; Fuenzalida y Moreno, 2009; Ayaviri y Alarcón, 2014; Sequeira, 2015). Destaca el caso de Chile, en el que las clasificaciones obtenidas muestran una disminución de las desigualdades socio-territoriales en el período estudiado, puesto que en ocho de los diez indicadores utilizados se observa convergencia intra-regional (Fuenzalida y Moreno, 2009). Finalmente, en el contexto centroamericano, pese a compartir un devenir histórico y vínculos de carácter socioeconómico, político y geográfico, las regiones enfrentan enormes retos para reducir y aliviar las asimetrías entre sus respectivas regiones pese a los casos paradigmáticos que suponen Costa Rica y Panamá (Rodríguez, 2015). Sin embargo, algunos estudios que analizan las diferencias dentro de los países del área concluyen que las políticas de desarrollo regional no toman en cuenta las particularidades de las regiones y sus posibilidades de desarrollo endógeno (Arias *et al.*, 2011; PNUD, 2015). Tales investigaciones abogan por la consideración de dichas particularidades en la planificación de las políticas públicas, pero limitan el trabajo a un análisis meramente teórico de las discrepancias, sin llegar a profundizar en el análisis espacial de las regiones estudiadas.

Sin embargo, la selección de variables para estudios de clasificación resulta un proceso crítico, ya que la inclusión de las mismas sin una justificación teórica podría distorsionar los resultados del proceso de agrupación (Hill *et al.*, 1998). Para el presente estudio, algunas de las variables seleccionadas (número de habitantes, tasa de mortalidad infantil, tasa de desempleo) responden a un sistema de indicadores propuesto por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) (2002) orientado al seguimiento de las metas consensuadas en la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo[6] (CIPD) y en el Plan de Acción Regional para América Latina y El Caribe[7]. Dicha propuesta contempla un sistema a nivel regional que permite comparar los indicadores con metas cuantitativas con el fin de evaluar en qué medida se va logrando el progreso deseado e identificar posibles desigualdades entre diferentes grupos de población según sus características socioeconómicas y sociodemográficas. En la misma línea, Cecchini (2005) considera otras variables (rama de actividad económica y grupo social específico) con el fin de definir un sistema de indicadores sociales como instrumentos de medición del bienestar para América Latina y el Caribe. El mismo autor afirma que un sistema de indicadores de bienestar debería integrar la información social con aquella de índole económica y medio ambiental, abarcando así todos los aspectos de la vida de las personas, por lo que se hace difícil encontrar una unidad común de medición que relacione todas las variables en un conjunto lógicamente construido. En la misma línea, para este tipo de estudios algunos autores también consideran el grado de urbanidad y el porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas (Ayaviri y Alarcón, 2014) y los ocupados en industria y en comercio (Díaz *et al.*, 1997).

6. Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo (CIPD): se realizó entre el 5 y el 13 de septiembre de 1994 en El Cairo (Egipto). Está basada en las interrelaciones entre población y pobreza, modos de producción y consumo y medio ambiente, las cuales se han consolidado en quince principios básicos que establecen directrices para los países, dentro de un marco conforme a sus leyes nacionales y sus valores religiosos, éticos y culturales, y que son compatibles con los derechos humanos internacionalmente reconocidos.

7. Plan de Acción Regional para América Latina y El Caribe: En este plan se precisan, mediante temáticas específicas, las bases para la acción, los objetivos y las medidas que pueden utilizar los países para alcanzar las metas planteadas en la CIPD.

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

3. Metodología

Siguiendo el objetivo del estudio, se han seleccionado 11 variables (Cuadro 1) que han sido utilizadas en estudios anteriores para describir el comportamiento socioeconómico que caracteriza la dinámica de los territorios (Díaz *et al.*, 1997; CELADE, 2002; Cecchini, 2005, Ayaviri & Alarcón, 2014; Rose & Harrison, 2014; Gutiérrez *et al.*, 2015).

Dichas variables han sido seleccionadas atendiendo a los diferentes censos consultados por corresponder a una misma metodología de cálculo y por ser óptimas para su aplicación a los posteriores cálculos estadísticos. De igual modo, han sido elegidas solamente aquellas variables que no presentaban una alta correlación entre sí.

Es necesario hacer notar la dificultad que existe en cuanto a la disponibilidad de datos estadísticos actualizados acerca de la situación socioeconómica de los países de Centroamérica, por lo que las variables utilizadas han sido recopiladas en años distintos. Aun así, la conveniencia de utilizar la información disponible responde a que la misma proviene de los últimos Censos oficiales de Población y Vivienda realizados para cada uno de los países. Por otro lado, para cada territorio se han comparado las cifras de Censos anteriores y los valores de las variables estudiadas no presentan gran variación de un año a otro.

El procesamiento de los datos ha sido realizado a través del software informático de libre uso R-Statistics, donde están implementados los algoritmos para el cálculo del análisis clúster de K-medias, un método estadístico de aprendizaje no supervisado especialmente utilizado cuando se dispone de un gran número de observaciones. Así, a través de un número de grupos previamente establecidos, la técnica de K-medias permite agrupar elementos a partir de sus características comunes, minimizando las diferencias entre elementos del mismo grupo. Dicha técnica puede ser utilizada de dos formas; como técnica de clasificación, agrupando los elementos a partir de centroides conocidos, o como en el caso que nos ocupa, de manera exploratoria, realizando una clasificación de los elementos e iterando para encontrar la ubicación de los centroides. El agrupamiento se realiza en 4 pasos: 1) se seleccionan arbitrariamente K puntos como centros de los grupos; 2) se asignan los elementos al grupo cuyo centroide se encuentre más cercano; 3) cuando todos los elementos han sido asignados se calcula nuevamente la posición de los centroides de K; 4) se repiten los pasos 1 y 2 hasta que los centroides de los grupos no sean reasignados o no hayan cambios significativos en la posición de los mismos.

Cuadro 1. Variables seleccionadas para la clasificación y caracterización de las unidades territoriales de los países de Centroamérica

Variable	Nombre corto
Población	V1
% Población étnica	V2
% Población con nivel universitario	V3
Índice de pobreza según necesidades básicas insatisfechas	V4
% Habitantes en el grupo de edad de 15-64 años	V4
Tasa de participación económica	V5
Tasa de mortalidad infantil	V6
Tasa de desempleo abierto	V7
% Ocupados en sector primario	V9
% Ocupados en sector secundario	V10
% Ocupados en sector terciario	V11

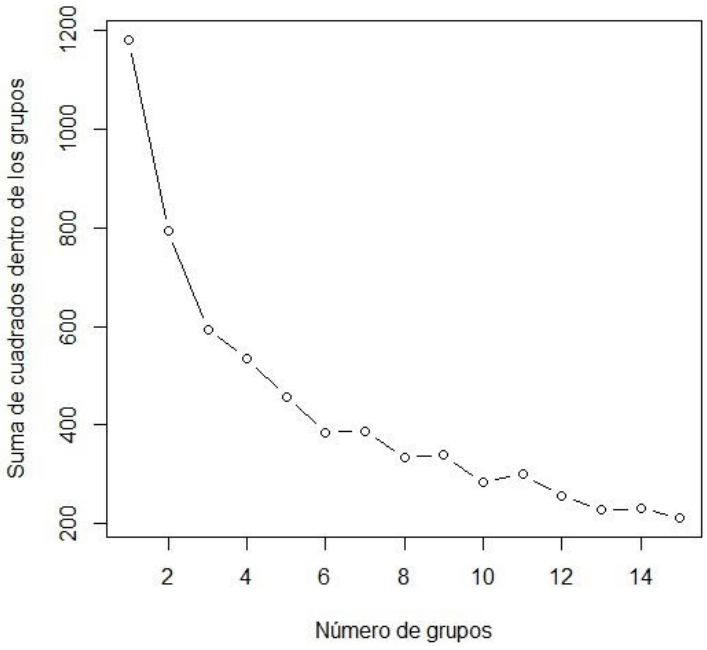
Fuente: Elaboración propia

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Previo al análisis de clasificación, se ha utilizado la función *na.omit*, la cual permite encontrar y eliminar las filas que no contienen ninguna información y determinar que no existen valores omitidos dentro del conjunto de datos. Asimismo, para el análisis de las similitudes entre las características socioeconómicas de las diferentes unidades administrativas de Centroamérica, se ha utilizado la distancia Euclídea, la cual es sensible a las diferencias en la métrica de las variables. Para sortear este inconveniente, ha sido necesario estandarizar las variables antes del análisis con el objetivo de proporcionar a cada una un peso similar dentro de la clasificación y así eliminar el sesgo estadístico que tiende a presentarse cuando se comparan variables que han sido medidas en unidades distintas (Díaz *et al.*, 1997). Ya que todas las variables del estudio son numéricas, ha sido conveniente utilizar para este procedimiento la función *scale,* que consiste en comparar los rangos y las varianzas de las variables, obteniendo una distribución de frecuencias que puede ser contrastada en igualdad de condiciones.

Aunque el método de K-medias ha sido ampliamente utilizado por su simplicidad y efectividad en el análisis de datos, procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones, presenta, entre sus principales limitaciones, que el número de agrupaciones debe ser previamente establecido (Žalik, 2008; Onoda *et al.*, 2012; Zhai *et al.*, 2016). En el presente estudio, la determinación de los grupos se realizó a través de la función *wss*, que grafica la suma de cuadrados dentro de los grupos con respecto a las K-medias (Everitt & Hothorn, 2003). Como puede apreciarse en el Gráfico 1 el cambio de tendencia más evidente en la función de la suma de cuadrados se produce cuando en el eje de las abscisas se establecen 3 clases, marcando un punto crítico en la función que nos permite estimar que la cantidad de grupos para realizar la clasificación queda determinada por el número 3.

Gráfico 1. Determinación del número de grupos para la clasificación de las unidades territoriales de los países de Centroamérica



Fuente: Elaboración propia

A continuación se realizó la clasificación socioeconómica de las 96 unidades territoriales de Centroamérica utilizando el método de aglomeración no jerárquico de análisis cluster K-medias.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Dicha metodología ha sido utilizada por varios autores para conformar grupos homogéneos de municipios en función de sus características socioeconómicas (Rúa *et al.*, 2003; Vickers & Rees, 2007; Cruces *et al.*, 2009; Aguilar & Mateos, 2011).

El análisis de clasificación se ha complementado con la elaboración de un análisis discriminante que intenta validar la clasificación obtenida a través de la metodología utilizada. Para el caso, ha sido estimada como variable dependiente la pertenencia de las entidades a sus respectivos grupos y como variables discriminantes las 11 variables originales. El Cuadro 2 refleja que la primera función discriminante explica el 63% de la variabilidad del modelo.

Cuadro 2. Funciones discriminantes

Función	% de varianza	% acumulado de la varianza
1	0,63	0,63
2	0,37	100,00

Fuente: Elaboración propia

El análisis discriminante se ha realizado utilizando el paquete *MASS* que contiene la función *lda (linear discriminant function)*. Dicha función permite especificar un criterio que sea capaz de asignar a uno de los grupos establecidos un nuevo elemento que no se sabe previamente a qué grupo pertenece. Además, permite validar estadísticamente la homogeneidad intra grupos y al mismo tiempo evidenciar las diferencias entre las agrupaciones resultantes.

En este sentido, la información generada a través de R-Statistics se integró en un SIG, permitiendo un análisis espacial de los resultados alcanzados en el proceso.

4. Análisis y resultados

Previo a los resultados, en el presente capítulo se muestra el análisis de las variables más destacadas del estudio (Índice de pobreza según Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), Población étnica, Ocupados en sector terciario y Ocupados en sector primario), las cuales han sido consideradas en función de la gran diferencia que presentan los distintos países entre sus medias ponderadas y sus desviaciones estándar. La metodología utilizada permite la obtención de cartografía temática de resultados muy visuales mediante un SIG, lo cual posibilita exponer la información más relevante de manera rápida y concisa y, al mismo tiempo, identificar las disparidades territoriales más significativas.

En cuanto al Índice de pobreza según NBI (Mapa 1), la población centroamericana presenta un 45,05% como promedio y una desviación estándar del 17,66%, reflejando su valor más alto en Nicaragua (70,35%) y el más bajo en Panamá (20,27%). Con respecto a esta variable, las unidades administrativas que presentan los valores más altos y más bajos en cada uno de los países son: en Nicaragua, el departamento de Atlántico Norte y el departamento de Managua (93,12% y 56,19%, respectivamente); en Honduras, el departamento de Gracias a Dios y el departamento de Islas de la Bahía (91,70% y 39,70%, respectivamente), en Guatemala, el departamento de Alta Verapáz y el departamento de Guatemala (78,20% y 18,64%, respectivamente); en Belice, el distrito de Toledo y el distrito de Belice (60,40% y 28,80%, respectivamente); en El Salvador, el departamento de Morazán y el departamento de San Salvador (62,32% y 30,10%, respectivamente); en Costa Rica,

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

la provincia de Limón y la provincia de Heredia (43,95% y 18,70%, respectivamente); y en Panamá, la comarca Ngabe-Buglé y la provincia de Los Santos (72,93% y 12,90%, respectivamente).

Decir, que a excepción del caso del departamento de Alta Verapáz en Guatemala, las unidades administrativas que presentan los valores más altos en relación con el Índice de pobreza según NBI, también presentan los valores más altos en cuanto a Población étnica (Mapa 2). Dicha variable se refiere a la población que se auto reconoce como perteneciente a un grupo étnico, sea este indígena o afrodescendiente, y presenta una dispersión de los datos del 12,75%. Así, el 15,14% de la población centroamericana pertenece a algún grupo étnico y se encuentra concentrada mayormente en Guatemala (39,83%) y en menor medida en El Salvador (0,36%). A nivel de país, el mayor y menor valor en cuanto a esta variable se presenta: en Belice, en el distrito de Toledo y el distrito de Orange Walk (72,56% y 2,52%, respectivamente); en Costa Rica, la provincia de Limón y la provincia de Alajuela (20,37% y 7,16%, respectivamente); en El Salvador, el departamento de Chalatenango y el departamento de Morazán (2,82% y 0,03%); en Guatemala, el departamento de Totonicapán y el departamento de Jalapa (97% y 0,10%, respectivamente); en Honduras, el departamento de Gracias a Dios y el departamento de Valle (82,74% y 0,61%, respectivamente); en Nicaragua, en el departamento de Atlántico Norte y el departamento de Carazo (57,10% y 0,5%, respectivamente); y en Panamá, en las comarcas Embera-Wounnan y Ngabe-Buglé (96% respectivamente) y la provincia de Los Santos (2,08%).

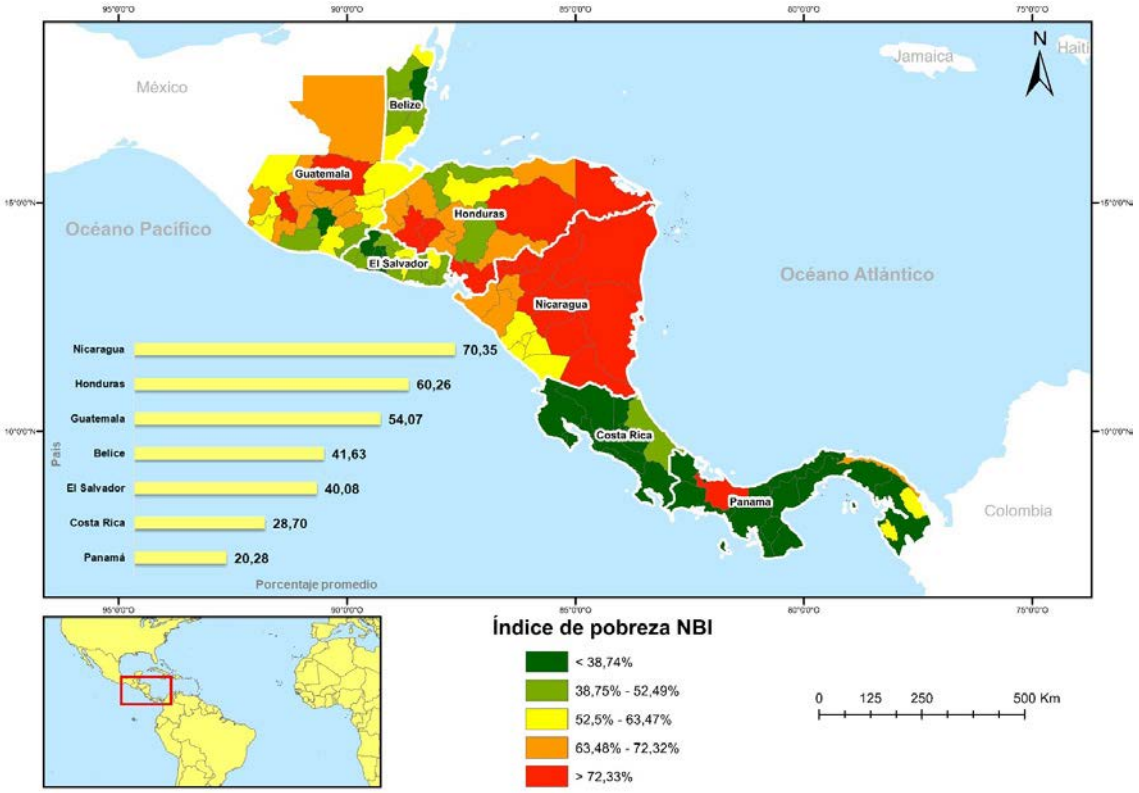
El Mapa 3, muestra la población ocupada en el sector primario. Esta variable tiene, a nivel centroamericano, una media del 22,18% y una desviación estándar del 11,05%, siendo Honduras el país que alberga la mayor proporción (39,37%) y Guatemala el menor valor (10,32%). Las unidades administrativas que destacan por sus valores altos y bajos en cada país son: en Belice, el distrito de Toledo (40,91%) y el distrito de Belice (3,99%); en Costa Rica, la provincia de Limón (38,10%) y la provincia de San José (5,40%); en El Salvador, el departamento de Cabañas (42,90%) y el departamento de San Salvador (3,26); en Guatemala, el departamento de Retalhuleu (41,59%) y el departamento de Izabal (2,55%); en Honduras, el departamento de Lempira (79,44%) y el departamento de Islas de la Bahía (8,23%); en Nicaragua, el departamento Río San Juan (71,70%) y el departamento de Managua (4,40%); y en Panamá, la Comarca Ngabe-Buglé (80,27%) y la provincia de Panamá (3,40%).

En cuanto al sector terciario (Mapa 4) decir que, en promedio, el 60,46% de la población de Centroamérica se encuentra ocupada en este sector, mostrando una dispersión de los datos del 14,18%. En lo que se refiere a dicha variable, el mayor porcentaje se encuentra concentrado en Guatemala (75,88%) y la menor proporción en Honduras (37,08%). Respecto a los mayores y menores valores en cada país, se presentan: en Belice, en el distrito de Belice (83,36%) y en el distrito de Stann Creek (50,37%), respectivamente; en Costa Rica, en la provincia de San José (77,20%) y en el distrito de Limón (50,40%), respectivamente; en El Salvador, en el departamento de San Salvador (70,88%) y en el departamento de Morazán (39,14%), respectivamente; en Guatemala, en el departamento de Quiché (88,87%) y en el departamento de Retalhuleu (49,26%), respectivamente; en Honduras, en el departamento de Islas de la Bahía (62,47%) y el departamento de Lempira (13,38%), respectivamente; en Nicaragua, en el departamento de Managua (68,50%) y en el departamento de Río San Juan (20,90%), respectivamente; y en Panamá, en la provincia de Colón (84,38%) y en la Comarca Embera-Wounnan (18,41%).

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

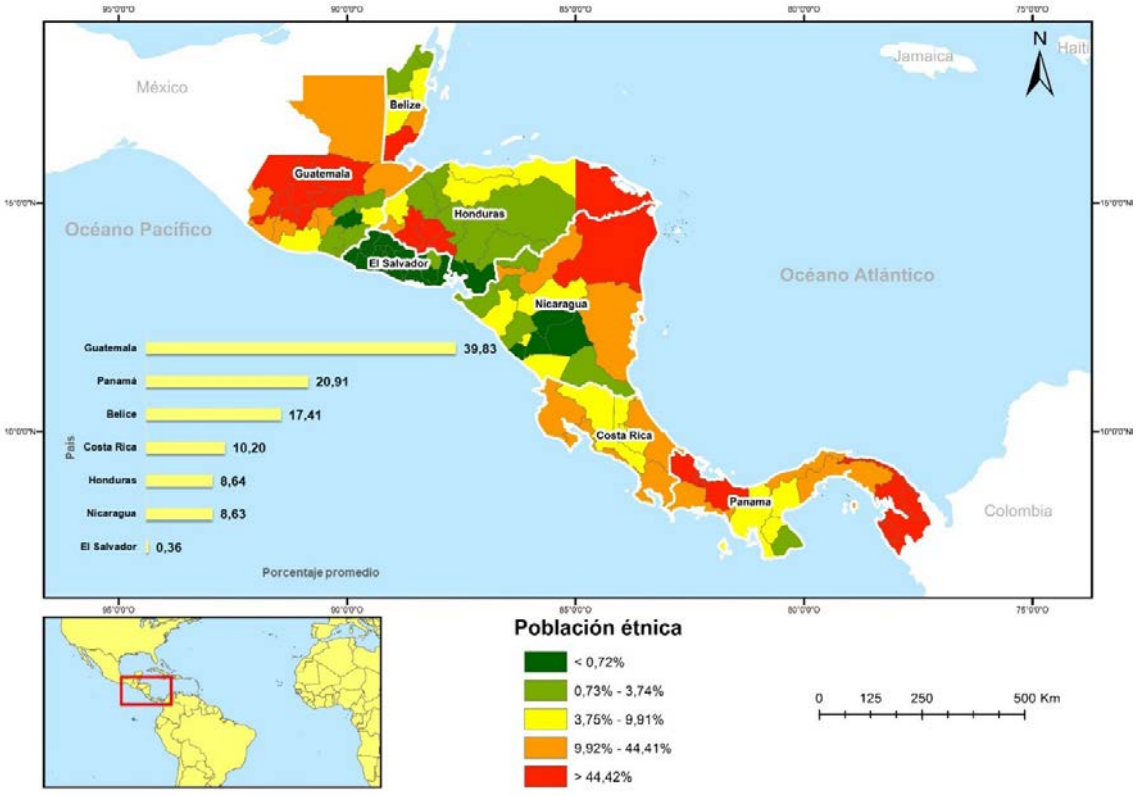
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.6043

Mapa 1. Representación gráfica del Índice de pobreza según necesidades básicas insatisfechas



Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los Censos de los diferentes países de Centroamérica.

Mapa 2. Representación gráfica de la proporción de población étnica

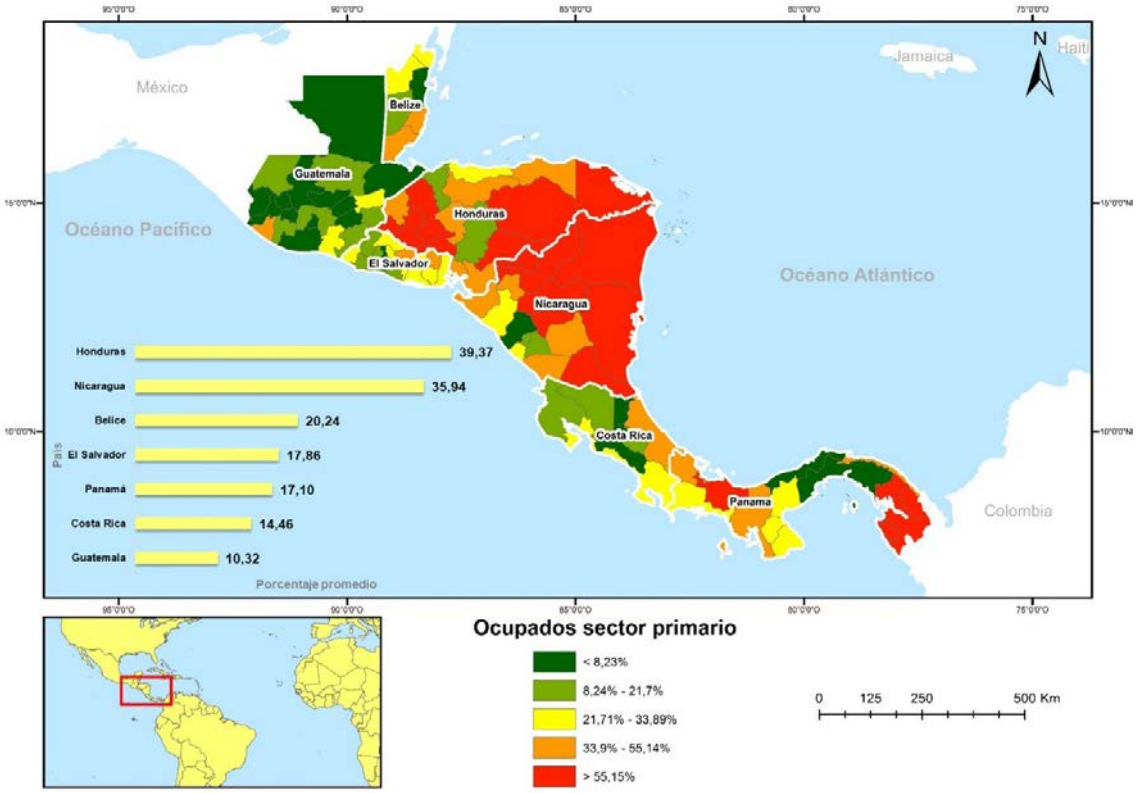


Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los Censos de los diferentes países de Centroamérica.

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

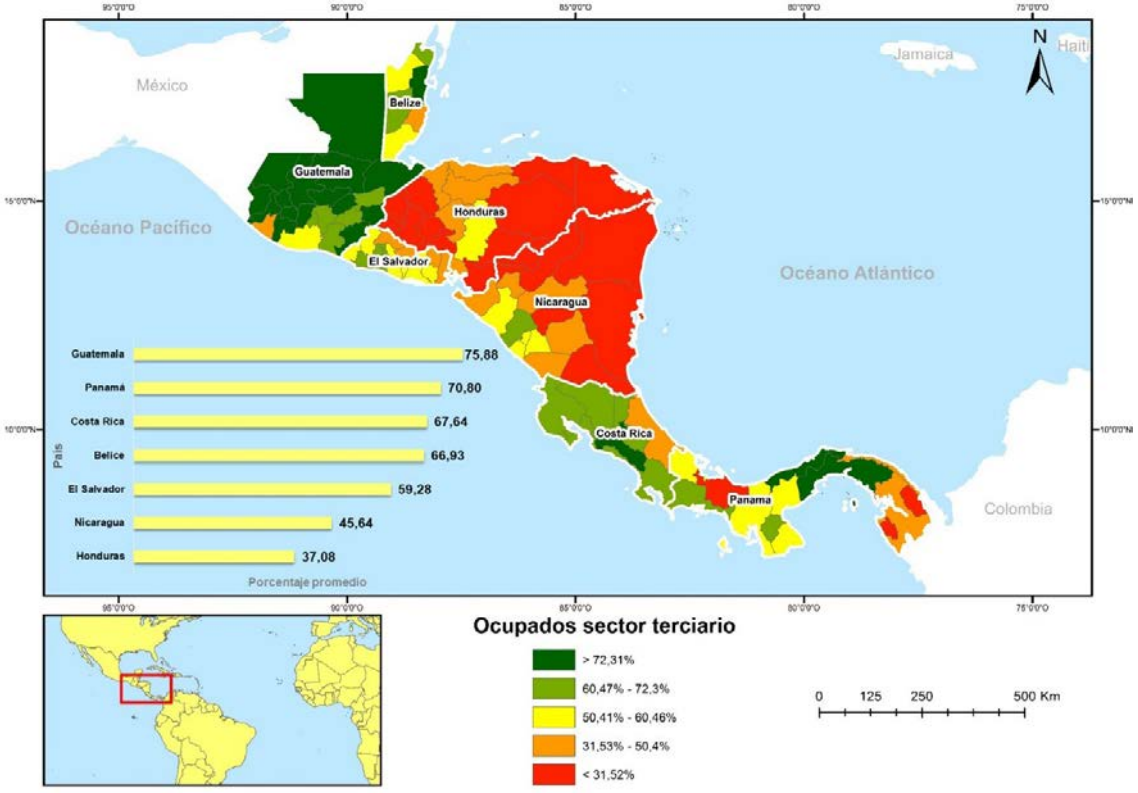
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.6043

Mapa 3. Representación gráfica de los ocupados en el sector primario



Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los Censos de los diferentes países de Centroamérica.

Mapa 4. Representación gráfica de los ocupados en el sector terciario



Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los Censos de los diferentes países de Centroamérica.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Una vez analizadas las variables más destacadas del estudio, se han establecido 3 agrupaciones que han sido tipificados en función de la media ponderada y la desviación estándar de las 11 variables iniciales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Caracterización socioeconómica de los grupos

Grupo 1	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
Media	393086,49	27,31	3,23	55,81	53,75	56,55	19,39	6,21	19,34	13,43	67,64
Desv. Est.	303645,48	33,19	1,57	12,47	3,11	6,90	6,69	5,03	13,08	6,30	15,07
Grupo 2	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
Media	717382,33	7,35	10,50	34,93	63,95	51,88	16,44	5,71	17,08	21,53	62,19
Desv. Est.	720404,45	7,15	4,59	16,17	5,00	6,77	6,92	2,67	9,87	5,86	9,64
Grupo 3	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11
Media	261868,78	24,51	2,34	70,99	56,02	41,41	32,04	3,22	56,02	11,24	30,27
Desv. Est.	157936,54	31,64	1,28	12,67	3,53	4,48	10,88	2,14	15,43	4,82	9,98

Fuente: Elaboración propia

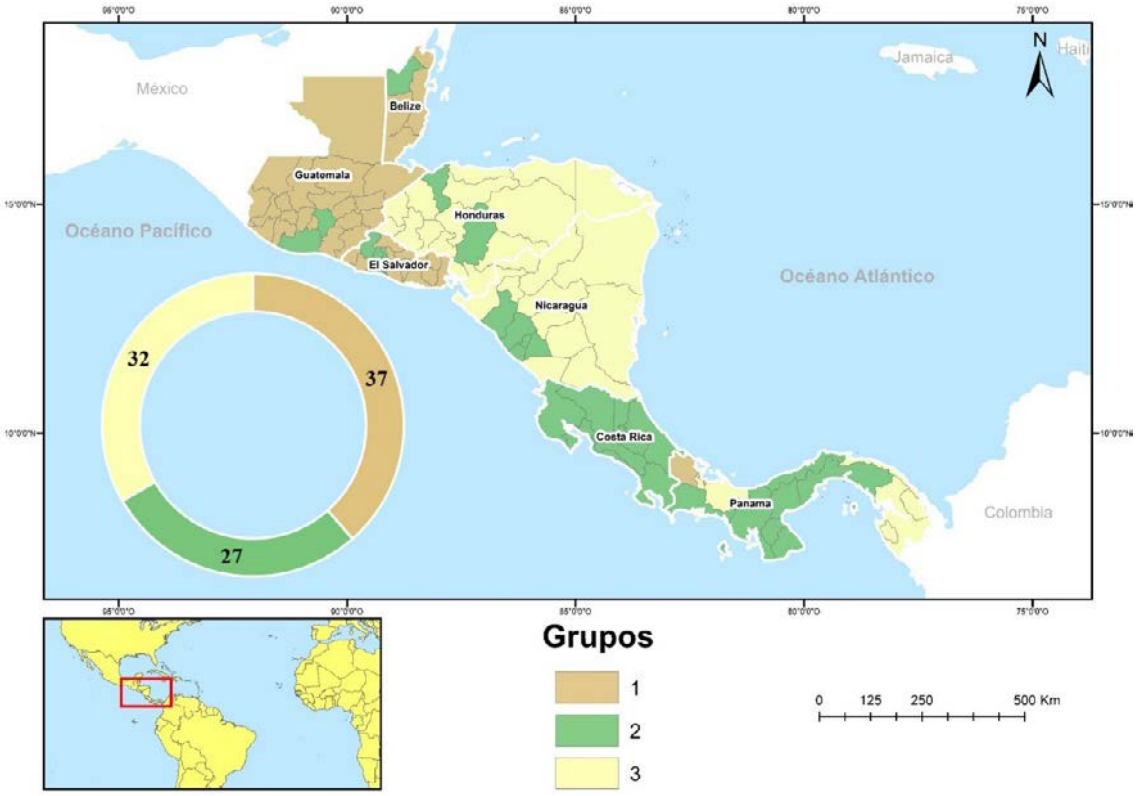
De esta manera, se muestra en el Mapa 5 la localización geográfica de las 3 agrupaciones en las que se ha dividido el territorio centroamericano, permitiendo describir sus respectivas características demográficas y socioeconómicas. Por tanto, el Grupo 1 está conformado por 37 entidades localizadas geográficamente en mayor medida en los países de El Salvador, Guatemala y Belice. En cuanto a las características socioeconómicas que caracterizan a esta agrupación, cabe destacar los altos valores medios que en ellos alcanza la proporción de población étnica (27,31%), la tasa de participación económica (56,55%), la tasa de desempleo abierto (6,21%) y el porcentaje de personas ocupadas en el sector terciario (67,64%). Sin embargo, estas entidades también presentan el menor porcentaje de personas en el rango de edad de 15-64 años.

El Grupo 2 agrupa 27 unidades territoriales principalmente de los países de Costa Rica y Panamá, así como a los departamentos donde están ubicadas las ciudades capitales de Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala. En este conglomerado se alcanzan los valores más elevados en cuanto a número de habitantes (717.382), porcentaje de personas con nivel universitario (10,50%), proporción de habitantes en el rango de edad de 15-64 años (63,95%) y porcentaje de ocupados en el sector secundario (21,53%). En contrapartida, estas localidades disponen del menor porcentaje de población étnica (7,35%), el menor índice de pobreza según NBI (34,93%), la menor tasa de mortalidad infantil (16,44%) y la menor proporción de ocupados en el sector primario (17,08%).

En cuanto al último conglomerado (Grupo 3), está constituido por 32 unidades territoriales especialmente ubicadas en los países de Honduras y Nicaragua. Esta agrupación se caracteriza por presentar puntuaciones medias desfavorables en casi todas las variables analizadas. Así, muestran el mayor índice de pobreza según NBI (70,99%), mayor tasa de mortalidad infantil (32,04%) y mayor porcentaje de ocupados en el sector primario (56,02%). Asimismo, este grupo está conformado por las unidades territoriales con el menor número de habitantes (261.869 como promedio), el menor porcentaje de personas con nivel universitario (2,34%), la menor tasa de participación económica (41,41%), la menor tasa de desempleo (3,22%) y la menor proporción de ocupados en el sector secundario y terciario (11,24% y 30,27%, respectivamente).

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

Mapa 5. Mapa de clasificación de las unidades territoriales de Centroamérica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los Censos de los diferentes países de Centroamérica.

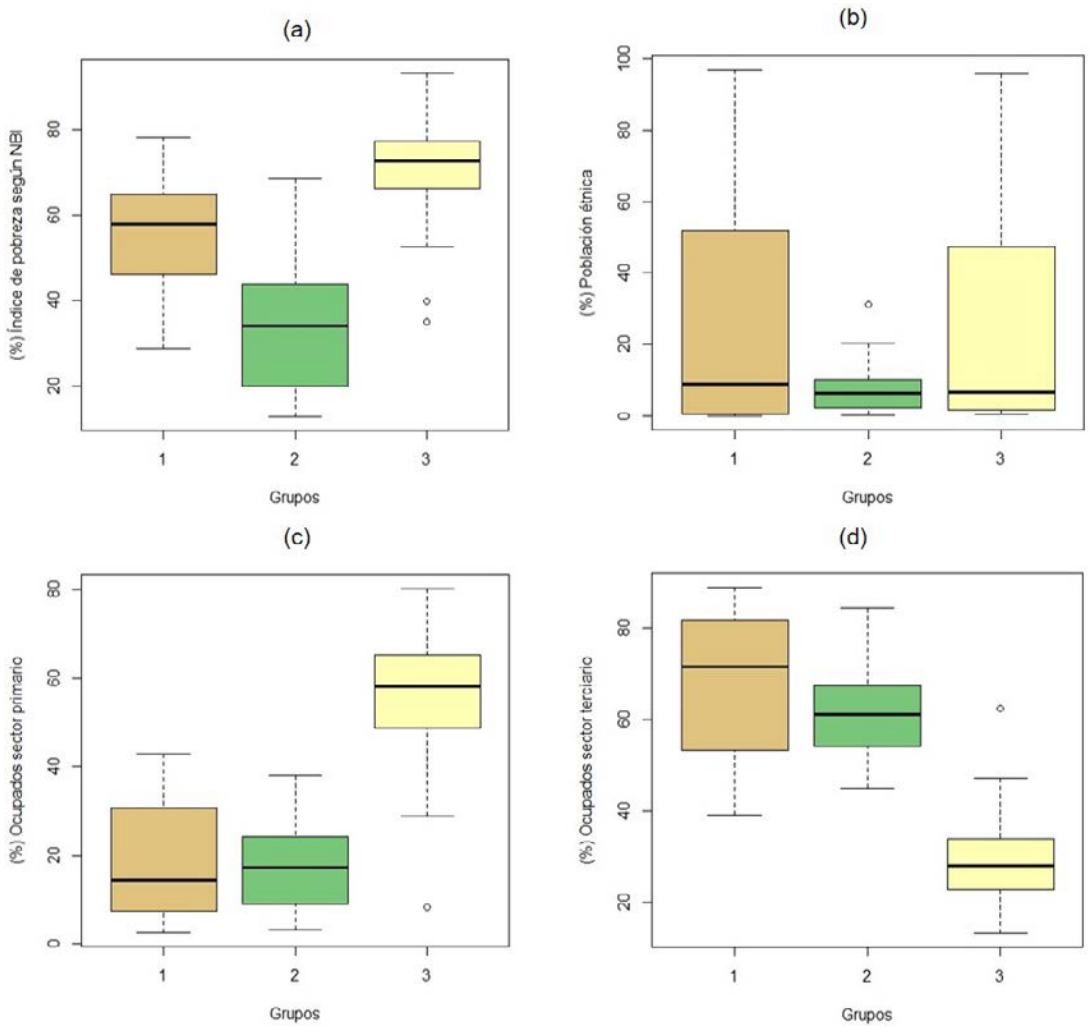
A continuación, se muestra un análisis estadístico a través de diagramas de caja (Gráfico 2), en los que se identifica la mediana, la dispersión y la asimetría de las 3 agrupaciones resultantes, permitiendo observar el comportamiento de las variables en función del grupo al que pertenecen. El Gráfico 2(a) muestra la relación entre las agrupaciones resultantes y el índice de pobreza según NBI, observándose una asimetría negativa en las tres distribuciones. Asimismo se observa que las entidades que pertenecen al Grupo 3 están más concentradas que las que pertenecen a los grupos 1 y 2, a excepción de la provincia de Darien en Panamá y el departamento de Islas de la Bahía en Honduras que presentan valores de 34,89% y 39,77%, respectivamente, en cuanto a la variable representada. Dichos valores se encuentran muy por debajo de la media de la agrupación (70,99%) y están representados por los datos atípicos en el diagrama.

El Gráfico 2(b) muestra distribuciones con asimetría positiva en las 3 agrupaciones, mostrando valores similares con respecto a sus medianas. En cuanto a la variable población étnica, el Grupo 2 aglutina menos unidades administrativas y valores más concentrados que los dos grupos restantes. El dato atípico está representado por la provincia de Colón en Panamá que cuenta con un 31,18% de población étnica, dato que está muy por encima de la media del grupo (7,35%).

En cuanto a los ocupados en el sector primario representados en el Gráfico 2(c), el Grupo 3 muestra una distribución positiva y además presenta una mediana mayor que la de los grupos 1 y 2, mostrando un dato atípico representado por el departamento de Islas de la Bahía en Honduras que cuenta con un 8,23% de ocupados en este sector frente a una media de la agrupación de 56,02%.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Gráfico 2. Gráficos de caja de los grupos frente a las variables seleccionadas más representativas del estudio



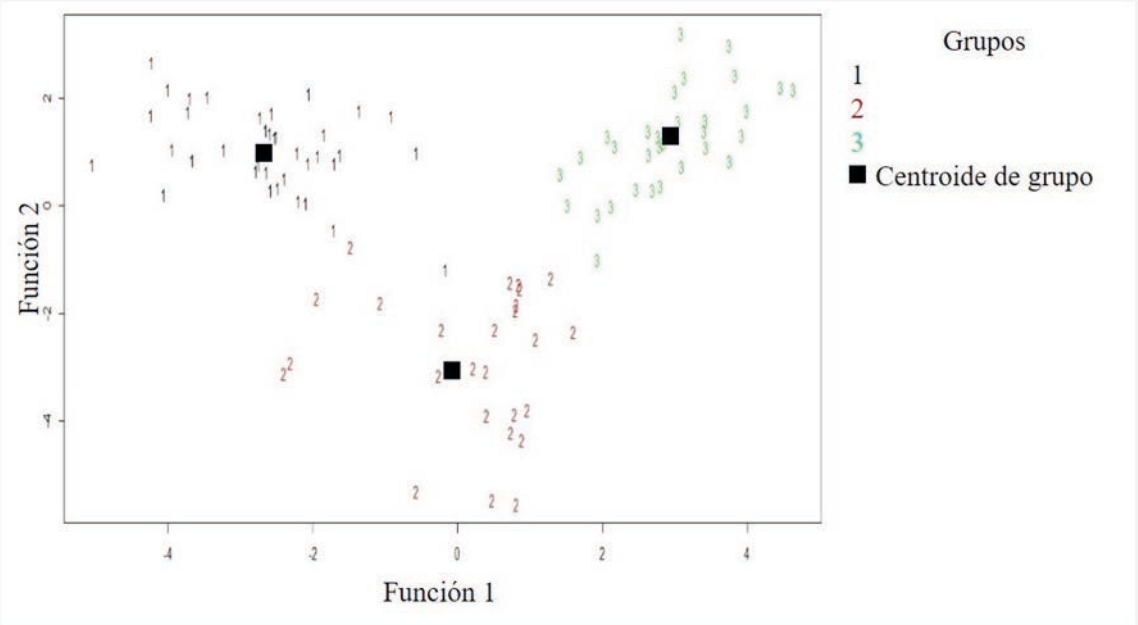
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de los Censos de los diferentes países de Centroamérica.

Finalmente, el Gráfico 2(d) muestra que el grupo 1 presenta una asimetría negativa y una mediana mayor que la del resto de los grupos en cuanto a ocupados en el sector terciario. Por otro lado el Grupo 3 reúne valores más concentrados y una mediana menor que los grupos 1 y 2. En este caso el valor atípico está representado por el departamento de Islas de la Bahía en Honduras, con un valor de 62,47% frente a una media de la agrupación de 30,27%.

Una vez clasificadas las unidades territoriales y caracterizadas las agrupaciones resultantes, se muestran en la Figura 1 las diferentes entidades que han sido clasificadas de acuerdo con los valores que tienen las funciones discriminantes 1 y 2. La función discriminante 1 se representa en el eje de abscisas y la función discriminante 2 en el eje de ordenadas, de tal manera que se pueda observar si existen solapes entre las diferentes agrupaciones e identificar el nivel de concentración de los elementos que pertenecen a un determinado grupo con respecto al centroide del mismo. Ya que los elementos que pertenecen a cada grupo no se solapan entre sí, la Figura 1 apunta a que existen diferencias significativas en cuanto a las características socioeconómicas de los tres conglomerados.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Imagen 1. Funciones discriminantes



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la clasificación se muestra el Cuadro 4, que confirma la facultad discriminante de las funciones, y en la que los grupos 1, 2 y 3 se clasifican correctamente en un 97,3%, 96,3% y 100% respectivamente. Con lo cual, la asignación de las entidades a su respectivo grupo es del 97,9%, validándose de esta manera el proceso de agrupación establecido en el análisis clúster de K-medias.

Cuadro 4. Matriz de confusión / resultados de la clasificación

	Grupo	Grupo de pertenencia pronosticado			Total
		1	2	3	
Recuento	1	36	1	0	37
	2	1	26	0	27
	3	0	0	32	32
%	1	97,3	2,7	0	100,0
	2	3,7	96,3	0	100,0
	3	0	0	100	100,0

Fuente: Elaboración propia.

5. Discusión y conclusiones

Tras el análisis clúster de K-medias utilizado para llevar a cabo el estudio expuesto en el presente documento, se ha logrado obtener una clasificación de las 96 entidades administrativas de los países de Centroamérica en 3 agrupaciones relativamente homogéneas, atendiendo a los valores medios que en ellas alcanzan las 11 variables seleccionadas: un primer grupo integrado por los países de El Salvador, Guatemala y Belice; un segundo grupo conformado por Costa Rica y Panamá; y un tercer grupo constituido por Honduras y Nicaragua. Tales agrupaciones han sido

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

validadas por un análisis discriminante que indica que el 97,9% de las unidades administrativas del área de estudio se encuentran correctamente clasificadas. Asimismo, el análisis de los datos realizado a través de técnicas estadísticas multivariantes utilizando el Software informático de libre uso *R-Statistics,* se ha integrado en un SIG que devuelve una cartografía temática permitiendo identificar las principales disparidades territoriales y mostrar las zonas más desfavorecidas y vulnerables del área de estudio.

De esta manera, la clasificación y caracterización del territorio resulta esencial para comprender la estructura del espacio centroamericano, haciendo posible la consecución de los objetivos establecidos al inicio del documento. En este sentido, algunos esfuerzos por disminuir los desequilibrios territoriales entre sus entidades administrativas, los países del área (a excepción de Belice), apuestan por la planificación basada en el desarrollo y el ordenamiento territorial. Así, mediante planes y estrategias se intenta poner los bienes y servicios del país al alcance de todos sin distinción.

Por otro lado, en respuesta a las preguntas de investigación planteadas inicialmente, es posible concluir que las unidades territoriales de los países de Guatemala, El Salvador y Belice comparten dinámicas territoriales similares y de acuerdo con los valores medios de las variables analizadas en este conglomerado, presentan una situación socioeconómica media. Además, en esta agrupación, la población étnica alcanza el mayor valor, factor determinado por Guatemala, que es el país de Centroamérica que concentra el mayor porcentaje promedio de población étnica. Hacer notar que la población étnica de Guatemala no comparte la situación desfavorable del resto de población étnica de sus países vecinos, lo que podría dar pie a un estudio posterior que clarifique la dinámica socioeconómica de la población étnica guatemalteca. Otra variable de gran relevancia en este clúster es la proporción de ocupados en el sector terciario, que tiene gran importancia como generador de fuentes de ingreso en comparación con las cifras de los grupos 2 y 3; en la misma línea, decir que Costa Rica y Panamá representan las potencias del área, destacando por presentar los valores medios más favorables en la mayoría de las variables estudiadas (alto porcentaje de habitantes con nivel universitario, bajo índice de pobreza según NBI, bajo porcentaje de ocupados en el sector primario), mostrando una situación socioeconómica alta a diferencia de los grupos restantes; finalmente, Honduras y Nicaragua integran el conglomerado con las mayores deficiencias (altos índice de pobreza según NBI, altas tasas de mortalidad infantil, menor tasa de habitantes con nivel universitario, menor porcentaje de ocupados en el sector terciario). La mayoría de las entidades que conforman esta agrupación muestran la peor situación socioeconómica y por lo tanto la más alta vulnerabilidad en relación con las agrupaciones 1 y 2.

Se ponen de manifiesto, por lo tanto, las desigualdades sociales que existen al interior de los países centroamericanos y que, debido a las situaciones que han enfrentado desde el periodo de la colonia hasta la actualidad, han frenado su crecimiento económico.

Asimismo, los resultados alcanzados en esta investigación están en concordancia con estudios anteriores que concluyen que las desigualdades están presentes a cualquier escala territorial (Tassara & Grando, 2013; CEPAL, 2015; Lustig, 2015), y que para lograr un mayor nivel de cohesión es necesario considerar las características distintivas de cada unidad espacial y su potencial de desarrollo endógeno (Goulet, 2008; Banco Mundial, 2009; Santinha, 2014; CEPAL, 2015). De igual modo, la agrupación de dichas entidades, facilita la aplicación de medidas que ayudan a resolver exigencias y problemas comunes, previendo que las medidas de intervención variarán en función de las características y necesidades de cada agrupación obtenida.

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

Por consiguiente, parece evidente que compartir situaciones históricas similares no significa necesariamente presentar las mismas características socioeconómicas, pues la metodología empleada para clasificar y caracterizar el territorio muestra la existencia de heterogeneidades socioeconómicas significativas en el interior de los países centroamericanos.

6. Referencias Bibliográficas

- Aché, Daniel (2012). «Geografía de las desigualdades territoriales socio-económicas y socio-ambientales». Revista Terra, *28*(43), 89-108.
- Aguilar, Adrián y Mateos, Pablo (2011). «Diferenciación sociodemográfica del espacio urbano de la Ciudad de México». *EURE*, 37 (110), 5–30.
- Alfaro, Esteban; Gámez, Matías y García, Noelia (2003). *Una clasificación socioeconómica de las regiones europeas mediante Mapas de Kohonen, working paper*. Universidad de Castilla La Mancha.
- Arias, Rafael; Sánchez, Rafael y Sánchez, Leonardo (2011). «Transformación productiva y desigualdad en Costa Rica». *Ciencias Económicas*, 29 (1), 59-95.
- Ayaviri, Dante y Alarcón, Silverio (2014). «Clasificación socioeconómica de los municipios de Bolivia». *Revista Perspectivas*, (33), 29–55.
- Banco Mundial (2009). Reshaping Economic Geography: World Development Report 2009. Washington, DC: The World Bank.
- Briceño, Wilmar y Gillezeau, Patricia (2010). Una alternativa de análisis multivariante para medir el desarrollo humano en países latinoamericanos. *Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales (NEGOTIUM), 15*(5), 4–36.
- Cabeza-Morales, Israel (2015). «Cohesión territorial : organización para reducir los desequilibrios territoriales». *Bitácora Urbano Territorial*, 25 (1), 1–7.
- Cabeza-Morales, Israel. y Gutiérrez Rey, Franz (2015). «Cohesión territorial: de los alcances a la conceptualización». *Revista Geografica Venezolana*, 56 (2), 293–308.
- Camacho, José y Melikhova, Yulia (2010). «Perspectiva territorial de la unión europea: el largo camino hacia la cohesión territorial». *Cuadernos Geográficos*, 2 (47), 169–188.
- Castillo Rodríguez, Miguel; López-Blanco, Jorge y Muñoz Salinas, Esperanza (2010). «A geomorphologic GIS-multivariate analysis approach to delineate environmental units, a case study of La Malinche volcano (central México». *Applied Geography*, (30), 629–638. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.01.003
- Cecchini, Simone (2005). Indicadores sociales en América Latina y El Caribe. Serie *Estudios Estadísticos y Prospectivos No. 34*. División de Estadísticas y Proyecciones Económicas. Santiago, CL: CEPAL. 82 p.
- Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) (2002). Propuesta de indicadores para el seguimiento de las metas de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo en América Latina y el Caribe. Serie Población y Desarrollo No. 26. Santiago, CL: CEPAL. 74 p.
- CEPALSTAT (Bases de Datos y Publicaciones Estadisticas) (2015). Recuperado de http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/estadisticasIndicadores.asp?idioma=e [consulta: 6 de octubre de 2016].
- CEPLAN (2012). *Violencia y cohesión social en América Latina*. (F. Díaz & P. Meller, Eds.), *Fiiapp.Org* (Uqbar Edit). Santiago, Chile. https://doi.org/ISBN: 978-956-204-036-5
- Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (2015). Panorama del desarrollo territorial en América Latina y el Caribe, 2015 Pactos para la igualdad territorial. Santiago CL: CEPAL. 127 p.
- Comisión de Población Desarrollo y Municipios (2012). Proyecto de Ley General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de la República de Nicaragua., 1–48. Retrieved from http://www.ineter.gob.ni/Ordenamiento/files/ley_general_de_odt.pdf
- Cruces, Eugenia María; De Haro, Julia y Sarrión, María Dolores (2009). «Análisis estadístico de la realidad socioeconómica en Andalucía. Una aproximación a escala municipal». *Investigaciones Regionales*, (18), 107–138.
- Cuadrado, Juan y Marcos, Miguel (2005). «Disparidades regionales en la Unión Europea. Una aproximación a la cuantificación de la cohesión económica y social». *Investigaciones Regionales*, (6), 63–89.
- Del Castillo Cuervo-Arango, Fernando; Fernández, Teresa; Pedrazuela, Carlos y Sacristán Rosario (2006). *Tipología municipal de la Comunidad de Madrid 2006*. Madrid: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

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

- Díaz, Bárbara; Cruces, Eugenia y Morillas, Antonio (1997). «Las regiones europeas: Una tipología basada en la aplicación de técnicas multivariantes». *Revista Asturiana de Economía*, (10), 249–265.
- Domínguez Martín, Rafael (2009). «Desigualdad y bloqueo al desarrollo en América Latina Inequality and development blockade in Latin America». *Principios: Estudios de Economía Política*, (13), 5–32.
- Eurosocial (2015). *Diálogo para la acción Avances en políticas públicas para la cohesión social en América Latina* (Eurosocial). Madrid, España.
- Everitt, Brian y Hothorn, Torsten (2003). *A Handbook of Statistical Analyses using R. American Statistician* (Vol. 57). https://doi.org/10.1198/tas.2003.s221
- Faludi, Andreas (2005). «La política de cohesión territorial de la Unión Europea». *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, (39), 11–30. Retrieved from http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1161228&info=resumen&idioma=SPA
- Fernández, Alfonso; Pedregal, Belén; Rodríguez, Juan; Pita, María y Zoido, Florencio (2009). «El concepto de cohesión territorial. Escalas de aplicación, sistemas de medición y políticas derivadas». *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, *50*, 157–172.
- Fernández, María (2015). «Superación de la pobreza y diferencias socio-territoriales: el caso del Ingreso Ético Familiar en Chile». *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, (63), 195–228.
- Forte, Rosa y Santos, Nancy (2015). «A cluster analysis of FDI in Latin America». *Latin American Journal of Economics*, *52*(1), 25–56. https://doi.org/10.7764/LAJE.52.1.25
- Fuenzalida, Manuel y Moreno, Antonio (2009). «Desigualdades intra-regionales en el desarrollo de la región de Valparaíso, Chile: una propuesta de análisis espacio-temporal». *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (GeoFocus)*, 9, 1-27.
- Gallo, María y Garrido, Rubén (2006). «Disparidades económicas territoriales en el Perú: Una aproximación empírica a partir de microdatos». *Investigaciones Regionales*, 9, 47-72.
- Gänzle, Stefan (2016). «Macro-regional strategies of the European Union (EU) and experimentalist design of multi-level governance: the case of the EU strategy for the Danube region». *Regional & Federal Studies*, 27(1), 1-22.
- Gobierno de la República de Panamá (2014). Plan Estratégico de Gobierno 2015-2019 «Un solo país,» 87–96. https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104
- González, Roberto (2013). «América Latina ante el desarrollo territorial sostenible: retos e incertidumbres en un mundo globalizado». *Perspectiva Geográfica*, *18*(1), 91–116.
- Goulet, Rafaël (2008). El Libro Verde sobre la cohesión territorial: el camino a seguir. *INFOREGIO* No (28). Unión Europea. 20 p.
- Gutiérrez Gallego, José; Naranjo Gómez, José; Jaraíz Cabanillas, Francisco y Ruiz Labrador, Enrique (2015). «Estimación de la cohesión social en los municipios españoles peninsulares tras la implantación de la alta velocidad ferroviaria». *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, (69), 113–138.
- Hill, Edward; Brennan, John y Wolman, Harold (1998). «What is a Central City in the United States ? Applying a Statistical Technique for Developing Taxonomies». *Urban Studies*, *11*(35), 1935–1969. https://doi.org/10.1080/0042098983962
- Hon, Tai-Yuen; Poon, Che-Cheong y Woo, Kai-Yin (2005). «Regional Distribution of Foreign Direct Investment in China A Multivariate Data Analysis of Major Socioeconomic Variables. *The Chinnese Economy*, *38*(2), 56–87.
- Juárez-Neri, Víctor (2008). *Globalización económica, pobreza y desigualdad territorial en México: 1980–2005.* Paper presented at the Jornadas de Economía Crítica, Instituto Politécnico Nacional, México, 27, 28 y 29 de marzo.
- López Ruíz, Estefanía (2005). «Un modelo para el análisis de las desigualdades económicas y sociales en un marco territorial: la provincia de Almería». *Revista de Estudios Regionales*, (74), 119–152.
- Lustig, Nora (2015). «La mayor desigualdad del mundo». *Finanzas & Desarrollo*, *52*(3), 14–16.
- Massiris, Ángel (2008). «Gestión del Ordenamiento Territorial en América Latina: Desarrollo recientes». *IV Seminario de Ordenamiento Territorial*, *1*(4), 1-34. Retrieved from http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3238/massirisproyeccion4.pdf
- Nishigaki, Takahiro y Onoda, Takashi (2012). «Clustering based on independent component». *Proceedings of the The 2012 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, 74–78. https://doi.org/10.1109/WI-IAT.2012.144

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

- Onoda, Takashi; Sakai, Miho y Yamada, Seiji (2012). «Careful seeding method based on independent components analysis for k-means clustering». *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, *4*(1), 51–59. https://doi.org/10.4304/jetwi.4.1.51-59
- Pacheco, Joaquín y Valencia, Olga (2005). «Analisis de nuevos métodos de clasificación. Un ejemplo ilustrativo de su uso en la agrupación de los municipios de Castilla y León». *Estudios de Economía Aplicada*, *23*(3), 711–729.
- Pelucha, Martin; Kveton, Viktor y Safr, Karel (2017). «Theory and reality of the EU's rural development policy application in the context of territorial cohesion perspective—The case of the Czech Republic in the long-term period of 2004–2013». *Land Use Policy*, *62*, 13–28. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.11.036
- Pena, José y Sánchez, José (2008). «Disparidades económicas intraregionales a escala municipal: Evidencia empírica para el caso Gallego». *Revista de Estudios Regionales*, (81), 15–43.
- Pérez, Juan Pablo & Mora, Minor (2007). *La persistencia de la miseria en Centroamérica Una mirada desde la exclusión social*. FLACSO, San José.
- Pérez Hernández, Pedro Pablo; Martín Lozano, José Manuel; Torres Jiménez, Mercedes; Fernández Portillo y Luis Antonio (2014). «Application of Prospective Analysis and Cluster Analysis as a Tool to Aid in the Design of Rural Development Policies: the Case of Andalusia». *Cuadernos de Desarrollo Rural*, *73*(11), 61–86. https://doi.org/10.11144/Javeriana.CDR11-73.apac
- Pillet, Félix; Cañizares, María; Ruíz, Ángel; Plaza, Julio; Santos, Jesús y Martínez, Héctor (2007). «Fuentes para la aplicación de la Estrategia Territorial Europea en Castilla-La Mancha». *Estudios Geograficos*, *LXVIII*(263), 627–651.
- Pillet, Félix; Cañizares, María; Ruíz, Ángel; Martínez, Héctor; Plaza, Julio y Santos, Jesús (2013). «Los indicadores de la cohesión territorial en el análisis de la escala supramunicipal o subregional: policentrismo y áreas funcionales urbanas (FUAS)». *Ería: Revista Cuatrimestral de Geografía*. (90), 91–106. Retrieved from http://revistaeria.es/index.php/eria/article/view/942
- Pita López, María Fernanda y Pedregal Mateos, Belén (2015). «La medición de la cohesión territorial a escala regional. Propuesta metodológica y aplicación a Andalucía». *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, (68), 31–55.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2015). *Atlas de Desarrollo Humano Local: Panamá 2015. Panamá*.
- Rose, David y Harrison, Eric (2014). *Social Class in Europe: an introduction to the European socio-economic classification*. New York. Routledge, 324 pp.
- Rodríguez, Alonso (2015). «Encrucijada de déficits y desigualdades: Centroamérica, historia de una región desintegrada». *Estudios Sociales*, *XXXIII* (45), 10-32.
- Rodríguez Martínez, Francisco y Zoido Naranjo, Florencio (2001). «Desarrollo territorial y evaluación de la diversidad y desigualdad intrarregional. Una aproximación desde Andalucía». *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, (32), 113–125.
- Rúa Vieites, Antonio; Redondo Palomo, Raquel y del Campo Campos, Cristina (2003). «Distribución municipal de la realidad socioeconómica gallega». *Revista Galega de Economía*, *12*(2), 1–20.
- Sanches Abreu, Marcos; De Oliveira, Julio; Albuquerque Andrade, Viviane y Meira, Aanderson (2011). «Proposta metodológica para o cálculo e análise espacial do IDH intraurbano de Viçosa – MG». *Revista Brasileira de Estudos de Populacao*, *28*(1), 169–186.
- Santinha, Gonçalo (2014). «O princípio de coesão territorial enquanto novo paradigma de desenvolvimento na formulação de políticas públicas: (re) construindo ideias dominantes». *EURE*, *40*(119), 75–97.
- Secretaría de Gobernación y Justicia (2003). *Ley de ordenamiento territorial y su reglamento general*. Tegucigalpa.
- Secretaría de planificación y programación de la presidencia. (2014). *Plan nacional de desarrollo: K'atun: Nuestra Guatemala 2032*. Guatemala.
- Secretaría Técnica y de Planificación. (2015). Plan Quinquenal de Desarrollo (2014 - 2019), 2010–2012. El Salvador. https://doi.org/10.4135/9781412976961.n119
- Sequeira, Hipólita (2015). «Novo desenvolvimentismo e dinâmica urbano-regional no Brasil». *EURE*, 41(122), 261-277.
- Shaker, Richard (2015). «The spatial distribution of development in Europe and its underlying sustainability correlations». *Applied Geography*, *63*, 304–314. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.07.009

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

- Silva, Iván y Echevarría, Rafael (2014). *Estrategias y políticas nacionales para la cohesión territorial. Estudios de caso latinoamericanos* (Análisis No. 5). Madrid, España. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37849/S1420715_es.pdf?sequence=1
- Soares, Joao; Lourenço, María & Ferreira, Carlos (2003). «A multivariate methodology to uncover regional disparities: A contribution to improve European Union and governmental decisions». *European Journal of Operational Research*, (145), 121–135.
- Stimson, Robert; Baum, Scott; Mullins, Patrick y O´Connor, Kevin (2001). «A typology of community opportunity and vulnerability in metropolitan Australia». *Regional Science*, *66*(80), 45–66.
- Tassara, Carlo y Grando, Luigi (2013). Cohesión y desarrollo territorial participativo en América Latina. Elementos teóricos y buenas prácticas de la cooperación al desarrollo (con L. Grando).En: ERLI MARGARITA MARÍN ARANGUREN Y MARÍA CLAUDIA ROMERO AMAYA (eds.). Cuando el Sur piensa el Sur. Los giros de la cooperación al desarrollo (pp. 281-331). Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Facultad de Finanzas, Gobierno y Relaciones Internacionales. Centro de Investigaciones y Proyectos Especiales (CIPE).
- Torres-Rivas, Edelberto (2007). *La Piel de Centroamérica* (1a. edició). San José, Costa Rica.
- Vickers, Dan y Rees, Phil (2007). «Creating the UK National Statistics 2001 output area classification». *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 170(2), pp. 379-403.
- Vincent, Paula y Nión, Ariel (2015). *Indicadores de Cohesión Territorial en Uruguay* Disparidades, Institucionalidad y Capital Social. (P. Azzarini, Ed.) (Primera ed). Montevideo, Uruguay: Dirección de Descentralización e Inversión Pública.
- Vivo, Juana; Hermoso, José y Cano, Rafael (2005). *Factores latentes del desarrollo en los municipios de la región de Murcia*. Paper presented at the XII Jornadas de ASEPUMA. Murcia, 16 y 17 de septiembre.
- Wu, Edmond y Yu, Philip (2005). Independent Component Analysis for Clustering Multivariate Time Series Data. *International Conference on Advanced Data Mining and Applications*, 474–482.
- Žalik, Krista (2008). «An efficient k -means clustering algorithm». *Pattern Recognition Letters*, *29*(9), 1385–1391. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2008.02.014
- Zhai, Yikui; Liu, Kaipin; Piuri, Vincenzo; Ying, Zilu y Xu, Ying (2016). SAR automatic target recognition based on K-means and data augmentation. *Proceedings of the 2016 International Conference on Intelligent Information Processing - ICIIP '16*, 1–6. https://doi.org/10.1145/3028842.3028894

Sobre los autores

Dania Valentina Mena Arzú
Estudiante del programa de doctorado en Desarrollo Territorial Sostenible en la Universidad de Extremadura, Cáceres, desde 2015 a la fecha. Docente de Planta Investigadora de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Tecnológica Centroamericana, UNITEC, desde abril de 2018 a la fecha.

José Antonio Gutiérrez Gallego
Director de Planificación Académica de la Universidad de Extremadura desde enero de 2015. Director de Estudios Oficiales de Máster y Doctorado de la Universidad de Extremadura desde diciembre de 2011 hasta enero de 2015. Miembro del Consejo de Gobierno de la Universidad de Extremadura desde enero de 2011 hasta diciembre de 2014. Subdirector de Relaciones Institucionales e Investigación del Centro Universitario de Mérida desde octubre de 2005 hasta septiembre de 2010. Miembro del Consejo de Gobierno de la Universidad de Extremadura desde julio de 2003 hasta marzo de 2004. Miembro del Claustro de la Universidad de Extremadura desde abril de 2002 hasta el día de la fecha.

Francisco Javier Jaraíz Cabanillas
Profesor Contratado Doctor en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales de la Universidad de Extremadura. Máster en Urbanismo y Ordenación del Territorio (2006) y Tecnologías de la Información Geográfica: SIG y Teledetección (2010) y doctor en Geografía por la Universidad de Extremadura en 2011. Temas de investigación en torno a la ordenación del territorio, la movilidad, la accesibilidad y la percepción del espacio geográfico y su didáctica. Ha publicado más de 50 trabajos en formato artículo para revistas de reconocido prestigio (9 JCR y 8 SJR) y como capítulos de libros, así como más de 45 comunicaciones en congresos nacionales e internacionales.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5974

El proceso de urbanización en un territorio pastoril trashumante del Noroeste de Patagonia, Argentina (1920-2010)

Marcos Horacio Easdale[1] ✉ | Martín Roberto Aguiar[2] | Raúl Paz[3]

Recibido: 19/05/2017 | Aceptado: 02/02/2018

Resumen

Muchas regiones montañosas, áridas y semiáridas sostienen comunidades rurales con características culturales y socio-productivas adaptadas a las condiciones biofísicas de dichos ambientes, como los sistemas pastoriles trashumantes del Noroeste de Patagonia. En esos contextos, se ha propuesto que el proceso de urbanización puede tener consecuencias en la sedentarización de las comunidades, en la fragmentación ecológica y agronómica del paisaje y en sus prácticas culturales. Estos cambios conllevan impactos sociales, productivos y ecológicos. El objetivo de este estudio fue analizar si existen evidencias de un proceso de urbanización en el norte de Neuquén, Argentina, su magnitud espacial y temporal cuantificado a través de indicadores demográficos y educativos, y su asociación con los niveles de infraestructura regional actuales. Los resultados son discutidos a la luz de propuestas de desarrollo y gobernanza territorial y sus consecuencias para la actividad pastoril trashumante.

Palabras clave: ganadería; paisaje; pastizales áridos; regiones montañosas; rural; sedentarización.

Abstract

The urbanization process in a transhumant pastoral territory of North-West Patagonia, Argentina (1920-2010)

Many mountainous, arid and semi-arid regions sustain rural communities with cultural and socio-productive characteristics, which are adapted to the biophysical conditions of such environments, such as transhumant pastoralism from North-West Patagonia. In these contexts, it has been proposed that the urbanization process can have implications in the sedentarization of the communities, in the ecological and agronomic fragmentation of landscapes and in its cultural practices. These changes entail social, productive and ecological consequences. The aim of this study was to analyze if there is evidence of an urbanization process in Northern Neuquén, Argentina, its spatial and temporal magnitude as measured by demographic and educational indicators, and its association with current regional infrastructure levels. Results are discussed in the light of proposals for territorial development and governance and their implications for transhumant pastoral activity.

Keywords: livestock; landscape; arid grasslands; mountainous regions; rural; sedentarization.

1. Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB), INTA-CONICET. Río Negro, Argentina. easdale.marcos@inta.gob.ar
2. Cátedra de Ecología - IFEVA, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires-CONICET. Buenos Aires, Argentina. aguiar@agro.uba.ar
3. Instituto de Estudios para el Desarrollo Social (INDES), CONICET-Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina. pazraul5@hotmail.com

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

Résumé

Le processus d'urbanisation sur le territoire pastoral migratoire de la Patagonie du nord-ouest, Argentine (1920-2010)

De nombreuses régions montagneuses, arides et semi-arides soutiennent des communautés rurales ayant des caractéristiques culturelles et socio-productives adaptées aux conditions biophysiques de ces environnements, tels que les systèmes pastoraux de transhumance du Nord-Ouest de Patagonie. Dans ces contextes, il a été proposé que le processus d'urbanisation peut avoir des conséquences sur la sédentarisation de ces communautés, la fragmentation écologiques et agronomiques des paysages, ainsi que sur leurs pratiques culturelles. Ces changements entraînent des conséquences sociales, productives et écologiques. Le but de cette étude est d'analyser s'il existe des preuves d'un processus d'urbanisation dans le nord de Neuquén, en Argentine, si son étendue spatiale et temporelle peut être quantifiée par des indicateurs démographiques, éducatifs et par leur association avec les différents niveaux d'infrastructure régionale actuels. Ces résultats sont discutés dans le cas de propositions pour le développement et la gouvernance territorial, et de leurs conséquences sur les activités pastorales de transhumance.

Mots-clés: agriculture; paysage; prairies arides; les régions montagneuses; rurales; sédentarisation.

1. Introducción

El proceso de urbanización es un fenómeno relativamente reciente en la historia de la humanidad, cuyas principales causas se asocian a las lógicas en la asignación de recursos, a los cambios tecnológicos vinculados a la productividad del hombre y a modificaciones en los estilos de vida y aspiraciones sociales, que comenzaron en la era moderna. En el contexto de desarrollo capitalista mundial, las áreas urbanas han sido identificadas como un factor clave para asegurar un crecimiento económico sostenido de los países o las regiones. En particular, han tenido un papel central en muchas regiones como Europa, asociado a los cambios generados por la Revolución Industrial y la creciente necesidad de mano de obra concentrada en polos manufactureros, en una sociedad preindustrial cuya base era predominantemente agraria (Marx, 1867).

La modernidad generó una ruptura histórica con respecto a las formas anteriores de organización social. Una de las principales consecuencias del proceso de urbanización en el mundo moderno es el sostenido declinar en la proporción de la población que sustenta su vida en la actividad agropecuaria, forestal, la caza y la pesca, para depender crecientemente de actividades vinculadas al rubro de servicios (UN, 1996). Este proceso va definiendo una nueva etapa posmoderna basada en la multiculturalidad, en un mayor individualismo, con cambios desde una economía de la producción a una economía de consumo, en la impronta tecnológica y una revalorización de la naturaleza y de la importancia del medio ambiente, pero contradictorias con el sistema y estilo de vida dominante (Lyotard, 1979). Uno de los cambios estructurales más importantes asociados a esta nueva etapa posmoderna es que la mayor proporción de la humanidad vive o comienza a vivir en asentamientos o aglomeraciones urbanas.

El proceso social de urbanización se define como la proporción creciente de la población que reside en ciudades y pueblos en relación a la población total. Es un proceso de escala mundial que se ha ido acelerando en diferentes territorios a partir del siglo XX (McGee, 1971; Chen *et*

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

al., 1998). Entre los años 1950 y 2010, la población mundial urbana pasó del 29% al 52% de la población total, y según proyecciones para el año 2050 podría superar el 65% (UN, 2012). Sudamérica es considerada en la actualidad una región predominantemente urbana, habiendo pasado en el mismo período del 43% al 83%, respectivamente. En particular, Argentina pasó del 65% en 1950 al 92% en 2010 de la población en áreas urbanas, constituyendo en la actualidad, junto con Uruguay y Venezuela, los países con mayores niveles de urbanización de la región (UN, 2012). Si bien el incremento demográfico urbano ha estado explicado principalmente por la migración rural (actualmente importante en regiones como Asia y África), el proceso de movilidad espacial de la población entre zonas urbanas adquiere en la actualidad una creciente relevancia. Si bien la urbanización es descripta por los cambios demográficos, a escala territorial dicho proceso tiene influencia en muchos otros aspectos como la modificación de la estructura del paisaje y el uso de la tierra, la conectividad y niveles de infraestructura, cambios en el poder relativo de diferentes sujetos sociales, la toma de decisiones y los estilos de vida locales.

La gobernanza de un territorio también se modifica con un proceso de urbanización creciente, particularmente en territorios predominantemente rurales. En particular, las sociedades urbanas comienzan a tener opiniones y demandas asociadas al uso y manejo del paisaje rural, sobre la conservación de los recursos naturales vinculados a la provisión de servicios ambientales clave como el agua, e incluso sobre las prácticas productivas tanto industriales como agropecuarias (Bryant *et al.*, 1982; Yu y Ng, 2007). Dichas demandas estarían modificando en algunos socio-ecosistemas regionales incluso las maneras de producir los alimentos, con exigencias que van desde la producción orgánica o ambientalmente amigable (Lockie *et al.*, 2002; Lund *et al.*, 2013), hasta el cuidado y resguardo del bienestar animal (Verbeke y Viaene, 2000). Sin embargo, la urbanización también se encuentra asociada a un incremento en el consumo de energía fósil y en la presión sobre el ambiente, tanto cercano a los centros urbanos como alejado, donde se producen o extraen recursos necesarios para la vida actual (Siciliano, 2012). De hecho, es creciente la preocupación de la amenaza que implica la expansión de la población urbana sobre la biodiversidad y la productividad de los ecosistemas, a través de la pérdida de hábitat, biomasa y almacenamiento de carbono (Seto *et al.*, 2012).

Otra característica de los procesos de urbanización común a muchas regiones del mundo y aún en territorios con gobiernos democráticos y federales, es que las decisiones políticas están sobre-influenciadas por las zonas con mayores densidades poblacionales. Es decir que existe una excesiva centralización del poder político y económico, más evidente aún si el sistema urbano se concentra en mega-ciudades como ocurre en Latinoamérica (Córdoba y Gago, 2010). En contraposición, particularmente las regiones áridas y semiáridas se caracterizan por su lejanía geográfica de los centros de poder político y económico, baja densidad poblacional y escasa organización social que pueda articularse con las formas actuales de gobierno, y por ende baja representatividad política, teniendo en general poca incidencia en el diseño de políticas vinculadas incluso a su propio territorio (Stafford, 2008). Muchos países siguen destinando sus escasos recursos al desarrollo urbano de industrias, dejando de lado las áreas rurales, aún a pesar de que en algunas regiones una elevada proporción de población es todavía rural (Epstein y Jezeph, 2001). En otros casos, el proceso de globalización y una corriente de pensamiento occidental basada en regiones templadas húmedas, y aplicada a la política y manejo pastoril en muchas regiones áridas y semiáridas, han generado una serie de cambios sociales y productivos que impactaron en muchos sistemas pastoriles móviles (Homewood, 2004; Rohde *et al.*, 2006). Por ejemplo, la sedentarización es un proceso a través del cual un sistema cultural-pastoril con alta movilidad espacial es concentrado alrededor de rutas de comercio y pueblos para favorecer el intercambio (Weber y Horst, 2011).

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

Esta lógica de concentración permite también a los gobiernos un mayor control productivo e impositivo, y favorece la provisión de servicios sociales. Sin embargo, dicho proceso tuvo menos en cuenta las características de adaptación a la variabilidad espacio-temporal del ambiente, y la existencia de relaciones sociales y componentes institucionales –cultura-, que estaban involucrados en la movilidad espacial o actividad trashumante (Fernández y Le Febre, 2006).

La trashumancia surgió hace cientos de años en diferentes lugares del mundo. Se caracteriza por los movimientos de familias y sus rebaños de acuerdo con las estaciones, entre sitios de pastoreo pre-establecidos y con condiciones ambientales generalmente contrastantes. Los mismos incluyen sitios de pastoreo otoño-invernal, generalmente ubicados en valles o planicies de baja altitud, que involucran pastizales de zonas áridas y semiáridas denominados invernadas. Por otro lado, utilizan sitios de pastoreo diferentes en época estival, generalmente ubicados en zonas de montaña como pastizales de altura y humedales, denominados veranadas. Es por ello que las comunidades trashumantes han evolucionado en ambientes que involucran regiones áridas y montañosas (Suttie y Reynolds, 2003; Nautiyal *et al.*, 2003; Bendini *et al.*, 2004; Thevenin, 2011). A su vez, este tipo de ganadería móvil se asienta en general sobre algún tipo de uso común de la tierra (por ejemplo los caminos de arreo) y en instituciones formales y no formales que regulan el acceso y el manejo pastoril (Ostrom, 1990; Fernández 1999). Considerando este contexto, se ha propuesto que un proceso de urbanización puede tener impactos en la fragmentación del paisaje y en la sedentarización de las comunidades rurales, con consecuencias sociales, productivas y ecológicas (Galvin *et al.*, 2008).

Territorios aún dominados por comunidades con estilos de vida basados en la ganadería trashumante serían vulnerables a un proceso de urbanización. El presente estudio está guiado por el supuesto de que las áreas urbanas están controladas por lógicas de sedentarización. Estas lógicas promoverían un conflicto entre los procesos de fijación espacio-temporal de personas o familias rurales en asentamientos espacialmente definidos y la naturaleza trashumante como su principal medio de vida. Las familias que se trasladan del ámbito rural al urbano modifican sus estilos de vida y otros aspectos culturales de manera significativa, e intensifican las relaciones urbano-rurales, redundando en nuevos desafíos en la gobernanza del territorio. Regiones con actividad trashumante, como el noroeste de Patagonia Argentina, presentan una red socio-productiva de movimientos, consolidada en un proceso cultural que refleja la institucionalidad asociada a la heterogeneidad biofísica de la región (Easdale *et al.*, 2016). El segundo supuesto importante es que no se puede analizar la trashumancia sino como una red conformada por nodos (sitios de pastoreo), y sus relaciones a través de caminos de arreo y sujetos sociales que los conectan (familias y majadas). En estas redes, algunas zonas cobran especial importancia topológica en la interconexión biofísica, debido por ejemplo a la cantidad de conexiones que involucran con otras zonas, denotando su relevancia estructural en la red en su conjunto. Por lo tanto, un proceso de cambio promovido por la urbanización progresiva en la región, podría tener a su vez impacto en zonas con alta importancia topológica para la red trashumante (Easdale *et al.*, 2016), y en consecuencia influenciar otras zonas distantes. El objetivo de este estudio fue analizar si existen evidencias de un proceso de urbanización en el Norte del Neuquén (Argentina), la magnitud espacial y temporal del mismo medido a través de indicadores demográficos y educativos, y su asociación con los niveles de infraestructura regional actuales. En particular, los estudios incluyen: i) una recopilación histórica de indicadores demográficos a escala regional, ii) variaciones de matrículas escolares ocurridas a fines de la década del 2000 y iii) un conjunto de indicadores de infraestructura referida a comunicación logística, disponibilidad edilicia en educación y distribución de tierras.

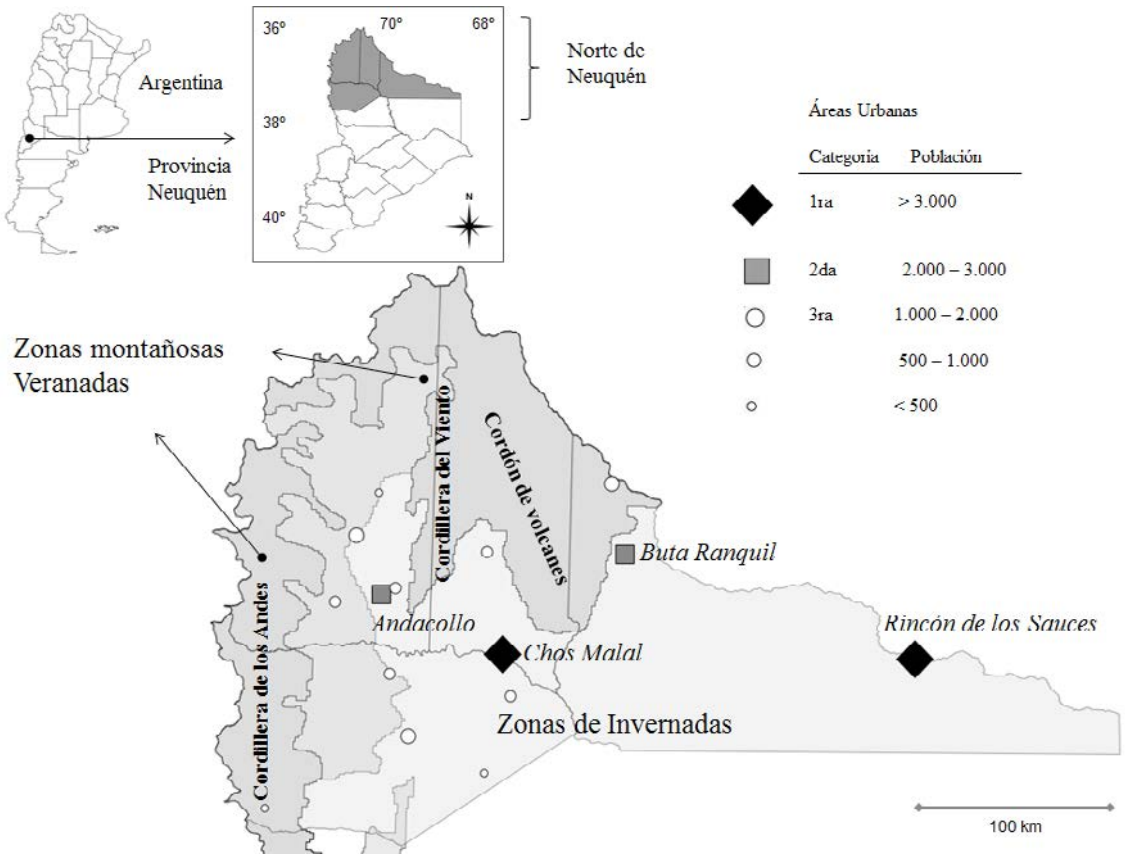
BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0
e-ISSN 2340-0129

Los resultados son discutidos a la luz de propuestas de desarrollo regional y sus consecuencias para la actividad pastoril trashumante.

1.1. Área de estudio y breve reseña histórica

Los principales asentamientos urbanos en la región norte de Neuquén se ubican en zonas de invernada, principalmente en valles o planicies de baja altitud (hacia el centro-sur y este regional), aledaños a zonas montañosas (Mapa 1). Los centros urbanos en general, y los de mayor tamaño en particular, se encuentran asociados a cursos de agua que provienen de la Cordillera de los Andes y Cordillera del Viento.

Mapa 1. Principales áreas urbanas en la región Norte del Neuquén, por categoría y según dimensión demográfica. La 1ra y 2da categoría corresponden a Municipios (identificados con el nombre), mientras las 3ras categorías a Asociaciones de Fomento Rural. Las áreas con distintas tonalidades de grises identifican a las siguientes Regiones Ecológicas (ordenadas siguiendo el gradiente gris oscuro a gris claro): i) Cordillera, ii) Pastizales Subandinos, y iii) Zonas semiáridas y áridas (incluye Distrito Central y Occidental de Patagonia, y Monte) (Fuente: Bran *et al*., 2002). Se indican los cordones montañosos, hábitats que contienen las veranadas. Las invernadas se ubican predominantemente en las zonas áridas y semiáridas.



El crecimiento demográfico regional, y el de las áreas urbanas en particular, deben ser analizados en el contexto de factores históricos, políticos y económicos extra-regionales. En primer lugar, desde su fundación en 1887 la ciudad de Chos Malal fue la primera capital del Territorio del Neuquén, basada en asentamientos de origen social indígena vinculados a la actividad ganadera, y a circuitos de intercambio económico y lazos culturales con Chile (Favaro, 1992; Silla, 2005). Dicha zona constituyó también un emplazamiento militar estratégico luego de la incorporación del territorio Patagónico al Estado Nación, a partir de la denominada Conquista del Desierto (1885).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

La demarcación del límite internacional con Chile constituyó un factor importante en la reconfiguración del territorio, sentando las bases de un sistema trashumante en el cual las veranadas no solo configuraban un espacio de pastoreo, sino también un espacio social y de intercambio comercial con el vecino país (Pérez, 2007). Sin embargo, en 1904 la capital fue trasladada a la actual ciudad de Neuquén con la llegada del ferrocarril y las obras de irrigación en dicha zona, cambiando por ende el eje del poder político y el desarrollo económico regional (Favaro, 1992). En otras palabras, el Estado Nacional (hasta la constitución del Estado provincial en 1957) no priorizó la región norte de Neuquén como eje de desarrollo económico, salvo para el cuidado de la soberanía territorial. Por otro lado, esta circunstancia de aislamiento político-económico habría favorecido la configuración de un espacio de refugio al desarrollo capitalista. En cierta medida facilitó a la comunidad local mantener características culturales propias, negociando y seleccionando componentes culturales desde sus modalidades étnicas, e internalizando solo los elementos útiles a sus vivencias (Sapag, 2011). Sin embargo, a partir de 1940 las instituciones nacionales cerraron definitivamente la frontera internacional prohibiendo el intercambio comercial con Chile, pero sin ofrecer a cambio alternativas comerciales constructivas para la región. Sus productos (por ejemplo, carne y lana) fueron desvalorizados y las vías de transporte y comunicación hacia el sur eran muy precarias e impidieron una salida rápida hacia nuevos mercados (Sapag, 2011). La ausencia de institucionalidad y de apoyo socio-económico puso en crisis a la comunidad local, promoviendo procesos de reconfiguración territorial asociados a migración de población rural hacia otras regiones como el centro de Neuquén y el Alto Valle de Río Negro (Pérez, 2007). En esta etapa los pastizales naturales y la ganadería trashumante constituyeron más que nunca las fuentes principales de subsistencia (Sapag, 2011).

En 1957 se crea el Estado Provincial de Neuquén, y a mediados de la década de 1960 se consolida el estado provincial. Se tiende la red vial de conexión de manera que la región norte fue saliendo progresivamente de su aislamiento. Al mismo tiempo, se fundaban nuevos poblados (en los departamentos Minas y Pehuenches) y se creaban instituciones con presencia local. Este desarrollo fue sentando las bases para un creciente flujo de intercambio de bienes y servicios, y un proyecto a largo plazo de poblamiento regional. Sapag (2011) indica "esta etapa de desarrollo fue aportando progresivamente gente con sus propias identidades y proyecciones culturales que ocuparon posiciones sociales emblemáticas (escuelas, comisarías, municipalidades, asociaciones de fomento rural, etc.), creando un escenario intercultural complejo que se mantiene hasta la actualidad".

Tanto la demografía como la economía provincial fueron profundamente influenciadas desde inicios del siglo XX por el desarrollo de la actividad petrolera y gasífera. La misma estuvo impulsada inicialmente por el Estado Nacional a partir de 1907, mayormente focalizada en la región central de Neuquén (Favaro, 1992). A partir de la segunda mitad del siglo XX y en el marco de un proceso de industrialización, Neuquén se integra al mercado nacional e internacional como proveedor de recursos energéticos (petróleo, gas y electricidad) (Favaro, 1998). La actividad petrolera se expande geográficamente y comienza a tener una creciente influencia sobre la región norte provincial, particularmente en las zonas de invernadas. De hecho, las ciudades de Rincón de los Sauces y Buta Ranquil (departamento Pehuenches, Mapa 1) se fundan en 1970 y 1985, respectivamente, en torno a dicha actividad y han sido desde entonces conglomerados urbanos con un elevado crecimiento demográfico regional. Este tipo de actividad dominante como oferente de empleo podría estar generando un cambio en la estructura poblacional regional.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2. Metodología

La evolución demográfica fue estudiada a partir de los datos procesados por la Dirección Provincial de Estadística y Censos, Neuquén, correspondientes a: i) Censo General de los Territorios Nacionales de 1920, ii) IV Censo General de la Nación de 1947 iii) Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas de 1970, y iv) Censos Nacionales de Población y Vivienda de los años 1960, 1980, 1991, 2001 y 2010. Con dicha información, se reconstruyó la evolución de la población total para la provincia del Neuquén, y los departamentos de la región Norte, principalmente asociados al territorio en donde se desenvuelve la trashumancia: Pehuenches, Chos Malal, Minas y Ñorquín. Para poder homogeneizar criterios y discriminar entre población urbana y rural se usaron los siguientes criterios :i) se consideró población urbana a todo asentamiento con 2.000 o más habitantes, ii) asentamientos con menos de 2.000 habitantes fueron considerados como población rural aglomerada, iii) la diferencia entre la población total y la población urbana y rural aglomerada por departamento, representó la población rural dispersa. La población rural resulta de sumar la población rural dispersa y aglomerada. Los cambios demográficos integran una serie de procesos que no fueron analizados en el presente estudio, como por ejemplo el crecimiento vegetativo asociado a tasas de natalidad y mortalidad (Ministerio de Salud, 2011), movimientos de personas dentro de una región y migraciones extra-regionales. Los asentamientos poblacionales fueron incorporados a un sistema de información geográfico. Los datos se clasificaron en categorías de acuerdo a la población y al nivel de organización (1ra y 2da - Municipalidad, 3ra - Comisión de Fomento; según INDEC, 2001). Se utilizó el software Quantum GIS (2011).

La evolución de la escolaridad en la región, una medida del proceso de sedentarización y dinámica de la población, fue definida para un universo de estudio conformado por los alumnos que asistieron a las escuelas primarias: ciclo inicial (5 años de edad) y primario (a partir de los 6 años y hasta los 12-13 años). Se trabajó con dichos niveles escolares debido a que: i) la educación inicial y primaria son obligatorias desde hace varias décadas (Ley Nº 26.206), ii) el acceso al nivel inicial y primario en Argentina alcanzan el 95% y 98,1%, respectivamente (Ministerio de Educación, 2009), siendo los de mayor universalidad en todo el sistema educativo, iii) los establecimientos para estos niveles educativos son los que mayor distribución geográfica presentan (especialmente en la provincia de Neuquén), proporcionando mayores oportunidades de acceso, particularmente para poblaciones rurales. Se utilizaron datos de matrículas anuales para el período 2006-2010 de todas las escuelas primarias ubicadas en la región norte de Neuquén. La totalidad de las escuelas que dictan estos dos ciclos educativos en la región de estudio son estatales y la disponibilidad de datos es completa. Los datos fueron provistos por el Consejo Provincial de Educación (CPE) de Neuquén. La población escolar puede haber estado afectada puntualmente en el periodo por varios factores. En el período estudiado las condiciones agroclimáticas fueron desfavorables para la producción, especialmente en ciertas zonas de invernada (i.e. precipitaciones y nevadas en valores inferiores al promedio), y se establecieron nuevos aportes sociales que generaron nuevas fuentes de ingresos económicos familiares en áreas rurales (i.e. jubilaciones y pensiones, y Asignación Universal por Hijo).

Los datos sobre establecimientos escolares se incorporaron también al sistema de información geográfico, en una capa digital diferente de los datos censales, y se categorizaron en urbanos, rurales aglomerados y rurales dispersos, según clasificación del CPE, Neuquén. Para cada categoría, se obtuvo la cantidad de establecimientos, cantidad de matrículas promedio y tasa de variación de matrículas (2006-2010). Con el objetivo de identificar geográficamente zonas con ganancias y pérdidas relativas en la cantidad de alumnos, se efectuó un análisis de interpolación mediante

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

el método conocido como diagramas o polígonos de Voronoi (1908). El mismo está basado en la distancia Euclídea. Al unir puntos entre sí se trazan mediatrices de los segmentos de unión, y las intersecciones de esas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional. El perímetro de los polígonos generados es equidistante a los puntos vecinos y definen el área de influencia del punto de control ubicado en el interior de cada polígono. Los establecimientos escolares constituyeron los puntos de la muestra (i.e. los centroides de cada polígono), y la variable de análisis fue la tasa de variación relativa en las matrículas anuales entre los años 2006 y 2010. Las regiones montañosas fueron eliminadas del análisis, ya que presentan nula presencia humana permanente, y representan barreras orográficas naturales. Finalmente, los polígonos obtenidos fueron mapeados en escala de grises, representando distintos rangos de variación relativa de matrículas escolares.

El proceso de urbanización está muy relacionado con niveles crecientes de infraestructura regional. El crecimiento de las ciudades y pueblos está siempre acompañado por el desarrollo de infraestructura propia asociado a las necesidades de las áreas urbanas (edilicia, servicios). A su vez, también influye en el desarrollo de infraestructura fuera de los límites netamente urbanos, como por ejemplo las redes de comunicación y logística (por ejemplo, caminos y rutas o electricidad). A escala regional, la medida de la subdivisión de la tierra en unidades cartográficas diferentes tiene relación con la complejidad de la matriz de decisiones sobre la gestión del territorio, y a su vez con la infraestructura productiva (los valles productivos o áreas bajo riego promueven una mayor subdivisión parcelaria e infraestructura regional, respecto de zonas con producciones extensivas).

Se analizaron variables asociadas con la infraestructura regional, para identificar las zonas con mayores niveles comparativos de infraestructura. Se construyó una grilla cuadricular que ocupó toda el área de estudio, cuyos píxeles tuvieron una dimensión de 20km x 20km (0,22 grado de Latitud y Longitud). Cada cuadrado fue caracterizado por cuatro variables, cuyas unidades fueron contabilizadas dentro de los límites de cada uno, respectivamente: i) cantidad de establecimientos escolares primarios (n), seleccionado como indicador de infraestructura edilicia que tiene una relación directa con la demografía circundante, ii) rutas nacionales y provinciales que vinculan generalmente áreas urbanas (km), iii) caminos secundarios, seleccionado como indicador del acceso a zonas no urbanas (km), y iii) cantidad de unidades cartográficas privadas y fiscales (n, Dirección de Catastro de Neuquén). Con estas variables se efectuó un análisis de conglomerados (mediante el método de Ward y distancia Euclídea promedio), para identificar píxeles que presentaron comparativamente mayores niveles de infraestructura regional. Luego, dichos píxeles fueron mapeados y superpuestos con la red regional de trashumancia que interconecta invernadas y veranadas (Easdale *et al.*, 2016), con la intención de identificar las zonas de mayor tensión actual entre el desarrollo de infraestructura y el territorio definido por la actividad trashumante. Los análisis y presentación de resultados se hicieron con los softwares Infostat (DiRienzo *et al.*, 2008) y Quantum GIS (2011).

3. Resultados y discusión

En la región norte de Neuquén existen evidencias de un proceso de urbanización en curso, medido a través de los cambios demográficos urbanos y rurales, que ha tomado mayor impulso en los últimos 20 años (Gráfico 1, Mapa 2). La población total de dicha región pasó de representar casi el 40% de la población provincial a principios del siglo XX, a menos del 10% a inicios del siglo

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

XXI. En relación al crecimiento de la provincia en su conjunto, la tasa de crecimiento demográfico en la región norte se mantuvo muy baja hasta el año 1980, aproximadamente. En cambio, en el período 1980-2010 el crecimiento demográfico de la región fue más que proporcional al crecimiento provincial. El mismo estuvo explicado fundamentalmente por un incremento de población en las áreas urbanas del área de estudio (Gráfico 1). En general, la región de estudio presentó una importante reducción relativa de la población rural dispersa, con un concomitante incremento relativo en la población en zonas de aglomeración, urbana y rural (Cuadro 1). Esto sugiere que dicha región mantuvo una predominancia rural durante la mayor parte del siglo XX, y que la dominancia de áreas urbanas en términos demográficos es históricamente muy reciente. Analizando lo ocurrido dentro de la región norte de Neuquén, son los departamentos del Este – Noreste los que presentan un cambio relativo urbano-rural más significativo. El departamento Chos Malal es el que tuvo un crecimiento relativo urbano en una etapa más temprana del siglo XX (alcanzando casi el 50% en el año 1960), mientras que en Pehuenches la población relativa urbana superó a la rural más recientemente, a partir de la década de 1990 (Mapa 2). Ambos departamentos son los que concentran, en la actualidad, la mayor proporción de población de la región, y concentrada en pocas áreas urbanas que adquieren gran tamaño relativo en términos demográficos (Cuadro 1, Mapa 1). Por otro lado, los departamentos del Oeste - Suroeste de la región (i.e. Minas y Ñorquín) tuvieron una mayor participación relativa de población rural por sobre la urbana, y mayor densidad poblacional rural (en torno a 0,8 habitantes km^{-2}). Sin embargo, presentaron la menor proporción de población total regional.

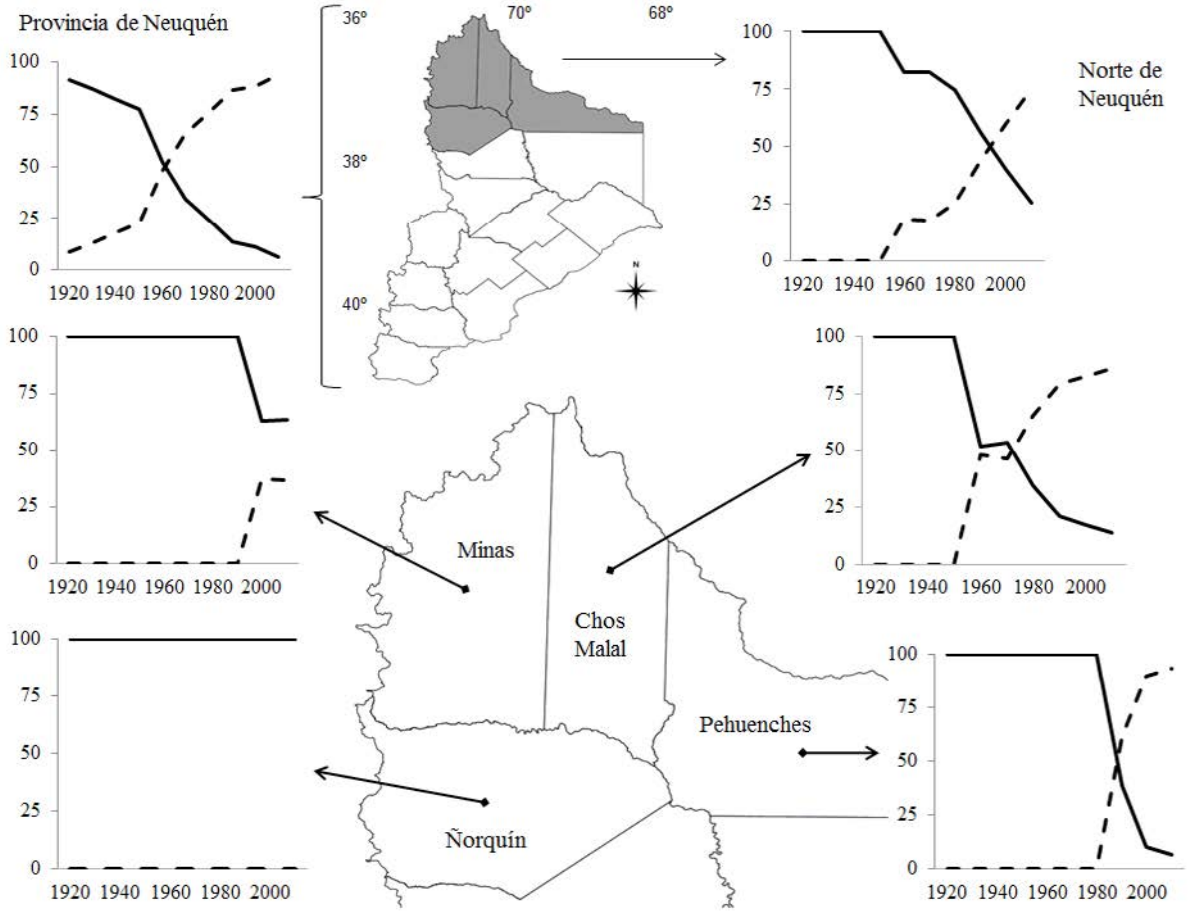
Cuadro 1. Indicadores demográficos para la región norte de Neuquén (N-Nqn) y por departamento: población total, población relativa urbana (>2.000 hab), rural aglomerada (<2.000 hab) y dispersa, y densidad poblacional total y rural. Referencias habitantes (hab), poblacional (pob). Fuente de datos: Censos Nacionales de Población y Vivienda 1991, 2001 y 2010 (INDEC).

Año	Clase	Unidad	Chos Malal	Pehuenches	Minas	Ñorquín	Total NNqn
	Superficie	km^2	4.582	8.363	6.055	5.560	24.560
1991	Población Total	hab	*11.109*	*6.538*	*5.577*	*4.136*	*27.360*
	Urbano	%	*76,8*	*53,2*	*0*	*0*	*43,9*
	Rural Aglomerado	%	*2,4*	*18,1*	*23,5*	*44,2*	*16,8*
	Rural Disperso	%	*20,8*	*28,7*	*76,5*	*55,8*	*39,3*
	Densidad pob.	hab/km^2	2,42	0,78	0,92	0,74	1,11
	Densidad rural	hab/km^2	0,56	0,37	0,92	0,74	0,63
2001	Población Total	hab	14.185	13.765	7.072	4.628	39.650
	Urbano	%	*80,1*	*73,2*	*32,8*	*0*	*59,9*
	Rural Aglomerado	%	*3,2*	*18,5*	*32,8*	*49,5*	*19,2*
	Rural Disperso	%	*16,7*	*8,4*	*34,4*	*50,5*	*20,9*
	Densidad pob.	hab/km^2	3,1	1,65	1,17	0,83	1,61
	Densidad rural	hab/km^2	0,62	0,44	0,78	0,83	0,65
2010	Población Total	hab	*15.256*	*24.087*	*7.234*	*4.692*	*51.269*
	Urbano	%	*86*	*93,6*	*36,7*	*0*	*74,7*
	Rural Aglomerado	%	*4,7*	*4,8*	*40,6*	*78,6*	*16,5*
	Rural Disperso	%	*9,3*	*1,7*	*22,7*	*21,4*	*8,7*
	Densidad pob.	hab/km^2	3,33	2,88	1,19	0,84	2,08
	Densidad rural	hab/km^2	0,47	0,19	0,76	0,84	0,53

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5974

Mapa 2. Evolución de la población urbana y rural expresada en términos relativos (%), durante el período 1920-2010 en la provincia de Neuquén, región Norte de Neuquén y en los departamentos Pehuenches, Chos Malal, Minas y Ñorquín. Población urbana contempla asentamientos de 2000 o más habitantes (línea cortada). Población rural contempla asentamientos menores a 2000 habitantes (rural aglomerada) y población rural dispersa (línea llena).



El proceso de urbanización es corroborado también por la variación relativa de matrículas escolares. La mayor proporción de establecimientos escolares del Norte de Neuquén se ubicaron en áreas rurales dispersas (casi el 60% de las escuelas), aunque la predominancia de matrículas escolares se registró en las áreas urbanas (aproximadamente el 70% de las matrículas totales, Cuadro 2). La variación relativa de matrículas escolares entre los años 2006 y 2010 fue negativa para toda la región norte de Neuquén. Las mayores pérdidas relativas ocurrieron en escuelas rurales. La única excepción ocurrió en escuelas urbanas del departamento Pehuenches, corroborando el patrón demográfico descrito anteriormente.

Analizando la variación demográfica inter-censal, que refleja lo ocurrido en la década del 2000 en toda el área de estudio, se corrobora una mayor proporción de población en edades jóvenes (<45 años) respecto de la estructura poblacional de Argentina. El segmento poblacional en edad escolar (0 a 14 años) fue el que tuvo mayor retracción relativa, y más que proporcional respecto de la variación a nivel nacional. En contraposición, se evidencian incrementos relativos principalmente en rangos de edades comprendidos entre 30 y 59 años (Grafico 2).

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

Gráfico 1. Población total, urbana y rural en la región norte de Neuquén, entre 1920 y 2010. Población urbana contempla asentamientos de 2000 o más habitantes (línea cortada). Población rural (línea llena) contempla asentamientos menores a 2000 habitantes -rural aglomerada- y población rural dispersa.

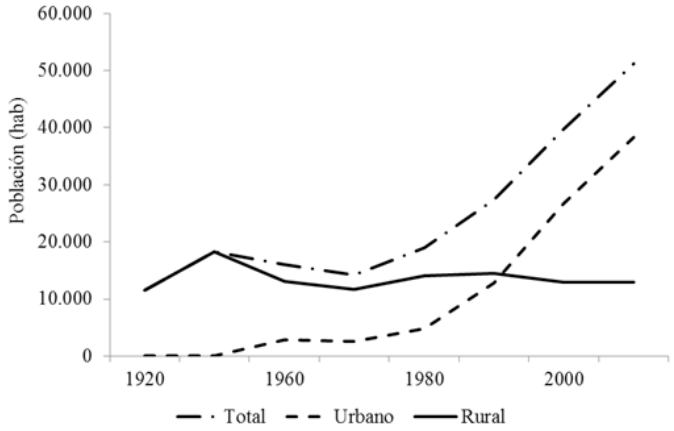
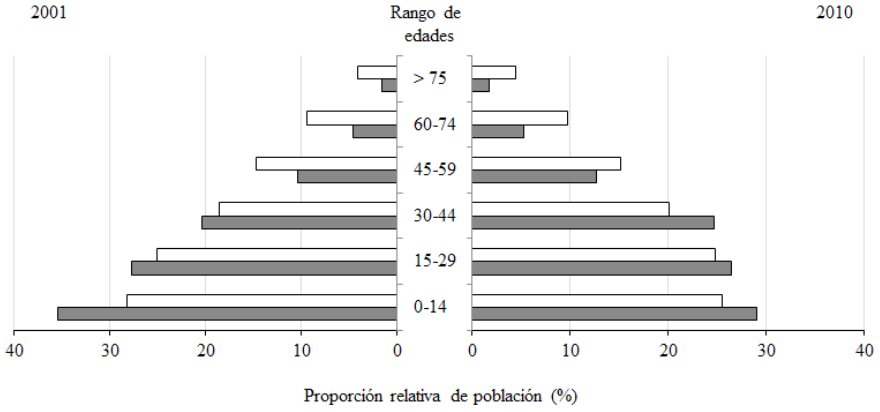


Gráfico 2. Proporción relativa de población agrupada por rango de edades, para los años 2001 y 2010 en Argentina (barras blancas) y en la región Norte de Neuquén (barras grises).



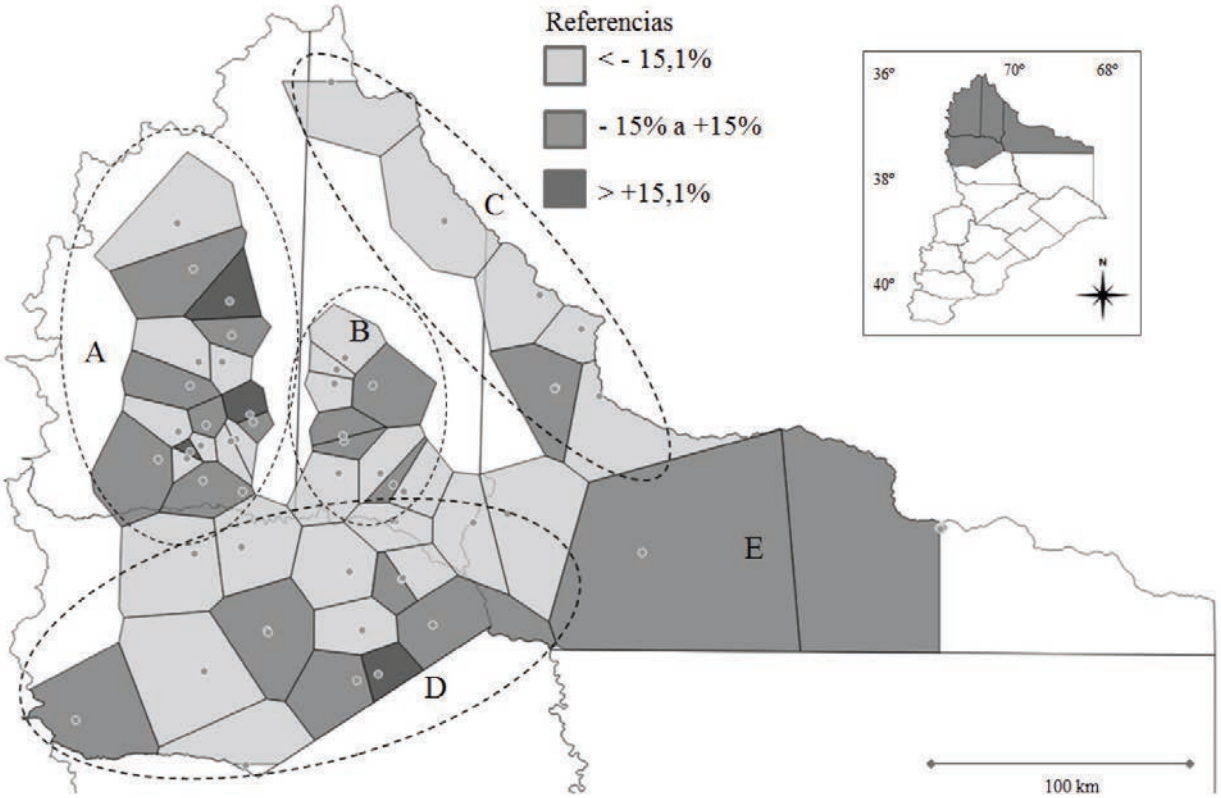
Cuadro 2. Proporción de establecimientos escolares (ciclo inicial y primario), matrículas promedio y variación relativa de matrículas en el período 2006-2010, discriminado por tipo de escuela: urbana (>2.000 hab.), rural aglomerada (<2.000 hab) y rural dispersa. La última fila presenta la cantidad total de establecimientos en el año 2010, promedio de matrículas y variación relativa de matrículas en la región norte de Neuquén (N-Nqn) y por departamento. Fuente de datos: Consejo Provincial de Educación, Neuquén.

Tipo de escuelas	Escuelas (n, 2010)	Matrículas promedio (2006-2010)	Variación relativa de matrículas (años 2006-2010)				
			Variación por Departamento				
			N-Nqn	Chos Malal	Pehuenches	Minas	Ñorquín
Urbana	26,2%	69,5%	-1,9%	-16,1%	9,1%	-27,3%	-
Rural aglomerada	15,4%	17,5%	-15,6%	-3,6%	-15,6%	-19,0%	-15,7%
Rural dispersa	58,4%	17,4%	-13,7%	-29,0%	-5,9%	-11,7%	-8,5%
Total	65	8.135	-6,4%	-18,9%	7,0%	-17,0%	-12,0%

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

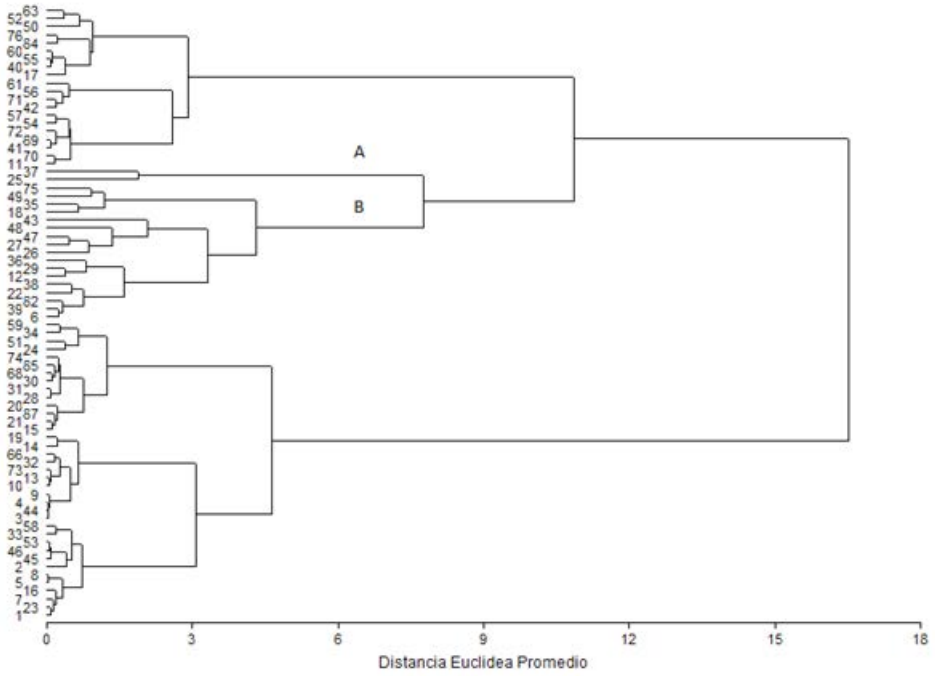
Las zonas con variaciones relativas positivas en términos de matrículas escolares muestran un solapamiento espacial con las principales aglomeraciones rurales o las aún pequeñas zonas urbanas de la región y sus áreas de influencia (Mapa 3). En otras palabras, se identificaron sub-regiones en donde podrían estar ocurriendo movimientos de población, cuyos puntos de atracción serían las pequeñas aglomeraciones rurales o urbanas de la región (zonas A, B, C, D, Mapa 3). Dichos nodos atrayentes se ubicaron en las zonas con mayores niveles de infraestructura regional (Gráfico 3 y Mapa 4). A su vez, se identificó una zona rural dispersa (cuya densidad rural fue la más baja de la región, con 0,19 hab.km^{-2}, Cuadro 1), y muy alejadas de áreas urbanas, que aún podrían estar manteniendo matrículas escolares debido una situación de lejanía relativa de los principales conglomerados urbanos (zona E, Mapa 3). Dicha zona, junto con las áreas de veranada, presentaron los menores niveles de infraestructura regional (Mapa 4).

Mapa 3. Zonas con ganancias y pérdidas relativas en las matrículas escolares anuales para el período 2006-2010. Cada polígono se construyó centrado en una escuela. Las líneas punteadas identifican sub-regiones o conjuntos de polígonos (A, B, C, D, E) en donde podrían estar ocurriendo migraciones zonales de población, dadas las características orográficas y de infraestructura de la región. Las zonas en blanco fueron eliminadas del análisis, ya que corresponden a regiones montañosas y representan barreras orográficas naturales.

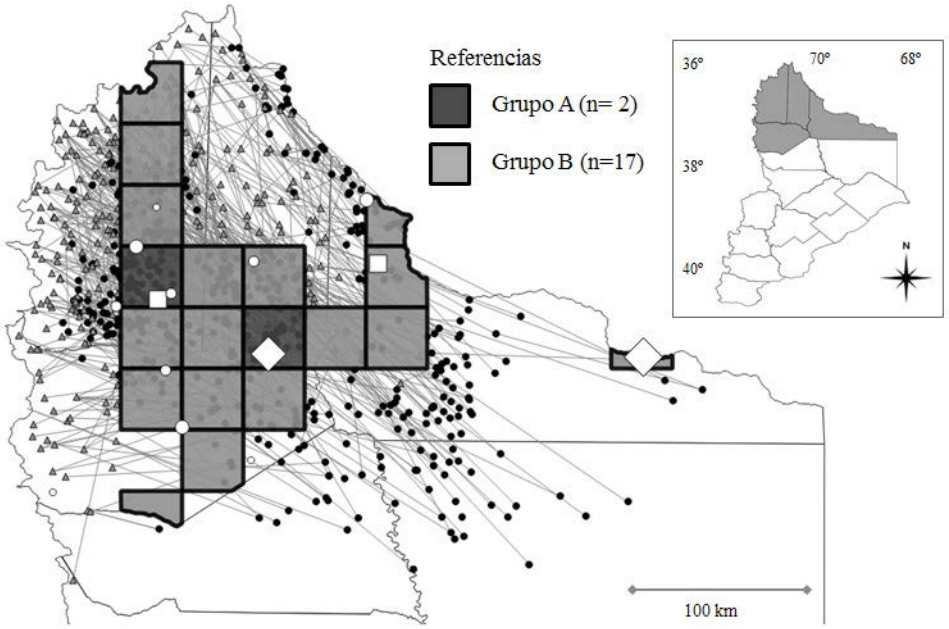


BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Gráfico 3. Análisis de conglomerados de variables referidas a la infraestructura regional: i) Escuelas (n), ii) Rutas principales (km), iii) Caminos secundarios (km), iv) Unidades catastrales (n). Las unidades de análisis fueron cuadrados de 20km x 20km, de una grilla construida para subdividir la región. Las letras A y B identifican los casos con los mayores valores de infraestructura para las variables propuestas (método de Ward, distancia euclídea promedio. Correlación cofenética= 0,389).



Mapa 4. Ubicación espacial de las unidades de análisis con mayores niveles de infraestructura regional (grupos A –gris oscuro- y B –gris claro-, ver Gráfico 3). Los cuadrados tienen una dimensión de 20km x 20km. Se presenta la red territorial de conectividad entre invernadas (círculos negros) y veranadas (triángulos grises) del sistema pastoril trashumante que une dichos sitios (líneas grises) (Easdale *et al*. 2016). Las áreas urbanas de la región se presentan en círculos, cuadrados y rombos blancos (ver Mapa 1).



BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Los cambios demográficos podrían tener origen en procesos de migración intra-regional. Dichos movimientos migratorios están influenciados por diferencias en infraestructura, prestación de servicios, oportunidades laborales u oportunidades de cambios de estilos de vida que ofrecen las áreas urbanas, respecto de las áreas rurales.En algunas regiones áridas, se ha observado una relación positiva entre la búsqueda de servicios básicos (educación y salud) y residencia de menores de familias migrantes en zonas urbanas pobres (Archambault *et al*., 2012). Asimismo, la escolaridad obligatoria ha sido identificada como uno de los principales factores que ha movilizado a mujeres e hijos hacia zonas urbanas, o a quedarse en zonas de invernada cercana a pequeñas aglomeraciones rurales (Pérez, 2004). Bajo esta perspectiva, el proceso de migración rural-urbano podría estar ocurriendo en algunas zonas rurales periféricas (i.e. montañosas y menos comunicadas con los ejes urbanos más desarrollados), cuyos nodos atrayentes serían pequeñas aglomeraciones rurales o incipientes áreas urbanas en crecimiento (Mapa 3). Estudios futuros deberían corroborar estos patrones encontrados y profundizar en las consecuencias socio-productivas asociadas a una mayor dinámica urbano-rural, y al potencial crecimiento de incipientes áreas urbanas y su impacto en la gestión del ambiente y re-configuración del paisaje.

La creciente relación entre dinámicas urbanas y rurales tiene influencia sobre la configuración del paisaje, los estilos de producción y las estrategias familiares en el ámbito rural (Alonso, 1955; García, 2014). La radicación urbana parcial del grupo familiar constituye una estrategia familiar de diversificación espacial urbano-rural, que permite la ampliación del espacio y estilo de vida y facilita el acceso a otros servicios y al trabajo extra-predial (Bendini y Steimbreger, 2011). En muchos casos, permite la obtención de ingresos externos a la explotación (Reardon, 1997; Pérez, 2004), constituyendo un medio para suplementar los ingresos necesarios para mantener la familia e incluso la producción (Meert *et al*., 2005). También contribuye a mantener la unidad doméstica en el ámbito rural mediante el envío de remesas (Christiansen, 2009), o por ejemplo al permitir coyunturalmente desacoplar los ingresos familiares de disturbios que afecten a la producción, como el caso de una sequía o nevadas extremas (Easdale y Rosso, 2010). También se ha descripto una asociación empírica positiva entre diversificación no agrícola del ingreso e indicadores de bienestar, y en las tasas de crecimiento de ingresos y consumo de hogares rurales (Barrett *et al*., 2001). Sin embargo, esta situación ocurre en familias que ya poseían algún capital inicial en términos financieros, de educación, habilidades, redes de contacto, o el acceso a mercados y nivel de infraestructura pública como caminos (Barrett *et al*., 2001; Escobal, 2001).

La nueva fragmentación espacial de las familias trashumantes puede tener otras consecuencias a mediano y largo plazo, que involucran cambios en las capacidades de adaptación frente a otros desafíos futuros que afecten a la actividad trashumante. El contacto con el estilo de vida urbano proporciona nuevas experiencias de vida y nuevas relaciones sociales, que van influenciando las percepciones y valoraciones relativas que impactan en el desarrollo de las personas y en los ciclos de vida de las familias rurales. Estos cambios podrían tener mayores incidencias en el futuro, considerando que las nuevas generaciones rurales se están desarrollando inmersas en estos procesos de mayor interacción. Por ejemplo, en ciertos casos la exigencia de contraprestación de servicios en áreas urbanas ha llevado a la tercerización del manejo de los animales, y a la precarización de la actividad debido a una menor atención directa de la familia (Pérez, 2004). En otros casos, se ha propuesto la idea de una nueva división sexual del trabajo, permaneciendo en la invernada o en centros urbanos la madre, las hijas mujeres y varones en edad escolar, mientras que en veranada predomina la presencia del jefe de familia con algún hijo mayor, puestero o socio (Bendini y Steimbreger, 2011). En este contexto, propuestas tecnológicas que insuman mano de obra intensiva en el campo pueden presentar una barrera en su incorporación, debido a una menor presencia

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

permanente en el área rural, al menos de una parte de la familia. Por otro lado, el alejamiento de los más jóvenes de algunas actividades típicas de la trashumancia, como el arreo y la estadía en las veranadas, va produciendo una erosión inter-generacional en el conocimiento tradicional, debido a la pérdida del espacio de socialización y aprendizaje (Pérez, 2004). Una evidencia de este proceso ya se ha observado en el menor conocimiento en los jóvenes de especies vegetales locales (Ladio y Lozada, 2004). Las consecuencias de este proceso necesitan mayor estudio en este grupo humano, ya que podrían tener incidencia en un paulatino alejamiento de las generaciones más jóvenes de las actividades rurales, o en un progresivo manejo a distancia o tercerización de la producción. En todo caso, ambas situaciones podrían derivar en una baja capacidad de negociación de los productores frente a presiones futuras promovidas por otras actividades (por ejemplo, turístico-inmobiliarias), que involucren cambios en el uso y/o en la tenencia de la tierra (Easdale, 2007). En contraposición, la actividad podría estar tomando otras formas de producción y manejo, asociadas a nuevas estrategias de resistencia frente a los cambios de contexto (Bendini y Steimbreger, 2011), que requiere futuros estudios.

Las políticas integrales de desarrollo rural deben partir de una identificación de las relaciones históricas entre los seres humanos (su cultura) y su paisaje o región (i.e. la matriz biofísica representada en la biodiversidad) (Maderuelo, 2006). En el caso del norte de Neuquén, como el de muchos otros pueblos trashumantes y nómades del planeta, este proceso de mutua influencia a lo largo de la historia fue generando una cultura particular en la que se han articulado la economía de la subsistencia en forma complementaría con la vivencia del paisaje, sus saberes, ritos y costumbres (Fernández, 2000; Janssen *et al*., 2007). Durante las últimas dos décadas, el relativo aislamiento de los trashumantes al desarrollo capitalista ha ido progresivamente desapareciendo, por lo que nuevos modelos y estilos de vida se han ido estableciendo en la región, de la mano del proceso de urbanización. Algunos de estos modelos son impuestos por ley (por ejemplo, educación universal y salud del niño), otros en cambio se imponen de manera más masiva como por ejemplo a través de medios de comunicación (logística, informativa) que promueven nuevas articulaciones intra-regionales (Gráfico 3) o con otras regiones distantes, o las migraciones de personas con formación o cultura urbana como técnicos y profesionales.

Los datos y análisis presentados apoyan la idea de que un proceso intenso y constante de migración hacia centros urbanos de la región se ha iniciado en las últimas décadas. Es importante resaltar que este proceso de urbanización ocurre de manera heterogénea en el espacio (zonas de invernada versus zonas de veranadas), poniendo de manifiesto el fuerte control que mantiene lo biofísico sobre este nuevo proceso social. En este caso en particular, la fisiografía regional controla la posibilidad de transformar el paisaje con caminos y con actividades productivas asociadas al asentamiento humano (agricultura o sistemas productivos intensivos). La mayor crudeza del invierno (nevadas en las zonas de montaña) fragmenta las comunicaciones viales y genera gastos energéticos diferenciales. A pesar de ello, tradicionalmente en regiones con características similares, se ha impulsado la simple importación de tecnología basada en otras características y lógicas productivas (razas de animales, manejos sanitarios y reproductivos, manejos de pastoreo) con resultados poco favorables o incluso contraproducentes (Homewood, 2004; Rohde *et al*., 2006). Estas tecnologías nuevas en la región, a diferencia de la trashumancia, se apoyan en marcos conceptuales diseñados para otras regiones (zonas templadas húmedas) y en escalas temporales mucho más reducidas que las que dieron origen a la ganadería móvil (Easdale y Domptail, 2014). Por caso, culturalmente están basadas en una lógica de aplicación de subsidios de energía para sostener la intensificación e industrialización, maximización de la ganancia económica y la acumulación de capital, bajo un estilo de manejo de alto control de la producción. En este senti-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

do, lo que está en juego es más que una simple modernización de las formas de producción y una eventual mejora de vida de los habitantes del lugar. El proceso de creciente urbanización traería aparejado también nuevas visiones asociadas al uso y manejo del paisaje, a nuevas definiciones en torno a la tenencia de la tierra, a distintas posibles valoraciones de los servicios ecológicos regionales, y por ende de los derechos al acceso a los mismos y obligaciones en cuanto a su conservación. Esto ocurriría porque el funcionamiento urbano está basado fuertemente en subsidios de energía (y en última instancia de capital), y no es posible asegurar que estos cambios promuevan la sustentabilidad o reduzcan la vulnerabilidad del sistema a eventos de estrés extremo. En escenarios muy dinámicos de cambios biofísicos (i.e. climáticos) o sociales (i.e. económicos, culturales), el proceso de urbanización puede transformarse en un amplificador del riesgo frente a futuras amenazas. En efecto, la pérdida de contacto (o el aumento de la distancia) entre los recursos naturales y quienes toman las decisiones de manejo ha sido uno de los principales agentes detrás del proceso de abandono de territorios en distintas civilizaciones, a lo largo de la historia humana (Redman, 1999).

En su concepción actual, el proceso de urbanización es un emergente de una nueva forma de vida social, que genera diferentes posturas y perspectivas de análisis. La perspectiva puramente económica indica que los centros urbanos en particular permiten concentrar actividades económicas, reducir costos de infraestructura y provisión de servicios, lo cual mejoraría la eficiencia por la división del trabajo, permitiendo incrementar la productividad global (Becker, 2007). La creciente incorporación de infraestructura en áreas urbanas en pos de la provisión de servicios para el bienestar humano son consideradas medidas importantes por la política actual. Bajo esta lógica, se promoverían mayores oportunidades laborales y niveles de ingresos en comparación con las zonas rurales, que en algunas regiones han sido identificadas como causas de migración desde zonas rurales hacia zonas urbanas (Christiansen, 2009; Siciliano, 2012). Sin embargo, otros estudios encuentran que las oportunidades laborales y los ingresos logrados no se distribuyen de manera equitativa entre todos los segmentos de la población, debido por ejemplo a que los empleos calificados o con mejor paga están vinculados con mayores niveles de educación formal, la cual no está al alcance de todos (Román, 2011). Por ende, las áreas urbanas no siempre aseguran niveles de bienestar humano comparativamente mejores que en las zonas rurales, generando bolsones de pobreza en sectores periurbanos. De hecho, en muchas ciudades del mundo, y particularmente en Latinoamérica, se presentan altas inequidades sociales en términos de ingresos, y persistentes sectores de pobreza estructural (Haddad *et al.*, 1999; Cohen, 2004).

Otra perspectiva de la urbanización enfatiza la aparición de nuevos problemas de salud y morbilidad (Moore *et al.*, 2003) que podría también afectar a los trashumantes. Modificaciones en algunos hábitos de vida, en particular asociados a un mayor sedentarismo y a modificaciones en la nutrición están correlacionadas con la incidencia de nuevas patologías (Popkin, 1999; Gracey, 2002). El estilo de vida moderno (i.e. nuevas tecnologías, formas motorizadas de transportarse y mayor ocupación laboral en servicios) promueve una reducción de la actividad física con nuevos riesgos para la salud (Popkin, 2006; Monda *et al.*, 2007). Estos cambios en los estilos de vida y el probable aumento del ingreso promedio de gran parte de la población con acceso a nuevos recursos, están acompañados también por una transición demográfica asociada a un incremento en la expectativa de vida y una reducción en las tasas de fertilidad (Drewnowski y Evans, 2001). A su vez, las nuevas generaciones urbanas se desarrollan en contextos sociales y tecnológicos incluso diferentes a la de sus progenitores, influyendo en las aspiraciones individuales y sociales, y la relación con la naturaleza que pasaría a un segundo plano.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

En el contexto de un proceso de urbanización en curso, propuestas tecnológicas y políticas de desarrollo territorial debieran considerar los aspectos territoriales asociados a la actividad trashumante, que conforman la historia y el estilo de vida del sistema socio-ecológico rural. Mejorar las comunicaciones, tanto informáticas como logísticas, podría constituir un punto de partida para suturar la fragmentación de la familia propia de la trashumancia, pero sin comprometer componentes esenciales del sistema pastoril como son los caminos de arreo. Por otro lado, es importante atender a que el proceso de cambio en las dinámicas urbano-rurales ya se ha iniciado y que adquiere una dinámica propia, pero especialmente con alta entropía. No considerar la heterogeneidad entre zonas altas y bajas y la interconexión espacial promovida por la actividad trashumante en las propuestas de desarrollo territorial sería una forma de incrementar la entropía del proceso de urbanización. Esta creciente interacción entre lógicas y culturas contrastantes necesita de nuevos estudios que permitan interpretar de mejor manera su influencia en el régimen socio-productivo (*sensu* Geels y Schot, 2007) que históricamente dominó la cultura y el tipo de producción de la región. En este sentido, el desarrollo en áreas rurales y urbanas debiera considerarse como complementarias y no en términos competitivos por recursos, más aún en regiones en donde las poblaciones rurales son aún importantes (Epstein y Jezeph, 2001). De lo contrario, las áreas urbanas seguirán siendo sumideros de migración, y en muchos casos con incremento de pobreza. Futuros estudios debieran indagar en las percepciones que tienen distintos sujetos sociales sobre este sistema trashumante, en su contexto actual. Estos estudios podrían estar orientados a indagar en algunos elementos de las culturas que están interactuando en la región, de manera de poder brindar una visión social más profunda y amplia que la de considerar la dinámica regional como sólo guiada por lo económico y lo demográfico, o asociada a clasificaciones arbitrarias que no necesariamente funcionan como fronteras culturales (Grimson, 2012), en este caso entre lo urbano y lo rural.

4. Conclusiones

En el territorio pastoril trashumante del Noroeste de Patagonia, Argentina, existen evidencias de un proceso de urbanización en curso, medido a través de los cambios demográficos urbanos y rurales, que han tomado mayor impulso en los últimos 20 años. Los resultados sugieren que estaría ocurriendo un proceso simultáneo de crecimiento de áreas urbanas, sedentarización de población en pequeñas aglomeraciones y despoblamiento rural. El proceso de urbanización es un emergente de una nueva forma de vida social en la región. Propuestas de política pública orientadas al desarrollo territorial debieran considerar los aspectos regionales asociados a la actividad trashumante. En particular, debieran promover sinergias y complementariedades entre el desarrollo urbano, la generación de infraestructura regional y su convivencia con un sistema de vida basado en una estrategia móvil que depende de ciertos sitios clave como el acceso a invernadas, veranadas y caminos de uso común para los arreos. Por otro lado, futuros estudios debieran indagar en los cambios y desafíos a los estilos de vida de familias trashumantes, especialmente de las generaciones más jóvenes, en un contexto de urbanización en curso.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (PRET-1281103) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina (PIA 10059). Un agradecimiento especial al Consejo Provincial de Educación de Neuquén por facilitar los datos escolares, a dos

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

revisores anónimos y editores por sus valiosas sugerencias que permitieron mejorar este artículo, y a Aline Lemarié por su colaboración con el idioma francés.

6. Referencias bibliográficas

- Alonso, A.C. (1955). La Armuña y su evolución económica. *Estudios Geográficos* 16(59): 367-427.
- Archambault, C.S., de Laat, J. y Zulu E.M. (2012). Urban services and child migration to the slums of Nirobi. *World Development,* 40(9): 1854-1869.
- Barrett, C.B., Reardon, T. y Webb, P. (2001). Nonfarm income diversification and household livelihood strategies in rural Africa: concepts, dynamics, and policy implications. *Food Policy*, 26: 315-331.
- Becker, Ch. M. (2007). Urbanization and rural-urban migration. En: Dutt A. y Ros, J. (eds.) *International handbook of development economics*. Duke University, USA. Chapter 35, 18pp.
- Bendini, M., Tsakoumagkos, P. y Nogues, C. (2004). Los crianceros trashumantes del Neuquén. Pp. 23-39. En: Bendini, M. y Alemany, C. *Crianceros y chacareros en la Patagonia.* Cuaderno GESA 5. Buenos Aires, La Colmena.
- Bendini, M. y Steimbreger, N.G. (2011). Persistencia campesina en el norte de la Patagonia: Movilidades espaciales y cambios en la organización social del trabajo. *Cuadernos de Desarrollo Rural,* 66: 125-151.
- Bryant, C.R., Russwurm, L.J. y McLellan, A.G. (1982). *The city's countryside. Land and its management in the rural-urban fringe*. Longman, UK, 249 pp.
- Chen, N., Valente, P. y Zlotnick, H. (1998). What do we know about recent trends in urbanization? Pp. 59-88. En: Bilsborrow R.E. (ed). *Migration, urbanization and development: New directions and issues*. United Nations Population Fund, New York.
- Christiansen, F. (2009). Food security, urbanization and social stability in China. *Journal of Agrarian Change,* 9(4): 548-575.
- Cohen, B. (2004). Urban growth in developing countries: A review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World Development,* 32(1): 23-51.
- Córdoba Ordónez, J.A. y Gago García, C. (2010). Latin American cities and globalization: Change and permanency in the context of development expectations. *Urban Studies,* 47(9): 2003-2021.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., y Robledo C.W. (2008). *Infostat, versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Drewnowski, A. y Evans, W.J. (2001). Nutrition, physical activity, and quality of life in older adults summary. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56: 89-94.
- Easdale, M.H. (2007). Los sistemas agropecuarios en los valles cordilleranos de Patagonia norte y su posible evolución. *Cuadernos de Desarrollo Rural,* 58: 11-35.
- Easdale, M.H. y Rosso, H. (2010). Dealing with drought: social implications of different smallholder survival strategies in semi-arid rangelands of Northern Patagonia, Argentina. *The Rangeland Journal,* 32: 247-255.
- Easdale, M.H., Domptail, S.E. (2014). Fate can be changed! Arid rangelands in a globalizing world – A complementary co-evolutionary perspective on the current 'desert syndrome'. *Journal of Arid Environments,* 100-101: 52-62.
- Easdale, M.H., Aguiar, M.R. y Paz, R. (2016). A social-ecological network analysis of Argentinean Andes transhumant pastoralism. *Regional Environmental Change* 16: 2243-2252.
- Epstein, T.S. y Jezeph, D. (2001). Development –There is another way: A rural-urban partnership development paradigm. *World Development,* 29(8): 1443-1454.
- Escobal, J. (2001). The determinants of nonfarm income diversification in rural Peru. *World Development,* 29(3): 497-508.
- Favaro, O. (1992). Territorio y petróleo: La intervención estatal en la industria petrolera. El caso Neuquén (1884-1955). *Revista de Historia,* 3: 159-180.
- Favaro, O. (1998). La privatización de Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Los efectos en áreas petroleras provinciales: El caso del Neuquén. *Revista de Historia,* 7: 125-151.
- Fernández-Giménez, M.E. (1999). Sustaining the steppes: A geographical history of pastoral land use in Mongolia. *The Geographical Review,* 89: 315-342.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Fernández-Giménez, M.E. (2000). The role of Mongolian nomadic pastoralists' ecological knowledge in rangeland management. *Ecological Applications,* 10: 1318-1326.
- Fernández-Giménez, M.E. y Le Febre, S. (2006). Mobility in pastoral systems: Dynamic flux or downward trend? *International Journal of Sustainable Development & World Ecology,* 13: 1-22.
- Galvin, K.A., Reid, R.S., Behnke Jr., R.H. y Hobbs, N.T. (eds.) (2008). *Fragmentation in semi-arid and arid landscapes - Consequences for human and natural systems*. Springer, The Netherlands, 411 pp.
- García Martín, M. (2014). Transformaciones territoriales recientes en el Aljarafe sevillano: de la vocación rural a la integración metropolitana. *Cuadernos Geográficos, 53*(2): 25-53.
- Geels, F.W. y Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy,* 36: 399-417.
- Gracey, M. (2002). Child health in an urbanizing world. *Acta Pediatrica,* 91: 1-8.
- Grimson, A. (2012). *Los límites de la cultura. Crítica de las teorías de la identidad*. Siglo veintiuno Editores, Buenos Aires, 272 pp.
- Haddad, L., Ruel, M.T. y Garret, J.L. (1999). *Are urban poverty and undernutrition growing? Some newly assembled evidence*. Food Consumption and Nutrition Division Paper No. 63. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Homewood, K. (2004). Policy, environment and development in African rangelands. *Environmental Science and Policy,* 7: 125-143.
- Janssen, M.A., Anderies, J.M. y Ostrom, E. (2007). Robustness of social-ecological systems to spatial and temporal variability. *Society & Natural Resources,* 20: 307-322.
- Ladio A.H. y Lozada M. (2004). Patterns of use and knowledge of wild edible plant gathering in a Mapuche community of NW Patagonia. *Human Ecology,* 32: 225-240.
- Lockie, S., Lyons, K., Lawrence, G. y Mummery, K. (2002). Eating 'Green': Motivations behind organic food consumption in Australia. *Sociologia Ruralis,* 42(1): 23-40.
- Lund, T.B., Andersen, L.M. y O'Doherty Jensen, K. (2013). The emergence of diverse organic consumers: Does mature market undermine the search for alternative products? *Sociologia Ruralis,* 53(4): 454-478.
- Lyotard, J.-F. (1979). *La condition posmoderne: rapport sur le savoir.*Minuit, Paris, 128pp.
- Maderuelo, J. (2006). *Pensar el paisaje: Paisaje y Patrimonio*. Abada Editores, Madrid, 358pp.
- Marx, K. (1867). *El Capital. El proceso de producción del capital*. Siglo XXI Editores.
- McGee, T.G. (1971). *The urbanization process in the third world*. Bell, London, 179 pp.
- Meert, H., Van Huylenbroeck, G., Vernimmen, T., Bourgeois, M. y van Hecke, E. (2005). Farm household survival strategies and diversification on marginal farms. *Journal of Rural Studies,* 21: 81-97.
- Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2009). Plan Nacional de educación obligatoria. Resolución 79/09 Consejo Federal de Educación.
- Ministerio de Salud de la Nación, Argentina (2011). *Natalidad, mortalidad general, infantil y materna por lugar de residencia*. Boletín 129, 73pp.
- Monda, K.L., Gordon-Larsen, P., Stevens, J., y Popkin, B.M. (2007). China's transition: the effect of rapid urbanization on adult occupational physical activity. *Social science & medicine*, 64(4): 858-870.
- Moore, M., Gould, P. y Keary, B.S. (2003). Global urbanization and impact on health. *International journal of hygiene and environmental health*, 206(4): 269-278.
- Nautiyal, S., Rao, K.S., Maikhuri, R.K. y Saxena, K.G. (2003). Transhumant pastoralism in the Nada Devi Biosphere Reserve, India. *Mountain Research and Development,* 23: 255-262.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Pérez Centeno, M. (2004). ¿Hacia qué nueva ruralidad? Estrategias familiares y los programas de intervención en Coyuco, Neuquén. Pp. 41-60. En: Bendini, M. y Alemany, C. *Crianceros y chacareros en la Patagonia.*Cuaderno GESA 5. Buenos Aires, La Colmena.
- Pérez Centeno, M. (2007). *Transformations des stratégies sociales et productives des éleveurs transhumants de la province de Neuquén et de leurs relations avec les interventions de développment*. Tesis Doctoral, Université Toulouse le Mirail. Francia, pp. 296.
- Popkin, B. M. (1999). Urbanization, lifestyle changes and the nutrition transition. *World Development*, 27(11): 1905-1916.

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

- Popkin, B. M. (2006). Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *The American journal of clinical nutrition*, 84(2): 289-298.
- Quantum GIS (2011). Versión 1.7.5-Wroclaw. Licencia Pública General GNU.
- Reardon, T. (1997). Using evidence of household income diversification to inform study of the rural nonfarm labor market in Africa. *World Development,* 25(5): 735-747.
- Redman, Ch.L. (1999). *Human impact on ancient environments*. University of Arizona Press, USA.
- Rohde, R.F., Moleele, N.M., Mphale, M., Allsopp, N., Chanda, R., Hoffman, M.T., Magale, L. y Young, E. (2006). Dynamics of grazing policy and practice: environmental and social impacts in three communal areas of southern Africa. *Environmental Science and Policy,* 9: 302-316.
- Román, M. (2011). *Juventud en áreas rurales de Argentina. Impacto de los cambios ocurridos en la década del noventa*. EPG Alberto Soriano, Universidad de Buenos Aires. Tesis de Doctorado, 200 pp.
- Sapag, L.F. (2011). *Los veranadores del Alto Neuquén: Historia social y desafíos en la modernidad*. Educo-Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, 332 pp.
- Seto, K.C., Güneralp, B. y 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 USA,* 109(40): 16083-16088.
- Siciliano, G. (2012). Urbanization strategies, rural development and land use change in China: A multiple-level integrated assessment. *Land Use Policy,* 29: 165-178.
- Silla, R. (2005). Ambigüedad y superposición de identidades: crianceros argentinos y chilenos en el Alto Neuquén. *Anuario de Estudios en Antropología Social*. Editorial Antropofagia, Buenos Aires, pp. 89-109.
- Stafford Smith, M. (2008). The 'desert syndrome' – causally-linked factors that characterise outback Australia. *The Rangeland Journal,* 30: 3-14.
- Suttie, J.M. y Reynolds, S.G. (2003). *Transhumant grazing systems in temperate Asia*. Plant production and protection series 31. FAO, Roma. http://www.fao.org/docrep/006/Y4856E/Y4856E00.HTM (Acceso 26/04/2013).
- Thevenin, M. (2011). Kurdish transhumance: Pastoral practices in south-east Turkey. *Pastoralism: Research, Policy and Practice,* 1: 23.
- United Nations Center for Human Settlements (HABITAT) (1996). *An urbanizing world: Global report on human settlements 1996*. Oxford University Press, UK, 559 pp.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2012). *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision*, CD-Rom Edition.
- Verbeke, W.A.J. y Viaene, J. (2000). Ethical challenges for livestock production: Meeting consumers concerns about meat safety and animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics,* 12(2): 141-151.
- Voronoi, G.F. (1908). Nouvelles applications des paramètres continus à la théorie de formes quadratiques. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 134: 198–287.
- Weber, K. y Horst, S. (2011). Desertification and livestock grazing: The roles of sedentarization, mobility and rest. *Pastoralism: Research, Policy and Practice,* 1:19.
- Yu, X.J. y Ng, C.N. (2007). Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban-rural transects: A case study of Guangzhou, China. *Landscape and Urban Planning,* 79(1): 96-109.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Sobre los autores

Marcos H. Easdale
Investigador del Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB), unidad de doble dependencia del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Bariloche) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en Argentina. Es Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Córdoba, Magíster Scientiae (Área de Recursos Naturales) y Doctor en Ciencias Agropecuarias de la Escuela Para Graduados Alberto Soriano, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Su principal línea de investigación refiere al estudio de sistemas ganaderos extensivos de regiones áridas y semiáridas de Patagonia desde una perspectiva socio-ecológica, abordando problemas complejos como la desertificación, cambio climático, procesos de urbanización, cambio en los estilos de vida e innovaciones tecnológicas adaptativas.

Martín R. Aguiar
Investigador del CONICET en el Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA) y profesor asociado de la cátedra de Ecología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Es Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Buenos Aires, Magíster Scientiae (Área de Recursos Naturales) de la Escuela Para Graduados Alberto Soriano, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, y PhD en Ecología (Colorado State University, USA). ExDirector de la Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano (2009-2017). Trabaja en ecología de sistemas pastoriles áridos con énfasis en el estudio de la relación entre patrones y procesos ecológicos a diferentes escalas.

Raúl Paz
Investigador principal del CONICET en el Instituto de Estudios para el Desarrollo Social (INDES)/CONICET en la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Es profesor asociado en la cátedra de Extensión y Desarrollo Rural de la Facultad de Agronomía y Agroindustria y profesor en la cátedra de Sociología Rural en la Facultad de Humanidades, Ciencias Sociales y de la Salud de la UNSE. Actualmente coordina el Equipo de Sociología Rural del INDES/CONICET. Es Ingeniero Agrónomo, Magíster Scientiae en Extensión Agropecuaria y Doctor en Ciencias Agropecuarias. Su actual línea de investigación se refiere a la cuestión agraria, estructura agraria y a la problemática y desarrollo de la agricultura familiar.

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.6029
Gerritsen, P. R. W. (2018). Manejo campesino de paisajes rurales
Cuadernos Geográficos 57(2), 304-325

Manejo campesino de paisajes rurales: estudio de caso en el Occidente de México

Peter Rijnaldus Wilhelmus Gerritsen[1] ✉

Recibido: 07/06/2017 | 21/05/2018

Resumen

El campo mexicano se caracteriza por una crisis multidimensional, afectando no solamente el bienestar social, sino también la conservación de los recursos naturales. Como consecuencia, desde diferentes disciplinas se han buscado nuevos marcos interpretativos para entender las múltiples interacciones sociedad – naturaleza. En este artículo, se presenta un acercamiento sociológico, ejemplificándolo con un estudio de caso del Occidente de México. El caso muestra que los paisajes rurales son el resultado de un dinamismo estrecho entre sociedad y naturaleza. Se termina este artículo con una discusión sobre las implicaciones de este reconocimiento para los proyectos de desarrollo y conservación.

Palabras clave: Paisaje rural; sociología rural; manejo de recursos naturales.

Abstract

Farmer management of rural landscapes: a case study from western Mexico

The Mexican countryside is characterized by a multidimensional crisis, affecting not only social wellbeing, but also the conservation of natural resources. As a consequence, from different disciplines new interpretive frameworks have been sought for understanding the multiple society – nature interrelations. In this article, an applied sociological approach is presented, illustrated by a case study form Western Mexico. The case study shows that rural landscapes are the result of dynamic interrelationships between society and nature. This article ends with a discussion of the implications of this recognition for conservation and development projects.

Key words: Rural landscape; rural sociology; natural resource management.

Résumé

Gestion agricole des paysages ruraux: une étude du cas de l'ouest du Mexique

La campagne mexicaine subit une crise multidimensionnelle. Elle affecte le bien-être social, mais aussi la conservation des ressources naturelles. Pour mieux la comprendre, de nombreuses recherches ont été effectués sur les interrelations entre la société et la nature. Para une approche sociologique, cet articule traite de l´étude du cas de l´ouest du Mexique. Il en ressort que les paysages ruraux sont les résultats d´une dynamique étroite entre nature et société- L´article se termine par une discussion sur les différentes implications nécessaires pour aboutir á des projets de développement et de conservation.

Mots-clés: Paysage rural; la sociologie rurale; la gestion des ressources naturelles.

1. Universidad de Guadalajara en el Occidente de México. pedritus@startmail.com

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

1. Introducción

Para entender los problemas socioambientales contemporáneos es esencial comprender las interacciones entre las sociedades humanas con el medio ambiente natural y la forma en que estas relaciones se van modificando a lo largo de la historia (Arrighi, 1999). En este sentido, el estudio de las comunidades rurales es de suma importancia, ya que sus relaciones con el entorno natural son más directas que las de las sociedades urbanas, lo que las hace también más vulnerables a los problemas ambientales que generan como la degradación y la contaminación (Toledo y Barrera, 2008). En efecto, en las zonas rurales de México se vive una profunda crisis social y ecológica que a pesar de los años no ha permitido salir de la pobreza y la marginación a sus habitantes. Es evidente que muchos de estos problemas representan grandes desafíos para la sociedad en su totalidad (Morales, 2011), sin embargo, los problemas y los desafíos de las comunidades rurales son diferentes que para las sociedades urbanas (Barrera *et al*., 2004).

Dentro de este contexto, la privatización de la tierra y de los recursos naturales son fenómenos cada vez más frecuentes, sobre todo desde 1992, cuando el artículo 27 de la Constitución mexicana fue modificado. Mediante esta reforma se facilitó la movilización de tierras y recursos a través de mecanismos apoyados en una política macroeconómica de liberalización de los mercados y promoción de la inversión extranjera, lo cual ha conducido al debilitamiento de las instituciones campesinas y a que un porcentaje cada vez mayor de la tierra y los recursos naturales vaya quedando en manos de extranjeros, especialmente en las zonas costeras (Villa, 2011).

Los hechos aquí descritos han impactado fuertemente en las interacciones entre sociedad y naturaleza. Por un lado, los nuevos avances tecnológicos no toman en cuenta el patrimonio biocultural ni las condiciones específicas de cada una de las diferentes zonas rurales en que se origina este patrimonio. Por otra parte, el Estado ha facilitado la entrada de nuevos actores sociales en el campo mexicano, lo que ha generado un número cada vez mayor de conflictos socioambientales (Tetreault *et al*., 2012). Ambos factores son causantes de una creciente complejidad en los problemas socioambientales en México y sus diferentes estados y regiones. En este sentido, los problemas socioambientales no sólo son un fenómeno multidimensional y multiescala, sino también hechos que involucran a una gran diversidad de actores (Gerritsen, 2010).

En este artículo, se describen las interacciones sociedad – naturaleza en una comunidad indígena en el Occidente de México. En particular, este artículo tiene como objetivo describir el manejo campesino del paisaje rural, así como analizar los factores que configuran y reconfiguran este manejo. Nuestro artículo se basa en un estudio (sociológico aplicado) que se realizó entre 1993 y 2002 y, además, representa un estudio de caso en relación a las posibilidades de la participación comunitaria en el manejo de los recursos naturales dentro del contexto de las áreas naturales protegidas. Nuestro estudio es innovador en el sentido que examina de manera detallada las percepciones y prácticas de manejo en torno a los recursos naturales en la comunidad estudiada. Una examinación de este tipo es poco documentada en la bibliografía sobre la participación comunitaria en áreas naturales protegidas.

Con base en lo anterior, a continuación, se presentan primero algunas nociones teóricas y el diseño del estudio, para posteriormente presentar los resultados obtenidos. El artículo termina con una discusión y conclusiones sobre las implicaciones para proyectos de conservación de la biodiversidad y de desarrollo rural.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

2. Algunas nociones teóricas

2.1. Perspectiva orientada a los actores

En este artículo se aborda la problemática rural desde la perspectiva (sociológica) centrada en el actor que se enfoca en las experiencias cotidianas de los actores sociales y su forma de entender el mundo. Una perspectiva como esta *«[...] significa reconocer las 'realidades múltiples' y las diversas prácticas sociales de los distintos actores, y requiere de una estrategia metodológica para establecer contacto con estos mundos sociales que son tan diferentes y a menudo incompatibles entre sí»* (Long y Long 1992: 5).

Uno de los principios fundamentales de esta perspectiva es la idea de que los actores poseen «agencia». Agencia se refiere a «[...] *la capacidad atribuible al actor individual para procesar la experiencia social e ingeniarse maneras de enfrentar la vida aún bajo las formas más extremas de coerción. Dentro de los límites que imponen la información, la incertidumbre y otras restricciones (por ejemplo, físicas, normativas o político-económicas), los actores sociales son conocedores de su propio contexto, capaces de hacer transformaciones» (*ibíd.: 22-23). La noción de agencia se relaciona con el contexto cultural específico de un actor, pues este afecta la forma de conducir las relaciones interpersonales y el tipo de control de los actores que pueden ejercer entre uno y otro. Ello también implica que el actor imponga alguna forma de poder. *Agencia* y poder dependen de una red de actores que participan (parcialmente) en los proyectos y prácticas de un actor determinado (ibíd.).

El concepto de agencia no puede ser comprendido completamente si no se toma en cuenta la noción de estructura social, entendido aquí como el conjunto de reglas, normas, leyes y acuerdos que determinan el comportamiento de los sujetos sociales. Se considera que la estructura social también se refleja en una dualidad de reglas y recursos que tienen significado solamente cuando se les relaciona directamente con la agencia. Si bien se considera que en sí determina las posibilidades y las limitaciones de los actores, también se acepta que, al mismo tiempo se reproduce y se transforma a través de las acciones. Por lo tanto, los sistemas sociales *«[...] son dos cosas, un medio y un resultado de las prácticas que ingeniosamente organizan [...] restringen y facilitan «* (Giddens, 1984: 25). En consecuencia, las dualidades como «macro-micro», «externo-interno», «endógeno-exógeno», o la tan frecuente *«global-local»,* pueden tener diferentes significados y pueden ser entendidas solamente en contextos sociales precisos (Long, 2001).

2.2. Coproducción de la sociedad y la naturaleza

De acuerdo con Ploeg (1997) de aquí en delante para referirnos a las relaciones entre sociedad y naturaleza usaremos el término de coproducción. Más específicamente, y partiendo de la perspectiva orientada a los actores, la coproducción se considera como la interacción y proceso de transformación mutua constante que se da entre los campesinos y la naturaleza. La coproducción tiene un claro impacto en las características del trabajo campesino y del manejo de los recursos naturales, así como en la misma naturaleza (como entidad biofísica). La coproducción no existe *sui-generis*, pues los campesinos han desarrollado muchas maneras de relacionarse con la naturaleza. De hecho, las características de los procesos de coproducción son altamente heterogéneas, aunque teóricamente se pueden distinguir claras fronteras entre ellas. La coproducción depende tanto de la naturaleza más *pura* (las llamadas «áreas silvestres») como de la sociedad *sensu strictu* (a entenderse como un escenario urbano completamente desconectado de la naturaleza); siendo

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

estos dos extremos y, al mismo tiempo partes integrales del continuo ser humano-naturaleza. En el primero, la naturaleza permanece totalmente intacta mientras que, en el segundo, esta ha sido transformada totalmente o ha desaparecido (Ploeg, 1997: 41-42).

Es importante subrayar que, tanto los campesinos como la naturaleza pueden ser sujetos de transformaciones recíprocas, es decir, de una u otra manera pueden influir el uno en el otro y cambiar porque ambos pueden imponerse mutuamente sus propias reglas. Los campesinos lo hacen por medio de sus prácticas agropecuarias. La naturaleza a su vez, influye en las acciones de los campesinos por la variedad, calidad y cantidad de los bienes y servicios que ofrece (Ploeg, 1987). De esta manera los paisajes rurales se coproducen como resultado de las actividades de los campesinos que van transformando la naturaleza; al mismo tiempo, los patrones socioculturales de las poblaciones también son coproducidos por las características específicas del medio natural y de sus recursos (ibíd.). También de esta manera se construye, mantiene y transforma el patrimonio de las sociedades rurales (Toledo y Barrera, 2008).

2.3. Naturaleza y diversidad de los recursos naturales

La naturaleza se puede considerar tanto una entidad biofísica como una construcción social, dependiendo del punto de vista. Los investigadores del área de las ciencias naturales generalmente conciben la naturaleza como una entidad biofísica, es decir, un ecosistema en el que múltiples componentes interactúan a través de una variedad de procesos biofísicos, mientras que, para los científicos sociales, la naturaleza es un escenario con elementos conscientemente clasificados y valorados por los actores sociales. Tales valores se relacionan con la naturaleza como un todo o con algunos componentes específicos; además frecuentemente dependen de un determinado contexto, por ejemplo, los que dependen de las condiciones socioeconómicas y culturales imperantes. Así, lo que es importante para un actor puede no serlo para otro, haciéndose evidente que los actores puedan diferir entre ellos en su definición social de la naturaleza (Guyer y Richards, 1996; Gerritsen, 2010).

Por medio de la atribución de valores, los actores se apropian de la naturaleza y esta se va convirtiendo en parte de su vida y su mundo. Por lo tanto, los recursos naturales se pueden considerar también como aquellas partes de la naturaleza que tienen una utilidad para los actores y para la sociedad por lo que se les atribuye un valor. En general se les considera como algo que debe ser cuidado conscientemente por medio de esfuerzos de conservación y manejo (Slocombe, 1999), aunque evidentemente, esto está determinado no solo por las características biofísicas sino también por las condiciones socioeconómicas y culturales y las prácticas de manejo. Finalmente, tradicionalmente se concebía a los recursos naturales como componentes valiosos de la naturaleza principalmente en términos utilitarios. Actualmente se hacen también trabajos de conservación y manejo orientados a salvaguardar los valores ambientales y culturales (Posey, 1999).

2.4. De biodiversidad hacia diversidad de recursos

Como se mencionó anteriormente, la diversidad en el entorno natural se puede definir tanto desde un punto de vista biológico como social. Sin embargo, mientras que el término biodiversidad se refiere a la parte biológica en la naturaleza, propongo el concepto de diversidad de recursos para la parte social (Gerritsen, 2002). Este concepto hace referencia a todos los componentes de la naturaleza que los actores identifican y valoran de manera consciente. Así, tanto la perspectiva social como la biológica convergen en un enfoque único y completo. Dado que los valores de los

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

recursos son dinámicos, las características de la diversidad de recursos pueden cambiar en respuesta a las transformaciones sociales y culturales. Por otra parte, la diversidad de recursos puede considerarse como el resultado material de un proceso de coproducción entre los agricultores y la naturaleza. De manera similar a la biodiversidad, la diversidad de recursos se puede aplicar a distintos niveles organizativos, desde el nivel de especie hasta el nivel de unidad de uso del suelo e incluso hasta el de paisaje. En ambientes tropicales y subtropicales, fue el proceso de coproducción el que dio origen a los patrones de uso de los recursos tales como la caza y la recolección, el pastoreo, la agricultura de roza, tumba y quema, el cultivo permanente y la agricultura mixta. Por los innumerables estudios realizados alrededor del mundo, se sabe que la mayoría de las sociedades rurales tienen no una sola sino varias formas de uso y manejo de los recursos naturales (Padoch and Vayda, 1983). Esta multiplicidad de uso y manejo de los recursos ha generado un mosaico en los paisajes rurales compuesto por diferentes unidades que representan y contienen la diversidad específica de los recursos, tanto en su conjunto como dentro de cada una de ellas. Como Wiersum (1997) afirma, algunas de estas unidades están constituidas por ecosistemas naturales de los que se extraen especies nativas, mientras que otras están conformadas por agroecosistemas en los que se da una combinación de especies nativas y domesticadas. Especialmente en los paisajes manejados por los agricultores, la separación entre los ecosistemas naturales y agrícolas puede ser gradual. A menudo, la diversidad de recursos en un paisaje rural específico se encuentra distribuida entre una variedad de zonas de uso de suelo con diferentes grados de transformación del ecosistema (Kessy, 1998; Gerritsen, 2010). En otras palabras, existe un patrón sucesional que puede ser identificado.

Siguiendo la idea principal subyacente de la coproducción, la naturaleza exacta de este patrón de sucesión no sólo depende de las acciones de los agricultores, sino también de las condiciones ecológicas. A través del manejo de la sucesión, las diferentes unidades de recursos -cada una con su patrón específico de diversidad- reciben su lugar (espacial) en la finca y en el paisaje. Esta conformación a modo de parches en el paisaje representa la dimensión espacial de la diversidad de recursos. A su vez, el manejo de la sucesión de los diferentes cultivos, animales o tipos de vegetación, también implica un manejo de los ciclos naturales. En otras palabras, la diversidad de recursos además de una dimensión espacial tiene también una dimensión temporal y es resultado directo del proceso de la coproducción (Gerritsen, 2002).

De manera evidente, las estrategias de los actores locales tienen un impacto específico en el paisaje rural y en su diversidad de recursos. Cuando los actores buscan diversificar las actividades, el paisaje se puede transformar en unidades diferentes en donde cada una desempeña un papel para los agricultores (y en las prácticas agropecuarias y forestales), y esto puede abrir nuevas posibilidades para el manejo de las diferentes secuencias temporales y espaciales. Por el contrario, los agricultores también pueden desarrollar actividades agrícolas enfocadas a la obtención de sólo uno o de unos pocos productos del paisaje, es decir, dirigir sus estrategias hacia la especialización, sin embargo, esto ocasiona un empobrecimiento de la diversidad de recursos.

2.5. Diversidad de recursos y estilos agrarios

La diversidad de recursos puede ser considerada como el resultado material del proceso de coproducción. Su dinámica puede ser entendida a partir de las decisiones y acciones de los agricultores, es decir, a partir del concepto de «estilos agrarios». En términos generales, un estilo agrario puede ser definido como: «*[...] el complejo, pero integrado conjunto de conceptos, conocimientos,*

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

experiencias, etc., de un grupo de agricultores en una región específica, que describe la forma en que las prácticas agrícolas deben realizarse» (Hofstee 1985: 227).

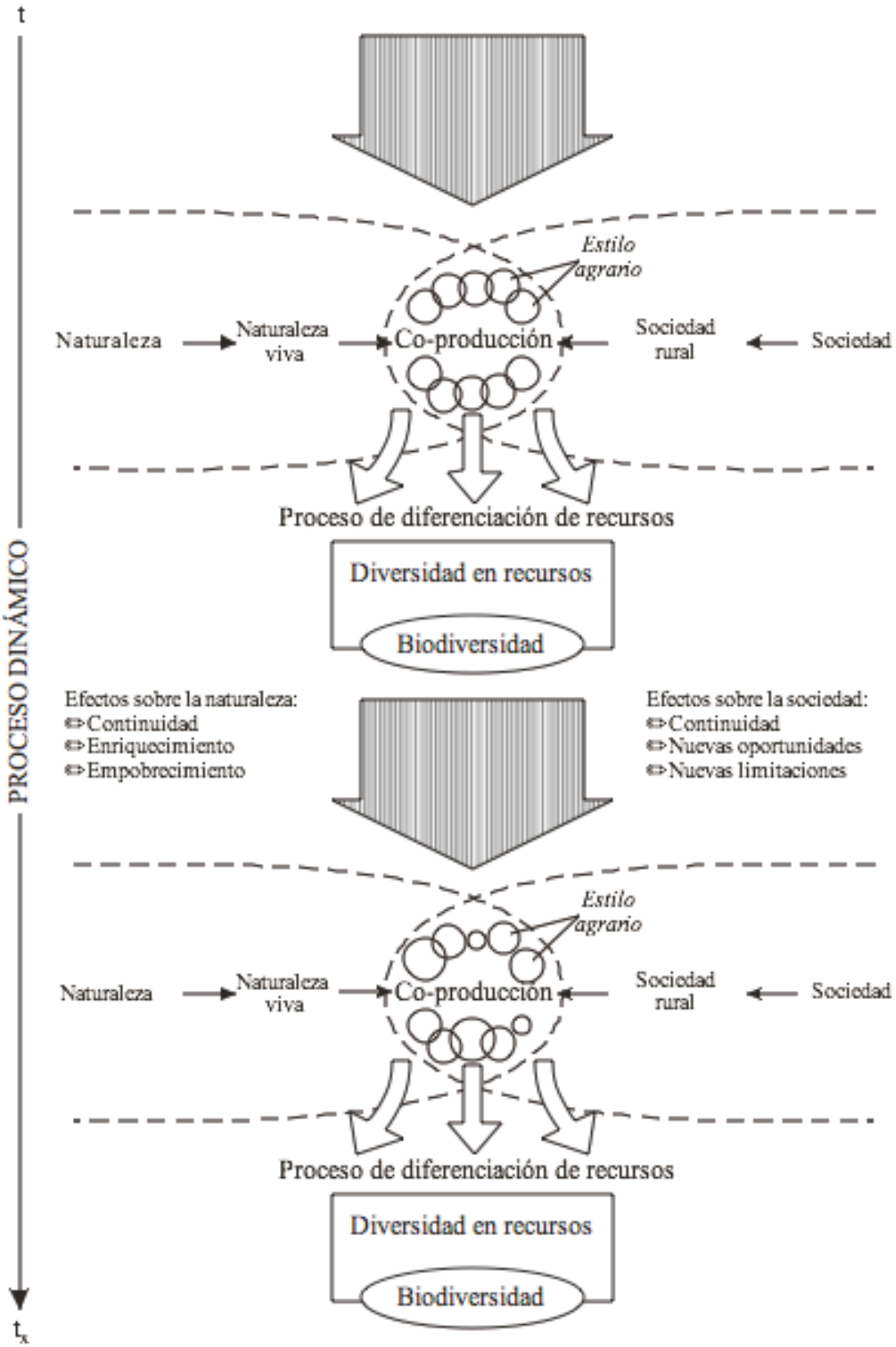
Debido a que las decisiones y acciones de los agricultores no son estáticas, sino que, por el contrario, están sujetas a una constante revisión y ajuste, existe un gran número de factores locales y externos que influyen en ellas. Por lo tanto, las fluctuaciones de los mercados y las políticas de las instituciones, además de los factores ecológicos, inciden en los estilos agrarios y también en el proceso de coproducción. Desde este punto de vista, un estilo agrario se puede describir como: «*[...] una forma socialmente creada de la organización y el desarrollo de las fincas que desde un punto de vista comparativo se distingue de otros por unos rasgos y dinámicas específicas, por unas relaciones muy determinadas con los mercados y las instituciones externas, así como por un conjunto específico de los resultados e interrelaciones técnico-productivas. Un estilo agrario corresponde a un conjunto específico de objetivos que han sido validados socialmente, que representan la dirección hacia donde se orienta la agricultura y que se asocian a ciertos medios específicos a fin de ser logrados*» (Ploeg 1991: 44). Los cambios dentro de los estilos agrarios, a su vez, afectarán la coproducción y por lo tanto la diversidad de recursos que existe debido a la interacción entre el hombre y la naturaleza.

2.6. Hacia un marco conceptual integral para entender la coproducción

La Imagen 1 presenta un resumen de las secciones anteriores e ilustra las interacciones entre la coproducción, los estilos agrarios, la diversidad de recursos y la biodiversidad. La Imagen muestra específicamente la forma en que la sociedad y la naturaleza coproducen los estilos agrarios y cómo estos van de la mano con la diversidad biocultural (local). Dependiendo de la lógica de cada uno de los estilos agrarios, se puede coproducir una diversidad de recursos inherente a ellos. La diversidad de recursos puede ser mayor en donde hay estilos agrarios que favorecen la diversificación, o menor para los que tienden a la especialización de la producción. Esta coproducción de la diversidad de recursos también tiene un impacto en la biodiversidad, ya que cada una de las unidades de diversidad de recursos contiene un número específico de genes, especies o ecosistemas. Además, en el proceso de la coproducción, los agricultores dan estructura a la naturaleza en el tiempo y en el espacio a fin de satisfacer sus necesidades. Esta estructuración se traduce en una diversidad específica de recursos que, a su vez, y analíticamente hablando, constituye el punto de partida para que inicie un nuevo proceso de coproducción que tendrá sus posibilidades y sus limitaciones para la agricultura y para el manejo de los recursos naturales, y mediante el cual habrán de cambiar tanto la diversidad de recursos como la diversidad biológica. Por un lado, las especies locales pueden disminuir debido a la sobre-extracción o a la eliminación consciente por una valoración negativa, pero, por otra parte, los sistemas de recursos pueden enriquecerse con las especies más valoradas a nivel local, o con nuevas especies que pueden aparecer de forma espontánea por las nuevas prácticas de cultivo, es decir, puede haber novedades. Al enfocarse en el proceso de coproducción y evaluar la manera en que esta se refleja en la diversidad de recursos, es posible profundizar en los procesos sociales subyacentes al manejo de los recursos naturales y de la conservación de la biodiversidad (Gerritsen, 2010).

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Imagen 1. Representación esquemática de las relaciones entre la coproducción, los estilos agrarios, la diversidad de recursos y la biodiversidad



Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

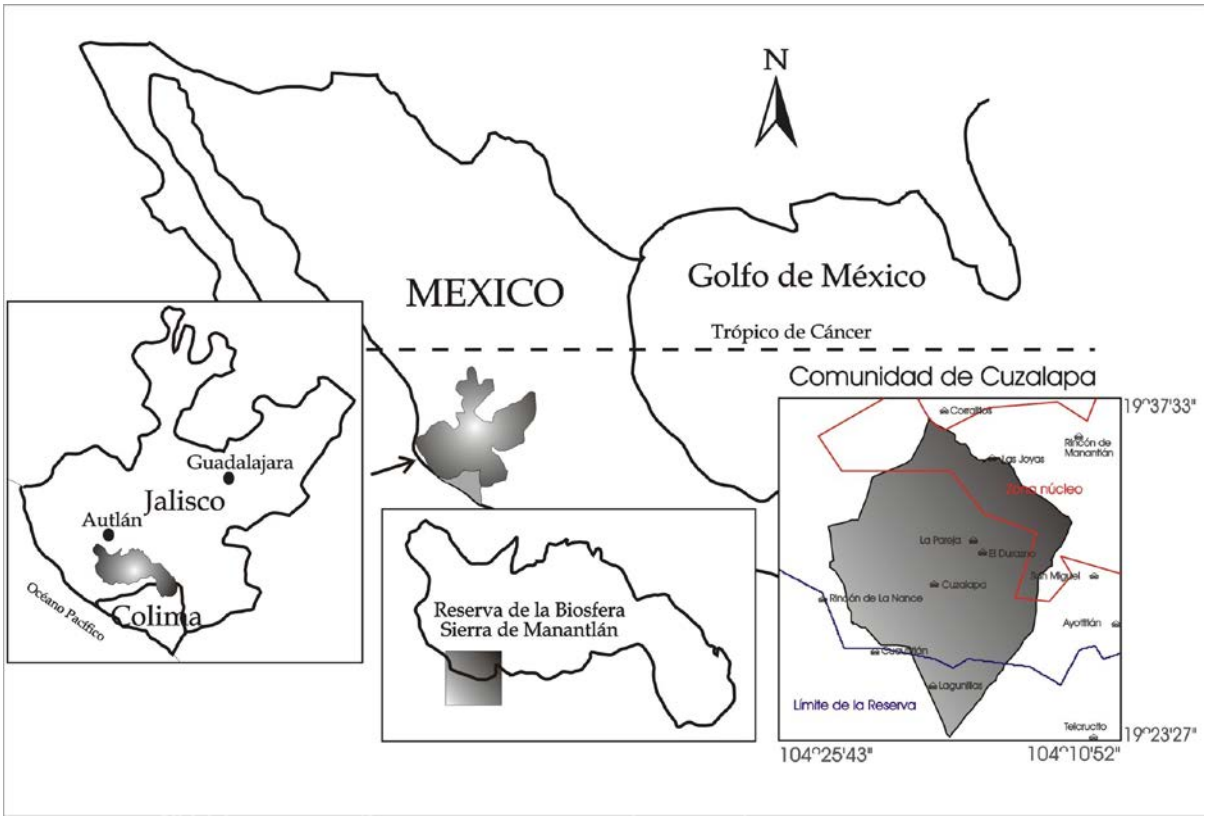
DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.6029

3. Diseño del estudio

3.1. Área de estudio

Nuestro estudio se realizó en la comunidad indígena de Cuzalapa en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, en el sur del estado de Jalisco en el occidente de México (Mapa 1). La comunidad indígena de Cuzalapa tiene un territorio de casi 24,000 hectáreas y 1,500 habitantes aproximadamente. Las actividades de uso del suelo se relacionan con el cultivo del maíz y la cría de ganado; este último ha ido creciendo desde los años 1970. Por otra parte, debido a los bajos precios del maíz, la cría de ganado, incluyendo el comercio de pasturas y residuos de cosecha, se ha convertido en la actividad económica dominante. La importancia de los árboles y los bosques para los agricultores está directamente relacionada a las labores domésticas y a las prácticas agrícolas, como veremos más adelante (Gerritsen, 1995).

Imagen 2. Ubicación de la comunidad indígena de Cuzalapa



Fuente: elaboración propia.

3.2. Metodología aplicada

Este artículo se basa en un trabajo de campo que se realizó en el periodo 1993 a 2002, cuando el autor trabajó como coordinador de desarrollo comunitario en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. A la par del desarrollo de actividades de vinculación social con el fin de fortalecer la participación comunitaria en el manejo de la Reserva, se realizaron esfuerzos de sistematización científica que culminaron en una tesis de doctorado que se defendió en el 2002 (Gerritsen, 2002).

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

La sistematización científica en relación a la comunidad indígena de Cuzalapa giró alrededor de los estilos agrarios presentes en la comunidad y su impacto en la biodiversidad, partiendo de los conceptos de coproducción y diversidad en recursos. Por otra parte, se hizo una comparación de las percepciones y perspectivas de los campesinos con las de las autoridades profesionales de la reserva.

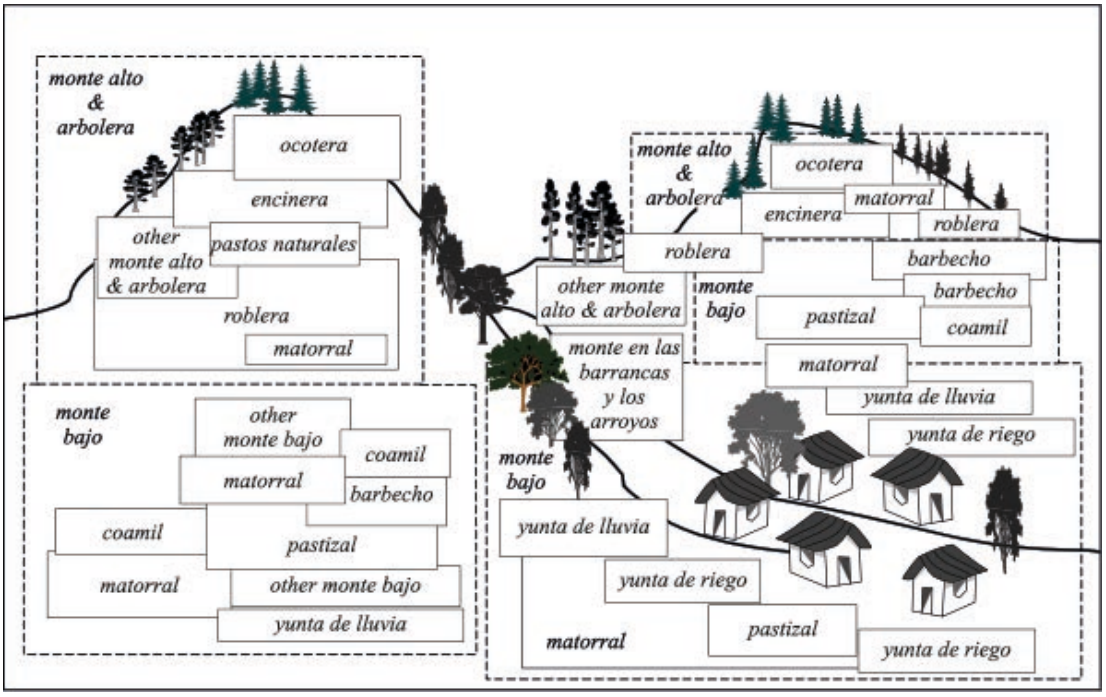
Por partir de la perspectiva (sociológica) de los actores en nuestras investigaciones, la sistematización presentada aquí es predominantemente cualitativa. Se basa en 12 estudios de caso, donde se aplicaron entrevistas semi-estructuradas e informales con informantes clave. Se seleccionaron los estudios de caso, todos campesinos, con base en su disponibilidad para participar en el estudio y por su conocimiento de los diferentes aspectos que conforman el estilo agrario en la comunidad indígena de Cuzalapa. Una vez terminados los estudios de caso, se aplicó una encuesta sencilla con preguntas abiertas a 108 campesinos para corroborar la información obtenida de los estudios de caso. Estos campesinos que fueron escogidos al azar, representan aproximadamente el 25% de todos los campesinos en la comunidad. Finalmente, la información de las actividades del uso del suelo fue complementado con transectos, caminatas acompañados por campesinos y ejercicios de mapeo participativo.

4. Resultados

4.1. Diversidad de recursos en Cuzalapa

A nivel del paisaje los agricultores distinguen una diversidad específica de recursos que forma parte de su cultura e idiosincrasia. Esto se manifiesta en una diferenciación patente entre las unidades de paisaje, y estas reciben nombres de acuerdo con conceptos vernaculares específicos, como se ilustra en la Imagen 3.

Imagen 3. La diversidad de recursos en el paisaje de Cuzalapa a través de los ojos de los agricultores



Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Fotografía 1. El paisaje de Cuzalapa

Fuente: Peter R.W. Gerritsen.

Los campesinos ven su diversidad de recursos en dos niveles. En primer lugar, identifican diferentes zonas de uso del suelo con diferentes subzonas (Tabla 1). En este nivel se encuentran los *huertos*, las *yuntas*, los *coamiles* y los *agostaderos*. Los campesinos basan esta clasificación en las posibilidades de uso de la tierra dentro del paisaje y en las prácticas de manejo que pueden aplicar.

Tabla 1. Zonas y subzonas de uso de suelo en Cuzalapa

Zona de uso de suelo	Subzona de uso de suelo
Huertos	Huertos Agrobosques Cafetales
Yuntas y coamiles (parcelas de maíz)	Tierras de riego Tierras de temporal Coamiles (agricultura de roza, tumba y quema)
Agostaderos (tierras de pastoreo)	Agostaderos reales y potenciales

Fuente: elaboración propia.

Fotografía 2. Sembrando maíz

Fuente: Peter R.W. Gerritsen.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Fotografía 3. En el coamil

Fuente: Peter R.W. Gerritsen.

Los agricultores además distinguen entre diferentes tipos de agostaderos según las características del campo y la vegetación (Tabla 2).

Como lo ilustra la Tabla 2, la noción campesina de los agostaderos tiene tanto una dimensión espacial como una temporal. El pastoreo se lleva a cabo no sólo en diferentes partes del paisaje, sino también en ciertos momentos de los ciclos agrícolas.

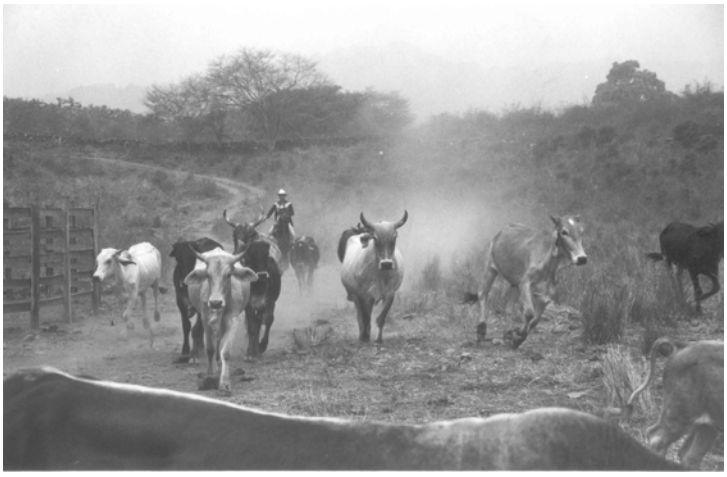
Tabla 2. Clasificación campesina de los agostaderos

Categoría	Tipo
Parcelas agrícolas en descanso	Parcelas agrícolas de temporal en descanso Parcelas agrícolas de riego en descanso Parcelas de roza, tumba y quema abandonadas
Pastizales	Naturales Exóticos
Monte y *arbolera*	Bosque y vegetación secundaria

Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Fotografía 4. Cuidando el ganado



Fuente: Peter R.W. Gerritsen

Es importante mencionar que los campesinos no conciben los lugares donde encuentran los recursos forestales como zonas de uso del suelo; más bien incluyen estos recursos en el concepto de *agostadero* y suelen referirse a ellos como *monte* y *arbolera*. Además, tienen una clasificación aún más detallada para los recursos forestales de su comunidad acomodándolos en dos clases principales y varias subclases. La Tabla 3 presenta una vista general de esto.

Tabla 3. Clases y subclases de monte y arbolera

Categoría	Tipo
Monte bajo (vegetación secundaria)	Matorral Barbecho Otro monte bajo
Monte alto y arbolera (Vegetación boscosa)	Roblera (Bosque de Quercus caducifolia) Encinera (Bosque de Quercus subcaducifolia) Ocotera (Bosque de Pinus) Monte alto y arbolera en las barrancas (Bosque tropical caducifolio y subcaducifolio) Otro monte alto y arbolera

Fuente: elaboración propia.

Los campesinos son depositarios de un gran cúmulo de conocimientos ecológicos sobre la diversidad de recursos, tales como la distribución irregular del paisaje, las relaciones entre los componentes biofísicos, los procesos sucesionales, la distribución y las características de crecimiento de las especies, etc. Este bagaje cognitivo está vinculado a los diferentes dominios agrícolas y se expresa a través de una serie de conceptos populares, como se ilustró en la Imagen 2 y abordó en más detalle en las Tablas 1, 2 y 3.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

4.2. La dinámica de la diversidad de recursos

Los campesinos se relacionan de manera lógica y manejan activamente las diferentes unidades que componen la diversidad de recursos en su paisaje. De manera analítica, los campesinos entrevistados distinguen tres tipos de relaciones: 1) entre las zonas de uso de suelo, 2) entre las subzonas de uso de suelo y los recursos forestales, y 3) entre los diferentes tipos de vegetación forestal.

La configuración de la diversidad de recursos en el paisaje rural es, entonces, el resultado de prácticas agropecuarias que generan un patrón de sucesión que a su vez conduce al surgimiento de zonas de uso de suelo y a la transformación de la vegetación forestal en valiosos recursos naturales. Como se ha mencionado, esta configuración no sólo depende de las decisiones de los campesinos sino también de las condiciones ambientales locales específicas. Es de esta manera que las diferentes unidades de diversidad de recursos alcanzan su lugar concreto en la finca y en el paisaje (Imagen 2). Además, de ello emergen también los parches del paisaje que constituyen el mosaico de la dimensión espacial en la diversidad de recursos. A través de las prácticas agropecuarias y forestales los agricultores configuran y reconfiguran de forma activa la diversidad de los recursos a través del tiempo para obtener los productos y servicios deseados (tanto tangibles como intangibles). Debido a que este proceso se refleja en el paisaje, los campesinos pueden influir directamente en su conformación. Por otra parte, la transformación del mosaico del paisaje es uno de los resultados visibles del dinamismo de la coproducción. Conforme se va dando manejo a los diferentes ciclos naturales, el grado de coproducción varía en el paisaje y entre las diferentes unidades de diversidad de recursos (cfr. Mendras, 1970). Más específicamente, en el estudio de caso, diferentes grados de coproducción se observan dentro de las zonas de uso del suelo y entre las zonas de uso del suelo y la vegetación forestal.

La lógica subyacente al manejo de la diversidad de recursos radica en los múltiples significados que se atribuyen a cada elemento del banco de recursos y que están relacionados con la posibilidad de obtener productos y (eco)servicios específicos de ellos. Sin embargo, los campesinos también asignan un valor intrínseco al paisaje y a sus diferentes componentes, y muchos de ellos consideran que los recursos naturales de la comunidad son un patrimonio biocultural.

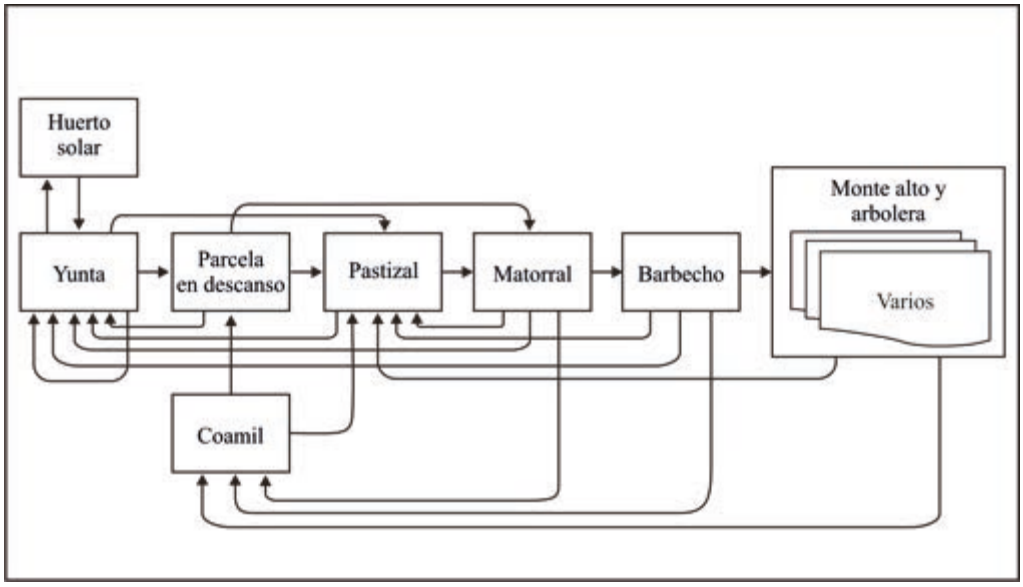
4.3. La dimensión temporal y espacial de la diversidad de recursos

Como se mencionó antes, el manejo de la sucesión y del mosaico del paisaje se relacionan con las dimensiones del tiempo y el espacio en la diversidad de recursos. Estas dos dimensiones se organizan lógicamente a través de las prácticas agropecuarias y forestales. La Imagen 4 ilustra el manejo de la sucesión en las zonas de uso del suelo y de la vegetación forestal, visto de la dimensión temporal. En ella se muestran todas las posibles relaciones entre las diferentes unidades de diversidad de recursos. Debido a que la Imagen 4 representa una situación ideal, no refleja la importancia relativa que tienen las diferentes unidades de diversidad de recursos para los campesinos.

La distribución de las unidades de recursos en el tiempo también implica una distribución específica del espacio. Debido a los diferentes ciclos naturales que deben ser tomados en cuenta para el manejo de la sucesión, los campesinos tienen que decidir no sólo cuando, sino también dónde intervenir. Esto es crucial para obtener los productos y (eco)servicios deseados.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Imagen 4. Manejo de la sucesión de la diversidad de recursos



Fuente: elaboración propia.

4.4. La diversidad de recursos y los estilos agrarios

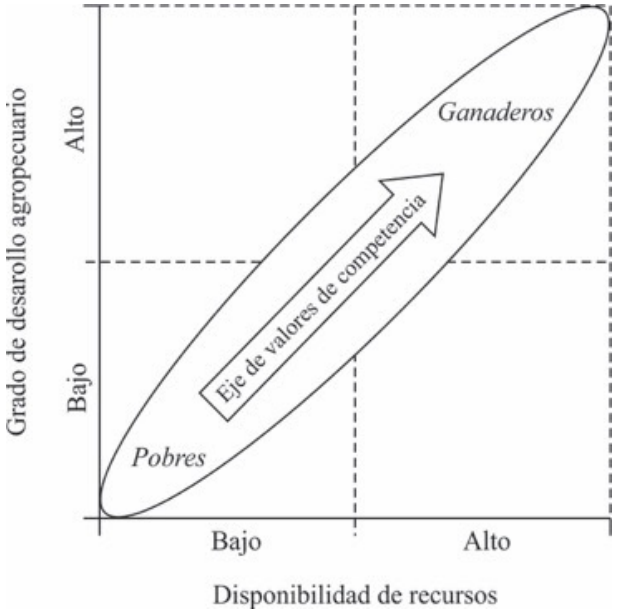
Las decisiones de los campesinos sobre el manejo de la diversidad de recursos se relacionan directamente con la lógica general de sus prácticas agropecuarias y forestales. En otras palabras, son parte integral del estilo agrario (Ploeg, 1994). Nuestro estudio de caso reveló grandes diferencias entre los campesinos; sin embargo, localmente existe una distinción entre los campesinos pobres, que tienen un acceso muy limitado a los recursos, y los ganaderos, que en general son más pudientes. A pesar de estas diferencias, los campesinos reconocen y practican un estilo agrario; es decir, que todos coinciden en que hay una manera de realizar las prácticas agrícolas. Dentro de este estilo agrario, las actividades se basan en la noción de «*sacar adelante el trabajo*». Si se logra bien, los campesinos tendrán «*[...] suficiente para comer y algo de dinero para pagar los costos de uno*». En la práctica diaria, los campesinos que logran sacar adelante el trabajo son aquellos que tienen algunas tierras de cultivo y algunas cabezas de ganado. Por lo tanto, tener tierra y ganado son de importancia fundamental para el estilo agrario, particularmente el ganado, ya que representa riqueza y estatus. La autonomía productiva es otra dimensión del estilo agrario y se considera como uno de los criterios para las habilidades campesinas (i.e. *craftsmanship*): un buen campesino es capaz de manejarse por sí mismo, lo que le hará ganar respeto dentro de la comunidad. Hay, sin embargo, otra cara del respeto, que es el ayudar a otros campesinos necesitados. Por lo tanto, el respeto implica tanto una obligación moral como una red de seguridad. Los campesinos que han perdido el respeto, de una manera o de otra tienen mayor dificultad para la movilización de los recursos.

Lo anterior puede ser representado mediante la noción de «eje de valores de competencia» (Bennett, 1982: 342), que se refiere a las estrategias campesinas, tomando en cuenta todos los criterios relevantes para los productores. La definición del eje de valores de competencia se basa en clasificaciones populares y tiene que ser entendido en un sentido amplio que incluya los criterios ecológicos, sociales, económicos e incluso emocionales. La Imagen 4 ilustra esto respecto a nuestro estudio de caso, mostrando el patrón (ideal) de desarrollo agrario que los campesinos (tradicionalmente) buscan. También se presentan las categorías de campesinos *pobres* y *ganaderos* pueden

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

considerarse como diferentes etapas en el desarrollo agrario. Esto implica que, en la práctica, los *ganaderos* también tengan una combinación de cultivos, animales, etc., reproduciendo así la composición típica y rica del paisaje a manera de mosaico, como se representa espacialmente en la Imagen 3.

Imagen 5. Eje de valores de competencia del estilo agrario en Cuzalapa



Fuente: elaboración propia.

4.5. La dinámica de la coproducción, los estilos agrarios y la diversidad de recursos

En México las zonas rurales han sufrido muchos cambios a través del tiempo y el siglo XX ha sido particularmente importante en este sentido ya que fue el escenario de cambios como las reformas agrarias de 1917 y 1992, el aumento de la disponibilidad de insumos externos y las innovaciones tecnológicas (Warman, 1999; Villa, 2011).

Esos eventos tuvieron repercusiones que llegaron a todo el país impactando el proceso de coproducción y el estilo agrario en sitios tan remotos como Cuzalapa, en donde se dieron tres cambios importantes: la disminución de los *coamiles* (la siembra de maíz bajo el esquema de roza, tumba y quema), la explosión de la explotación forestal comercial y la intensificación de las actividades ganaderas. Dichos cambios fueron a su vez causantes de cambios en el uso del suelo y en la cubierta vegetal.

Hasta la década de 1970, la actividad más importante era la agricultura por medio de *coamiles* en las partes más bajas y medias del paisaje. Era principalmente de este modo como se formaba la diversidad de recursos a nivel de la comunidad. Sin embargo, los *coamiles* perdieron importancia ante la incipiente escasez de la tierra (dejar tierras en barbecho se hizo más difícil), la llegada de nuevos insumos y tecnologías y el incremento en la ganadería.

La explotación forestal comercial desempeñó un papel preponderante desde los años 40 hasta los 80, particularmente en las zonas más elevadas del paisaje. Dentro de ese lapso se distinguen dos períodos que se convirtieron en parteaguas. De 1940 a 1960 una empresa maderera privada

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

se dedicó a la explotación de los bosques. Por su forma de operar y porque llevaba sus propios trabajadores, no tenía ninguna relación con la coproducción o el estilo agrario. Posteriormente, durante la década de 1980, la explotación del bosque se realizó como una actividad fuera del sector agrícola a través de la operación de un aserradero comunitario.

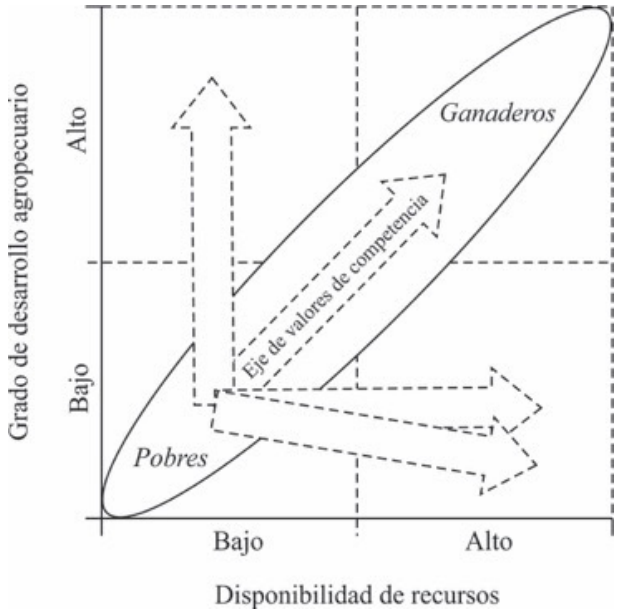
Después de que se suspendieron estas actividades, la explotación de la vegetación forestal siguió siendo importante, pero sólo como una actividad complementaria a las prácticas agrícolas.

Por último, desde la década de 1970, la cría de ganado ha sido el factor más determinante en la reconfiguración de la diversidad de recursos en Cuzalapa. La baja en los precios del maíz y el aumento en los de la carne han contribuido a ello. En consecuencia, los pastizales y las tierras de pastoreo se han vuelto cada vez más importantes y han tenido un fuerte impacto en la diversidad de recursos, en sus diferentes unidades, en las zonas de uso del suelo y en los recursos forestales. A su vez, estos cambios han dado lugar al establecimiento de pastos que han reemplazado el cultivo de maíz y han causado la transformación del *monte bajo* (vegetación secundaria), los huertos familiares y la vegetación forestal en pastizales permanentes modificando la estructura y composición del bosque.

4.5.1. *La reorganización del estilo agrario*

La reconfiguración de la diversidad de recursos es uno de los resultados de los cambios en el estilo agrario en Cuzalapa. Debido a la actual situación en la tenencia de la tierra, en la que ya no hay más tierras libres disponibles, tanto los campesinos pobres como los ganaderos han comenzado a modificar sus estrategias. En otras palabras, el estilo agrario de Cuzalapa está en proceso de transformación. Las Imágenes 6 y 7 ilustran los nuevos estilos de cultivo que se están desarrollando para hacer frente a la nueva situación político-económica. Mientras que la Imagen 6 presenta un acercamiento cualitativo, la Imagen 7 presenta los flujos monetarios y no monetarios. La Imagen 7 también incluye dos dimensiones de la lógica subyacente del estilo agrario que ya se ha mencionado anteriormente, es decir, suficiente para comer y algo de dinero para gastar.

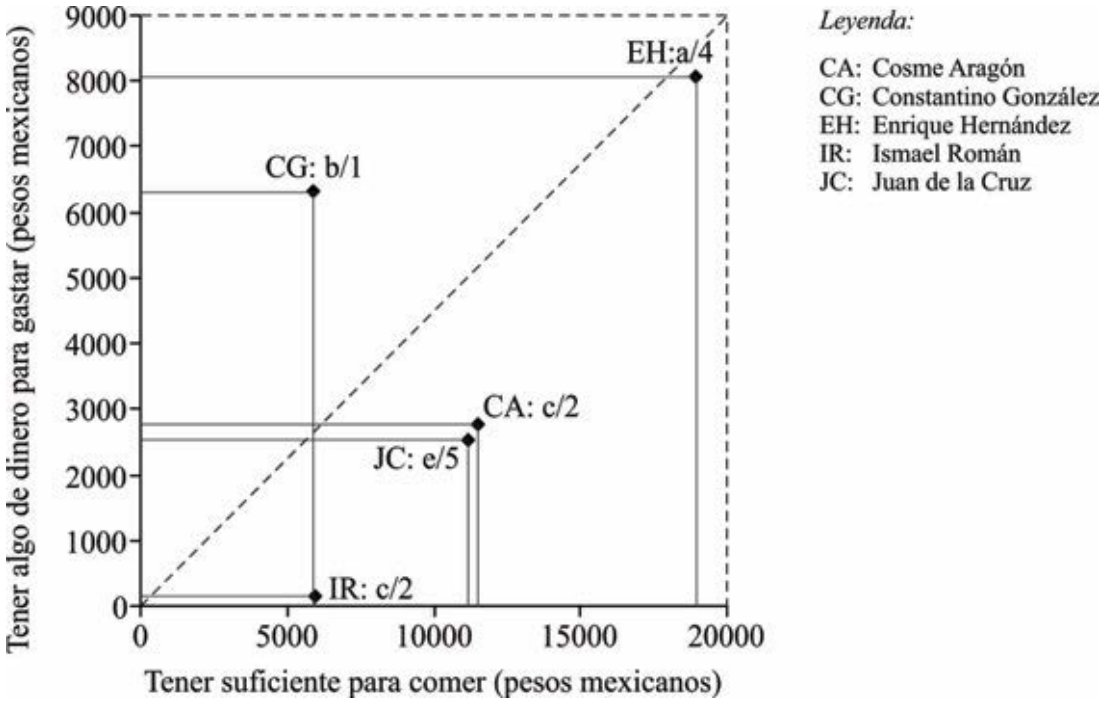
Imagen 6. Ejes de valor de competencias de reciente aparición en Cuzalapa



Fuente: elaboración propia.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Imagen 7. Acercamiento cuantitativo a la reconfiguración del estilo agrario



Fuente: elaboración propia.

Las Imágenes 6 y 7 muestran las nuevas estrategias que están surgiendo entre los agricultores, con sus diferentes grados de desarrollo agrícola y de disponibilidad de recursos. En lugar del antiguo modelo en el que los campesinos se esforzaban por mejorar las actividades de cultivo y cría de ganado basadas en la obtención de más tierra y más ganado, han surgido nuevas formas agrarias. Entre los campesinos ganaderos, se observa que algunos todavía se apegan a «como era antes», mientras que otros observan principios sustentables como limitar el aumento en el número de cabezas a la disponibilidad de los pastos en sus tierras, o incluso buscar soluciones tecnológicas para aumentar la eficiencia del forraje. Por lo tanto, uno se encuentra tanto con ganaderos que tienen como objetivo mantener el tamaño de sus rebaños en un nivel relativamente estable, como otros que buscan constantemente comprar pasturas adicionales. Cuando los hijos emigrados a los Estados Unidos de este último grupo regresan, traen consigo puntos de vista distintos que pueden contribuir a reorientar el desarrollo agrícola, por ejemplo, mediante la incorporación de maquinaria de ensilaje de maíz, algo que la generación pudo haber visto con reticencia.

Entre los campesinos pobres se dan respuestas similares ante la situación actual. Por ejemplo, algunos campesinos casi no invierten en atención para la salud de los animales, mientras que otros, se adhieren a la idea de que hay que cuidar del ganado, y lo hacen con regularidad. Hay además algunos campesinos pobres que se dedican casi en su totalidad al cultivo de pastos (para venderlos a los ganaderos), y otros que no están dispuestos a abandonar por completo el cultivo de maíz.

Estos cambios en los estilos agrarios llevan consigo el riesgo de una súbita ruptura en el proceso de coproducción. Esto se puede ejemplificar con el caso de la calidad de la tierra. Tradicionalmente existía una estrecha relación entre el uso del suelo y la calidad de la tierra dentro de las prácticas agrícolas en Cuzalapa. En sus decisiones sobre las prácticas agrícolas y el manejo de la diversidad de recursos, los campesinos tomaban como criterio la calidad de las tierras. Por eso cultivaban el maíz en suelos cercanos al río mientras que el ganado pastaba en tierras menos

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

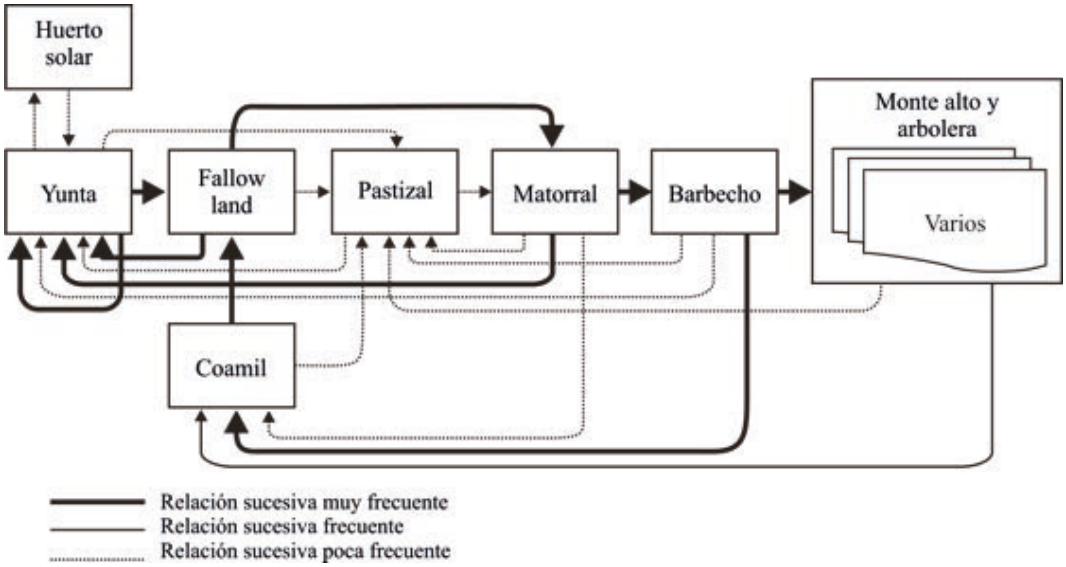
productivas. Actualmente, sin embargo, un número creciente de ejemplos se puede observar en los que el uso del suelo está totalmente desconectado de la calidad de la tierra. Por ejemplo, las vacas pastan en zonas donde el forraje es escaso, mientras que se cultiva maíz en suelos infértiles o en pendientes pronunciadas. Estos ejemplos apuntan a esas posibles rupturas en el proceso de coproducción y, en consecuencia, en la diversidad de recursos.

4.5.2. *La reconfiguración de la diversidad de recursos*

Los cambios que se han producido en el estilo agrario (tradicional) también se reflejan en el paisaje y en la diversidad de recursos. Las Imágenes 8 y 9 ilustran esto mediante las dinámicas de la diversidad de recursos en dos momentos históricos, los años 60 y los 90, cuando se dieron transformaciones importantes en el paisaje.

En primer lugar, la Imagen 8 presenta las relaciones sucesionales como quedaron ordenadas en la década de 1960, cuando los *coamiles* seguían siendo la forma agrícola dominante. Después, la Imagen 9 muestra estas mismas relaciones, pero en los años 90, cuando la cría de ganado se había convertido en la actividad agrícola predominante en la comunidad.

Imagen 8. La dinámica de la diversidad de recursos a finales de los 60



Fuente: elaboración propia.

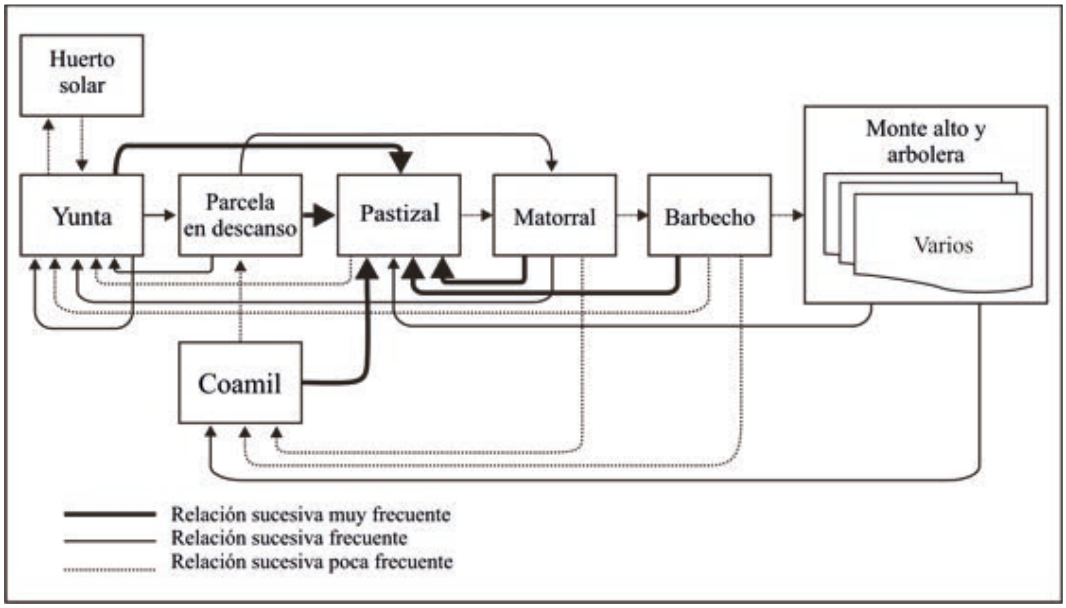
Al comparar ambas Imágenes, destacan las transformaciones en la diversidad de recursos en Cuzalapa. En contraste con la Imagen 8, que muestra al maíz en el corazón del uso del suelo, la Imagen 9 muestra claramente la importancia creciente del manejo de los pastizales y la creciente reorientación que han hecho los campesinos de las relaciones sucesionales en el sentido de mejorar dichos pastizales.

Estudios cuantitativos para evaluar las transformaciones del paisaje en Cuzalapa han revelado información adicional sobre las dinámicas de la diversidad de recursos. Louette *et al.* (1998) estiman un aumento del 69% en las «zonas abiertas», es decir, en campos de cultivo y pastizales, para el período 1970-1993. De acuerdo con estos autores, los campesinos han desmontado aproximadamente 2,956 hectáreas para el cultivo y el pastoreo -principalmente vegetación secundaria y en menor grado bosques-, cuya mayoría se ubican en las partes más bajas. Además, Guevara

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

et al. (1997), en un estudio más detallado sobre los cambios en el uso de suelo en las partes más bajas de Cuzalapa, encontraron que el aumento de las áreas desmontadas ha estado relacionado principalmente con los pastizales.

Imagen 9. Las dinámica de la diversidad de recursos a finales de los 90



Fuente: elaboración propia.

Al analizar juntos los resultados de la información cualitativa y cuantitativa, vemos que, al menos hasta finales de los 90, los campesinos habían mantenido activamente la diversidad de recursos en su estado original (véase de nuevo la Imagen 3), en lugar de eliminar por completo la vegetación forestal para satisfacer las necesidades de pastura. En otras palabras, aún no había ocurrido un empobrecimiento de la diversidad de recursos.

Así mismo, los resultados del trabajo de campo que subyace a este capítulo, hicieron evidente que los agricultores han mantenido activamente la diversidad de unidades de recursos. A pesar de que los pastizales han crecido en importancia, la mayoría de los agricultores no está dispuesta a abandonar el cultivo de maíz totalmente, ni a prescindir de sus huertos familiares. Por otra parte, a pesar de que el ganado pasta en *monte alto* y *arbolera*, la vegetación del bosque sigue siendo sumamente importante como fuente de madera, agua y otros productos forestales no maderables. En otras palabras, en lugar de causar una ruptura en el proceso de coproducción, los campesinos mantienen activamente la diversidad de recursos simplemente por el papel específico que desempeña en las prácticas agrícolas. Sin embargo, aunque se mantiene la diversidad del paisaje, la superficie, la estructura y la composición de la vegetación leñosa puede variar con el tiempo.

5. Discusión y conclusión

Este artículo se centró en las interacciones sociedad - naturaleza y en el análisis de la forma en que estas impactan el paisaje rural y la diversidad de los recursos naturales. Para ilustrar este tema central, recurrimos a un estudio de caso llevado a cabo en el sur del Estado de Jalisco en el occidente de México.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Dicho estudio demostró que los campesinos tienen una definición social del entorno natural meticulosamente elaborada, y que esta incluye su diversidad. Esta definición social sugiere que los agricultores estén bien informados acerca de su entorno, lo que les permite transformar los elementos toscos de la naturaleza en recursos útiles. El resultado de esa transformación es la diversidad específica de recursos a nivel local. Esto coincide con observaciones hechas en otras partes de México y del mundo (Posey, 1999; Toledo y Barrera, 2008).

Para entender la diversidad de recursos desde la perspectiva de los actores sociales, donde se realizó el estudio de caso, es preciso enfocarse en las zonas de uso de suelo (es decir, los agroecosistemas) y en los tipos de vegetación forestal, donde además existe la diversidad a nivel de especie. Los límites entre las zonas de uso del suelo, los tipos de vegetación forestal y las especies no son radicales sino graduales. De ese modo, el paisaje en las zonas rurales no es una colección de unidades aisladas de uso de suelo y de vegetación, sino que es claramente el resultado de las dinámicas las interrelaciones de la coproducción. Son cruciales en este aspecto, las decisiones de los agricultores sobre los procesos de sucesión (es decir, la organización del tiempo y el espacio) en el entorno local ecológico, socioeconómico y político.

Así, la visión de los campesinos sobre la diversidad de recursos se centra principalmente en el nivel de paisaje y en segundo lugar en las especies útiles. El uso de un gran número de variedades de cultivos nos da una idea de la diversidad a nivel genético (Gerritsen, 2002).

A medida que el estilo agrario de Cuzalapa se ha reorientado hacia la creciente importancia de las actividades ganaderas, la diversidad de recursos en el paisaje de la zona también se ha transformado para responder mejor a las necesidades de pastoreo. Los cambios actuales de uso de suelo sugieren que puede ocurrir un empobrecimiento o homogenización de la diversidad de recursos, ya que varios de los ecosistemas agrícolas se han transformado en tierras de pastoreo, y también la cubierta forestal se desmontado para aumentar la disponibilidad de pastos.

El papel de los estilos agrarios y la coproducción en la configuración y reconfiguración de la diversidad natural de los paisajes rurales tiene implicaciones de largo alcance para la conservación de la biodiversidad y para las estrategias de desarrollo rural. Al enfocar la atención en estas nociones se obtiene, en primer lugar, una idea de las percepciones locales con respecto a la naturaleza y a los recursos naturales, y en segundo lugar, se hace posible la comprensión de la dinámica social en relación con el manejo de los recursos naturales. En este sentido, queda claro que el estudio de caso demostró que la diversidad de recursos, que los campesinos mantienen, es uno de los promotores sociales de la biodiversidad. Por lo tanto, la conservación de la biodiversidad debe ser integrada como parte del trabajo agrario. Esto desafía los esquemas de conservación que colocan como objetivos separados al ser humano y a la naturaleza (Brechin *et al*., 2002, Wilshusen *et al*., 2002). En este sentido, el estudio de caso presenta un dilema interesante, ya que la tendencia actual del uso de suelo, es decir, la expansión de la ganadería, conduce a un empobrecimiento de la diversidad de recursos y, por lo tanto, el agotamiento de la biodiversidad se hace más probable.

6. Referencias bibliograficas

- Arrighi, G. (1999) *El largo siglo XX. Dinero y poder en los orígenes de nuestra época*. Madrid: AKAL, Cuestiones de Antagonismo.
- Barrera, A., J.C. Bolay, C. García P., S. Hostettler (con apoyo de P.Gerritsen, R. Mejía, C. Ortiz, M. Sánchez, Y. Pedrazzini, L. Poschet y A. Rabinovich) (2004) «JACS Central America and the Caribbean. Key challenges of

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

sustainable development and research priorities: social practices as driving forces of change», en Hurni, H., U. Wiesman y R. Schertenleib (eds.) *Research for Mitigating Syndromes of Global Change. A Transdisciplinary Appraisal of Selected Regions of the World to Prepare Development Oriented Research Partnerships*. Vol. 1: 293-328. Berna: Geographica Bernansia, Perspectives of the Swiss National Centre of Competence in Research (NCCR) North-South, Universidad de Berna.

- Bennett, J. (1982), Of time and enterprise: North American family farm management in the context of resource marginality. Minnesota: University of Minnesota Press
- Brechin, S., Wilshusen P.R., Fortwangler C.L.y West P.C. (2002) «Beyond the square wheel: Toward a more comprehensive understanding of biodiversity conservation as social and polítical process». *Society and Natural Resources* 15: 41-64.
- Gerritsen, P.R.W. (1995). *Styles of farming and forestry. The case of the Mexican community of Cuzalapa.* Wageningen: Agricultural University, The Netherlands/Circle for Rural European Studies. Wageningen Studies on Heterogeneity and Relocalization 1.
- Gerritsen, P.R.W. (2002). *Diversity at stake. A farmers' perspective on biodiversity and conservation in Western Mexico.* Wageningen: Wageningen University, The Netherlands. Wageningen Studies on Heterogeneity and Relocalisation 4. Gerritsen, P.R.W. (2010) *Perspectivas campesinas sobre el manejo de los recursos naturales.* México: Mundi-Prensa.
- Giddens, A. (1984) *The Constitutions of Society. Outline of the Theory of Structuration.* Berkely y Nueva York: Universidad de California Press.
- Guevara G., R.D., J.A. Carranza M. and D. Louette (1997) *Levantamiento de uso actual de suelo (1991-1996), subcuenca de Cuzalapa, municipio de Cuautitlán, Jalisco, Mexico.* Autlán: Universidad de Guadalajara, CUCSUR/DERN/IMECBIO.
- Gutierrez E., M. and P.R.W. Gerritsen (2011) Turismo rural sustentable. México: Plaza y Valdes.
- Guyer, J. and P. Richards (1996) 'The invention of biodiversity: social perspectives on the management of biological variety in Africa.' *Africa* 66 (1): 1-13.
- Hofstee, E.W. (1985) *Groningen, van grasland naar bouwland, 1750-1930. Een agrarisch economische ontwikkeling als probleem van sociale verandering.* Wageningen: PUDOC.
- Kessy, J.F. (1998) *Conservation and utilization of natural resources in the East Usambara forest reserves: conventional views and local perspectives.* Wageningen: Wageningen University, the Netherlands, Tropical Resource Management Papers No. 18.
- Long, N. (2001) *Development Sociology. Actor Perspectives*. Londres y Nueva York: Routledge.
- Long, N. y A. Long (eds.) (1992) *Battlefields of Knowledge. The Interlocking of Theory and Practice in Social Research and Development*. Londres y Nueva York: Routledge Publishers.
- Louette, D., L.M. Martínez, R.D. Guevara, J.A. Carranza, R.G. Jímenez, E. Casillas, J.P. Esparza and P. Gerritsen (1998) *Cambio de uso de suelo y actividad ganadera en 4 regiones de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán (1971-1998). Reporte preliminar.* Autlán: Universidad de Guadalajara, CUCSUR/DERN/IMECBIO, PDASM.
- Mendras, H. (1970) *The Vanishing Peasant: Innovation and Change in French Agriculture.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Morales, J. (Coord.) (2011), *La agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural.* México: Siglo XXI Editores/ITESO.
- Padoch, C. and A.P. Vayda (1983) 'Patterns of resource uses and human settlement in tropical forests.' Pp. 301-313 in Golley, F.B. and H. Lieth (Eds) (1983) *Tropical rainforest ecosystems, structure and function.* Elsevier, Amsterdam, Ecosystems of the World 14A.
- Ploeg, J.D. van der (1987) *De verwetenschappelijking van de landbouwbeoefening.* Wageningen: Wageningen Agricultural University. Wageningse Sociologische Studies 21.
- Ploeg, J.D. van der (1991) *Landbouw als mensenwerk. Arbeid en technologie in de agrarische ontwikkeling*. Muiderberg: Coutinho.
- Ploeg, J.D. van der (1994) «Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology», en Long, A. Y J.D. van der Ploeg (eds.) *Born from within. Practice and Perspective of Endogenous Rural Development.* Assen: Van Gorcum Publisher: 7-30.
- Posey, D.A. (1999) *Cultural and spiritual values of biodiversity. A complementary contribution to the Global Biodiversity Assessment.* London: Intermediate Technology Publications.

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

- Slocombe, D.S. (1999). 'Natural resources' in Alexander, D.E. and W. Fairbridge (Eds), *Encyclopedia of environmental sciences.* Pp. 425-428. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Tetrault, D., H. Ochoa García y E. Hernández González (coord) (2012), *Conflictos socioambientales y alternativas de la sociedad civil.* Guadalajara: ITESO. Colección Alternativas de Desarrollo.
- Toledo, V.M. y N. Barrera-Bassols (2008) *La memoria bio-cultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales.* Barcelona: Icaria editorial. Perspectivas agroecológicas 3.
- Villa, M.R. (2011), *¿Que hacemos con el campo mexicano?* México: Mundiprensa.
- Warman, A. (2001) *El campo mexicano en el siglo XX*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Wiersum, K.F. (1997) 'Indigenous exploitation and management of tropical forest resources: an evolutionary continuum in forest-people interactions.' *Agriculture, Ecosystems and Environment* 63: 1-16.
- Wilshusen, P.R., Brechin S.R., Fortwangler C.L. y West P.C. (2002) «Reinventing a square wheel: Critique of a resurgent 'protection' paradigm in international biodiversity conservation». *Society and Natural Resources* 15: 17–40.

Sobre el autor

Peter R. W. Gerritsen
Profesor Investigador Titular del Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara en el Occidente de México. Es miembro (nivel III) del Sistema Nacional de Investigadores del Gobierno Mexicano, y asesor de la Red campesina de Alternativas Sustentables Agropecuarias de Jalisco. Es Maestro en Ciencias Forestales y Doctor en Sociología Rural (ambos de Universidad de Wageningen, Países Bajos). Desde hace más de vienticinco años ha colaborado con comunidades campesinas e indígenas en el Occidente de México, en tareas de investigación, formación y asesoría técnica

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

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5977
López, J. A. (2018). Antiguos molinos hidráulicos en la Región de Murcia
Cuadernos Geográficos 57(2), 326-349

Antiguos molinos hidráulicos en la Región de Murcia. Un nuevo enfoque turístico y patrimonial

José Antonio López Fernández[1] ✉

Recibido: 23/05/2017 | Aceptado:30/09/2017

Resumen

Los cauces de la Península Ibérica han sido aprovechados históricamente para multitud de usos, lo que ha generado un importante patrimonio. Ejemplo de ello son los tradicionales molinos hidráulicos que, olvidados desde mediados del siglo XX, algunos presentan un reaprovechamiento de su infraestructura con una orientación turística o aulas medioambientales. El objetivo de este trabajo reside en analizar esta cuestión en la Región de Murcia a través del trabajo de campo y el análisis bibliográfico. Los resultados evidencian que algunos de estos edificios se están reutilizando con nuevos fines, si bien la mayor parte de ellos son de uso privado o presentan un estado ruinoso. Modelos de rehabilitación han sido los molinos de Arriba y Abajo, ambos en el cauce del río Mula, en el término municipal de Bullas. Constituyen un ejemplo de aprovechamiento del patrimonio, lo que repercute de manera directa en el desarrollo rural y local de este territorio.

Palabras clave: Patrimonio hidráulico; molino tradicional; turismo rural; desarrollo rural y local; Bullas; Región de Murcia.

Abstract

Old hidraulic mills in the Región of Murcia. A new tourist and patrimonial approach

The courses of the river of the Iberian Peninsula have been well exploited historically for many purposes, which has generated an important heritage. An example of this is the traditional hydraulic mills that. Although they were forgotten since the mid-20th century nowadays, many of them constitute a reuse of their infrastructure with a tourist orientation or as environmental classrooms. The objective of this essay is to analyze this issue in the Region of Murcia through field work and literature analysis. The results show that some of these buildings are being reused with new purposes, although most of them are of a private use or have a ruinous state. Models of rehabilitation have been the mills of Up and Down, both in the course of the river Mula, in the municipal term of Bullas. They represent an example of the heritage use, which has a direct impact on the rural and local development of this territory.

Key words: Hydraulic heritage; Traditional mill; rural tourism; Rural and local development; Bullas; Region of Murcia.

1. Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales.Universidad de Córdoba. jalopez@uco.es

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

Résumé

Vieux moulins à eau dans la région de Murcia. Une nouvelle approche traditionnelle et patrimonial

Les canaux de la péninsule ibérique ont historiquement été exploitées pour de nombreuses utilisations, ce qui a généré un important patrimoine. Les exemples incluent les moulins hydrauliques traditionnels, oubliés depuis le milieu du XXe siècle, beaucoup d'entre eux ont maintenant un réaménagement de ses infrastructures avec une orientation touristique ou les salles de classe de l'environnement. L'objective de cet article est d'analyser cette question dans la région de Murcie grâce au travail sur le terrain et, aussi, par revue de la littérature. Les résultats montrent que certains de ces bâtiments sont réutilisés à des fins nouvelles, bien que la plupart d'entre eux sont d'un usage privé ou ils ont un état ruiné. Les moulins «Arriba» et «Abajo» (sur les rives de la rivière Mula) ont servi de modèles de rehabilitation. Ils sont un exemple d'utilisation du patrimoine, ce qui a un impact direct sur le développement rural et local de ce territoire.

Mots-clés: Patrimoine hydraulique; moulin traditionnel; tourisme rural; développement rural et local; Bullas; Murcia.

1. Introducción

En la Región de Murcia, que se localiza al Sureste de la Península Ibérica, el turismo se erige como uno de los principales sectores económicos, con un volumen de empleo en el conjunto de actividades que supera, según el Instituto de Turismo de la Región de Murcia, los 54.000 puestos de trabajo en el año 2014 (9,6% del mercado laboral regional) y con una tendencia creciente. La oferta de hospedaje de este territorio está enfocada principalmente al disfrute de sol y playa en los municipios costeros que circundan el Mar Menor, Cartagena, Mazarrón, Lorca y Águilas.

Sin embargo, en los últimos años, un elevado porcentaje de la población con un nivel medio de ingresos, no se conforma tanto con la oferta masificada que ofrece el litoral, y busca entornos y paisajes diferentes, de interior y de carácter rural (Peñalver, 1998). En este sentido, destaca la creciente oferta de alojamiento y otros servicios como la restauración, gracias a la rehabilitación y/o reconstrucción de antiguos molinos hidráulicos que, con iniciativas tanto de carácter público como privado, están generando nuevas sinergias para una tipología de turista preocupado e interesado por la cultura y los valores patrimoniales.

Señalan Ávila y Barrado (2005, 28) que «si hubiese que buscar una característica que pueda diferenciar al turista del siglo XXI del consumidor que fue protagonista desde mediados del siglo XX, esta sería su creciente capacidad de elección». Entre los principales motivos de estos nuevos lugares están los que señalan Pulido y Cárdenas (2011, 156), como son «el rechazo de la masificación ante las grandes concentraciones de turistas en el litoral, el creciente deseo de personalización de los viajes (con una, cada vez mayor, dosis de actividad o «aventura»), el mayor interés general por el medio ambiente y por aprender, así como la vuelta a los valores de la cultura local, materializados en el mundo rural».

En este contexto, presentan una gran influencia los diversos programas de desarrollo rural y las políticas europeas, con la puesta en marcha hace ya algunos años de proyectos de carácter multifuncional, enfocados a ayudar a los territorios rurales a través de una nueva dinámica espacial, en la que tienen cabida la promoción de servicios diferentes a la agricultura o la ganadería tradicio-

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

nal; conectados con iniciativas locales, muchos de ellos de índole privada, que han apostado por el turismo como actividad económica ante el reciente panorama de la heterogeneidad de oportunidades que ofrece este tipo de espacios. Si el turismo rural surge en la década de los ochenta, como medio para mitigar los reducidos ingresos y complementar las rentas de las explotaciones familiares, «en los años noventa comienza a ser una estrategia de desarrollo local» (Cánoves *et al*, 2004, 115). Así como la importancia que ha tenido, desde su entrada en vigor, el Convenio Europeo del Paisaje (Zoido, 2009).

En el territorio de la Región de Murcia, los recursos hídricos han sido escasos secularmente, por lo que los cursos de agua se han explotado de forma integral para abastecimiento de boca, para regadío, así como para crear fuerza motriz en las primitivas fábricas, cuya finalidad era la producción de harinas y aceites, así como la fabricación de tejidos, hielo o madera, entre otros. Sin embargo, hoy en día, ya no es necesaria la dependencia del agua para generar estos útiles; es más, las antiguas industrias han pasado de ser un recurso fundamental para el sustento de la población a un bien cultural, con orientación turística en algunos casos, por lo que se requieren actuaciones que apuesten por su conservación-rehabilitación, enfocadas en este caso hacia el turismo rural (Millán, 1999) sostenible o un uso educativo que sirva para transmitir el legado patrimonial relacionado con el uso del agua.

2. Metodología

En 1998, Peñalver propuso la reutilización de molinos y almazaras para el turismo rural en la Región de Murcia. Este enfoque permitiría preservar parte del patrimonio cultural relacionado con el uso del agua, tanto desde el punto de vista material (al conservar y reutilizar dicho equipamiento) como inmaterial (ya que se dan a conocer las actividades, tradiciones y costumbres emanadas del quehacer diario que se producía en el entorno molinero). Partiendo de la presunción de que muchas de las antiguas industrias han sido abandonadas o acomodadas para uso privado, el objetivo de este trabajo reside en cuantificar las infraestructuras tradicionales de molturación repartidas por la Región de Murcia, orientadas hacia una proyección pública como puede ser el turismo rural, la restauración o la creación de entornos de aprendizaje; también poner de manifiesto las principales características de algunos de estos complejos, y señalar algunas ideas para la puesta en valor de estas antiguas construcciones.

La metodología se centra en un análisis geográfico de ámbito regional, a través del trabajo de campo, con estudio y observación directa del estado que presentan las infraestructuras que utilizaban la energía hidráulica para la puesta en marcha de su maquinaria. Se recurre también a la búsqueda en bases de datos sobre el reaprovechamiento de estos antiguos complejos como alojamientos rurales, albergues o aulas de naturaleza. Finalmente, se han llevado a cabo entrevistas de carácter abierto a propietarios e interlocutores locales que ofrecen su percepción de la situación actual, conocedores del esfuerzo y de los trabajos de acondicionamiento y promoción realizados, así como su visión futura del sector de cara a los próximos años.

3. El turismo rural en la Región de Murcia

Lo primero que se puede destacar del concepto de turismo rural es que no presenta una clara definición, lo cual ha sido puesto de manifiesto, entre otros, por Hernández (2010). No obstante, esta misma autora nos señala sus principales rasgos, como serían el desarrollo de esta actividad

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

sobre un espacio rural (el cual tampoco está claramente delimitado); la búsqueda e interés por conocer formas de vida tradicional por parte del turista y el tiempo reducido de la estancias, por lo general fines de semana o puentes festivos (Hernández, 2010).

El turismo rural (Cánoves *et al*, 2004; Cánoves *et al*, 2005; Andrés, 2014) se ha convertido en un sector de dinamización de muchos espacios del interior de España, contribuyendo así con los objetivos contemplados en el artículo 2 de la *Ley 45/2007 de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural*, entre los que cabe destacar el de: a) «mantener y ampliar la base económica del medio rural mediante la preservación de actividades competitivas y multifuncionales, y la diversificación de su economía con la incorporación de nuevas actividades compatibles con un desarrollo sostenible; b) mantener y mejorar el nivel de población del medio rural y elevar el grado de bienestar de sus ciudadanos, asegurando unos servicios públicos básicos adecuados y suficientes que garanticen la igualdad de oportunidades y la no discriminación, especialmente de las personas más vulnerables o en riesgo de exclusión; c) conservar y recuperar el patrimonio y los recursos naturales y culturales del medio rural a través de actuaciones públicas y privadas que permitan su utilización compatible con un desarrollo sostenible».

Respecto a este último objetivo, el turismo rural puede contribuir, basándose en las demandas de esa misma población que participa en su mejora, al desarrollo territorial desde una perspectiva de conservación y protección del entorno natural así como del patrimonio cultural, forjado a lo largo de los siglos por una población autóctona. Este patrimonio, como señala Giménez (2005, 178), estaría «estrechamente ligado a la memoria colectiva y, por ende, a la construcción de la identidad de un grupo o de una sociedad» cuyos rasgos, en este caso, están determinados por el uso tradicional del agua. Aprovechando estas sinergias, puede resultar de gran interés la reutilización de algunas infraestructuras que, en su día, fueron punto de encuentro de gran parte de la sociedad como eran las fábricas molineras; lugares de tránsito diario que se presentaban en la mayor parte de los cauces de agua, ya fueran estos corrientes naturales o conducciones artificiales, y que pueden tener una segunda oportunidad con orientación turística o educativa, pero con unos criterios donde prevalezcan los principios de sostenibilidad y de conservación de la memoria identitaria de un territorio (Giménez, 2005).

En la Región de Murcia puede encontrarse hoy en día un legado patrimonial, tanto natural como cultural, a lo largo de todo su territorio, pero fundamentalmente en sus comarcas de interior, donde predominan paisajes y hábitats típicamente rurales. *Grosso modo*, el turismo es un sector importante en el compendio de actividades económicas, ya que supone alrededor del 10% en el PIB regional, con un total de 1.381.957 viajeros registrados en el año 2015, con predominio de visitantes de carácter nacional (el 78,5% frente al 21,5%) (Instituto de Turismo de la Región de Murcia, 2015). Sin embargo, en cuanto a su destino, la influencia espacial está condicionada por los caracteres geográficos del territorio, al ser el Sureste regional más dinámico, ya que es aquí donde está el modelo tradicional de sol y playa, en torno al Mar Menor, Bahía de Mazarrón y playas de Lorca y Águilas. Por el contrario, la crisis del medio rural de los años 60 del siglo XX, que afectó a las comarcas del Noroeste y Centro, ha supuesto la búsqueda de alternativas que produjesen nuevas sinergias e hiciesen frente al descenso y envejecimiento de la población así como la falta de formación (Millán, 1999), lo que ha conllevado una apuesta por el turismo rural a partir de los años 90 del siglo XX, de igual modo que se ha hecho a nivel nacional.

La tarea de promover un turismo de calidad en el interior de la comunidad autónoma de la Región de Murcia, alejada de la masificada oferta costera, no es fácil aunque sí cuenta con unas

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

fortalezas y oportunidades estructurales para favorecer su desarrollo. Entre ellas, destaca el rico conjunto patrimonial de índole cultural y etnográfico que aglutinan los pueblos y pequeñas ciudades, así como el resto de elementos que se reparten por el hábitat rural. A este factor se suman las características del espacio natural que, a grandes rasgos, está formado por la disposición de cubetas sedimentarias, separadas por importantes montañas de origen terciario, repobladas en su mayor parte por masas forestales de pináceas, y unas condiciones climáticas marcadas por la benignidad de las temperaturas anuales aunque con escasas precipitaciones.

Ahora bien, el turismo rural murciano, que presenta casi todos los años datos mejores que el anterior, no logra despegar en relación a los destinos regionales ya consolidados. A modo de ejemplo, según el Instituto de Turismo de la Región de Murcia, en 2015 el número de viajeros que se decantó por visitar el interior incrementó respecto a 2014 un 21,6% hasta conseguir la cifra de 35.616. De ellos, los turistas nacionales han sido los más representativos al contabilizar 32.389 (90,91%), frente a los extranjeros que han supuesto solamente 3.226 (9,09%). Si se tiene en cuenta que en este periodo han visitado la Región de Murcia 862.295 viajeros internacionales, los datos demuestran un destino de estos fundamentalmente orientado hacia la costa y las principales ciudades (Murcia y Cartagena), ya que sólo el 0,37% eligió visitar alguna zona de interior.

Ante esta situación, es indispensable, pues, poner de relieve las potencialidades rurales y, sobre todo, los elementos y valores patrimoniales de las comarcas del interior, a través de la participación tanto de la población como de sus entes administrativos, donde prevalezca la conservación y custodia de dicho patrimonio. Como bien dice Andrés, (2014, 26) esta actuación «exige establecer un delicado equilibrio entre tradición y modernidad, entre el saber hacer local y las demandas de un desarrollo sostenible. Un equilibrio que sepa renovarlos al propio tiempo que hacerlos atractivos, pero con la condición de servir tanto a los visitantes como a los propios residentes en el pueblo. Cuando únicamente se piensa en convertir el capital-imagen en un mero producto de consumo, se está produciendo un fraude a la sociedad y una traición a la cultura popular que desemboca en el ocaso físico del pueblo».

Entra en juego entonces el concepto de sostenibilidad *de lo rural* ya que, tal vez, el interés endógeno del turismo en este tipo de espacios no radica solamente en su cuantificación social y económica (indispensable para su mantenimiento), sino tener muy presentes sus aspectos cualitativos; con un enfoque que permita, en particular, la captación de un tipo de visitante que busque y sepa valorar la riqueza del patrimonio natural y cultural de los núcleos rurales. Se trata, pues, del desarrollo de factores que atraigan a un tipo de cliente que busca atractivos diferentes al que ofrece el litoral, motivado por la vida tranquila de los pueblos, con inquietudes religiosas, gastronómicas, educativas o de ocio.

En este contexto, los antiguos molinos hidráulicos pueden representar un tipo de alojamiento interesante para este tipo de clientela. Por un lado, la adaptación de los antiguos molinos permite rehabilitar este tipo de edificios y ponerlos en valor; por otro, se pueden adaptar, según el equipamiento, dentro de un amplio abanico de posibilidades (alojamientos rurales, hospederías, apartamentos, hoteles, aulas ambientales, centros culturales, etc.). Directamente, esta tipología de establecimientos permite un contacto directo con el medio, ya que la mayor parte de ellos se localizan fuera de los núcleos urbanos, en las inmediaciones de cursos de agua o huertas de regadío tradicional. En el caso de funcionar como lugar de hospedaje en cualquiera de las modalidades, el viajero o turista que decide alojarse en estas instalaciones tiene la oportunidad de conocer de primera mano la forma en la que antaño vivían los lugareños, se hace a la idea de los hábitos y

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

tradiciones en torno al triturado del cereal o la molturación de la aceituna, además de observar la multifuncionalidad del agua.

3.1. La industria molinera tradicional: posibilidades de reconversión

Se puede afirmar que en el cuadrante Sureste de la Península Ibérica todos los cauces fluviales o redes de acequias han sido aprovechados para el emplazamiento de infraestructuras molineras destinadas a transformar diferentes productos. Este es el caso, por ejemplo, del complejo molinar situado en la vertiente Sur de Sierra Espuña entre los términos de Aledo y Totana (Región de Murcia), donde funcionaban en cascada once fábricas (Palao *et al*, 1995), o también en los términos murcianos de Fortuna y Abanilla donde, con ayuda de las aguas del río Chícamo y del manantial de aguas termales, se daba cobertura a nueve molinos (Castillo *et al*, 1995); los dos que trabajaban en la finca de El Azaraque en Alhama de Murcia, gracias al aprovechamiento de un sistema de galería con lumbreras (Gil *et al*, 2010) o los varios edificios en la Rambla del Molino en este mismo municipio. Así como otros muchos ejemplos, como los que se pueden encontrar en el término almeriense del Gergal (López, s/f).

En la Región de Murcia, en 1931, según la *Relación de aprovechamientos hidráulicos dedicados a fines industriales, situados en ríos, arroyos y acequias de la Cuenca del Segura*, estaban en funcionamiento 453 molinos hidráulicos (Gómez y Gil, 2014). Hoy en día, son muy pocos los que siguen en activo, como por ejemplo el Molino de Felipe en la *Ribera de los Molinos,* situado sobre la Acequia Mayor de la huerta de Mula, que sigue trabajando en la actualidad gracias a la energía eléctrica y al tesón de su propietario. Por el contrario, como ha ocurrido en otros territorios, el resto de instalaciones que usaban las aguas de esta acequia mayor así como un gran número de almazaras (Martín-Consuegra, 2001) han sido abandonadas (Imagen 1).

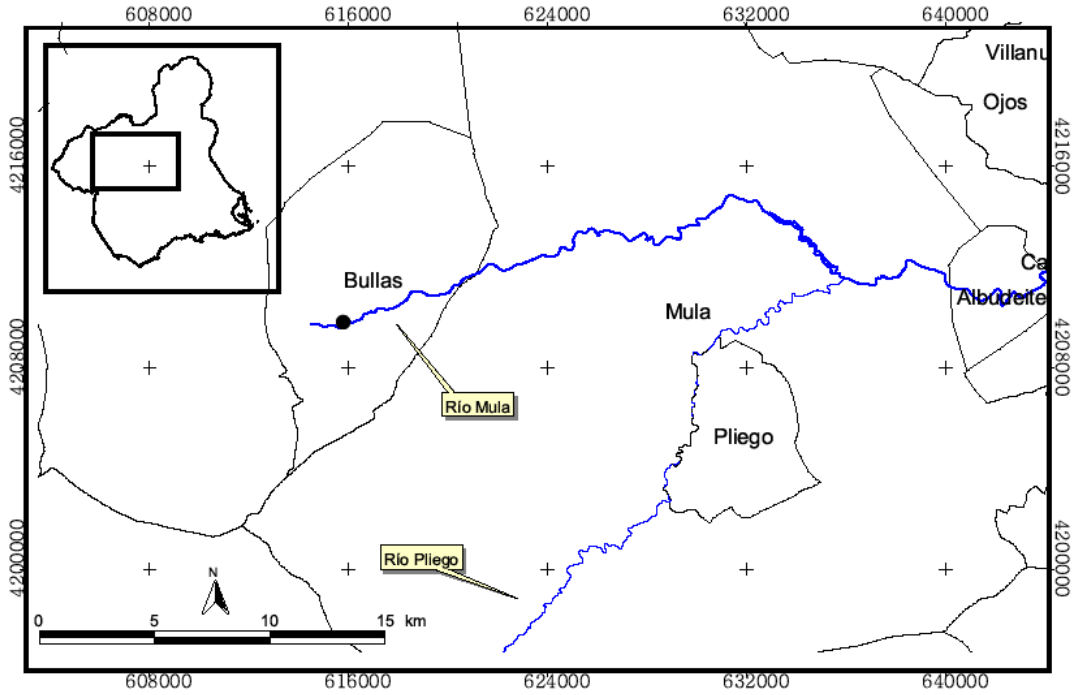
Imagen 1. Ruinas del interior del Molino Primero, situado en la Ribera de los Molinos de la huerta de Mula, sobre el recorrido de la Acequia Mayor

Fuente: Autor.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

DOI: http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5977

Mapa 1. Localización del área de estudio. Antiguos molinos harineros en el término municipal de Bullas, en el interior de la Región de Murcia



Fuente: Elaboración propia.

Bajo el prisma del desarrollo rural con enfoque local, la posibilidad de otorgar nuevos usos a estos antiguos edificios constituye una estrategia útil para conservar el legado patrimonial que representan. De gran interés y musealizados con gran acierto está el complejo de molinos del río Segura en la capital murciana, más otros que se distribuían por la red de regadío de su huerta, en las acequias mayores de Aljufia o Puente Mayor. Para hospedaje, son destacables el reseñado Molino de Felipe, donde el propietario convive en el edificio y produce su propia harina, o los que se exponen en este trabajo, el Molino de Arriba y Molino de Abajo, ambos en el tramo alto del río Mula, en el término municipal de Bullas (Mapa 1).

De tal modo que en los últimos años es de destacar el reacomodo de antiguos molinos con orientación turística, al haber incorporado servicios de alojamiento, albergue o restauración en muchos casos, lo cual se traduce en una doble vertiente: la rehabilitación y puesta en valor de antiguos edificios que hoy forman parte del patrimonio hidráulico material y la ampliación de la capacidad de alojamiento con un claro carácter cultural. Es lo que se extrae del cuadro 1, que ha sido elaborado mediante la información aportada por el buscador del portal informático *Murcia turística*, dependiente del Instituto de Turismo de la Región de Murcia, así como con los datos obtenidos de las propias webs de los establecimientos turísticos.

La hospedería rural del molino del río Argos, de principios del siglo XVI, conserva su estructura y en su interior se han acomodado ocho apartamentos hasta llegar a una capacidad de 15 personas. Entre las estancias comunes se mantiene musealizada la sala de la molienda con la tolva y las piedras, junto a antiguos aperos de labor. A diferencia de la mayor parte de establecimientos, destaca el molino harinero del Comendador por ser posible todavía su accionamiento a través del agua gracias a que hoy se conserva su antigua maquinaria. Este molino está datado en el siglo XV

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

y su nombre se debe a que perteneció al Comendador de la Orden de Santiago. Las dependencias para alojamiento se encuentran, en este caso, en el edificio que hay anexo al molino, situándose cada uno a diferentes alturas.

Cuadro 1. Plazas de alojamiento en antiguos molinos hidráulicos rehabilitados en la Región de Murcia

Denominación	Municipio (pedanía)	Plazas
Molino de Abajo	Bullas	11
Hospedería rural M. del río Argos	Caravaca	15
Molino de Sahajosa	Cehegín (Valentín)	12
Casa Molino del Camino 1	Moratalla	12
Casa Molino del Camino 2	Moratalla	6
Casa Molino del Camino 3	Moratalla	10
M. del Comendador. Casa Los Pinos	Moratalla	8
M. del Comendador. Casa Molino	Moratalla	8
Molino de Benizar	Moratalla (Benizar)	12
Casa del Molino de Cañada	Moratalla (Cañada de la Cruz)	6
Hotel apartamentos M. de Felipe	Mula	20
Casa del Molino	Murcia (La Ñora)	6
Molino Charrara	Ricote	8

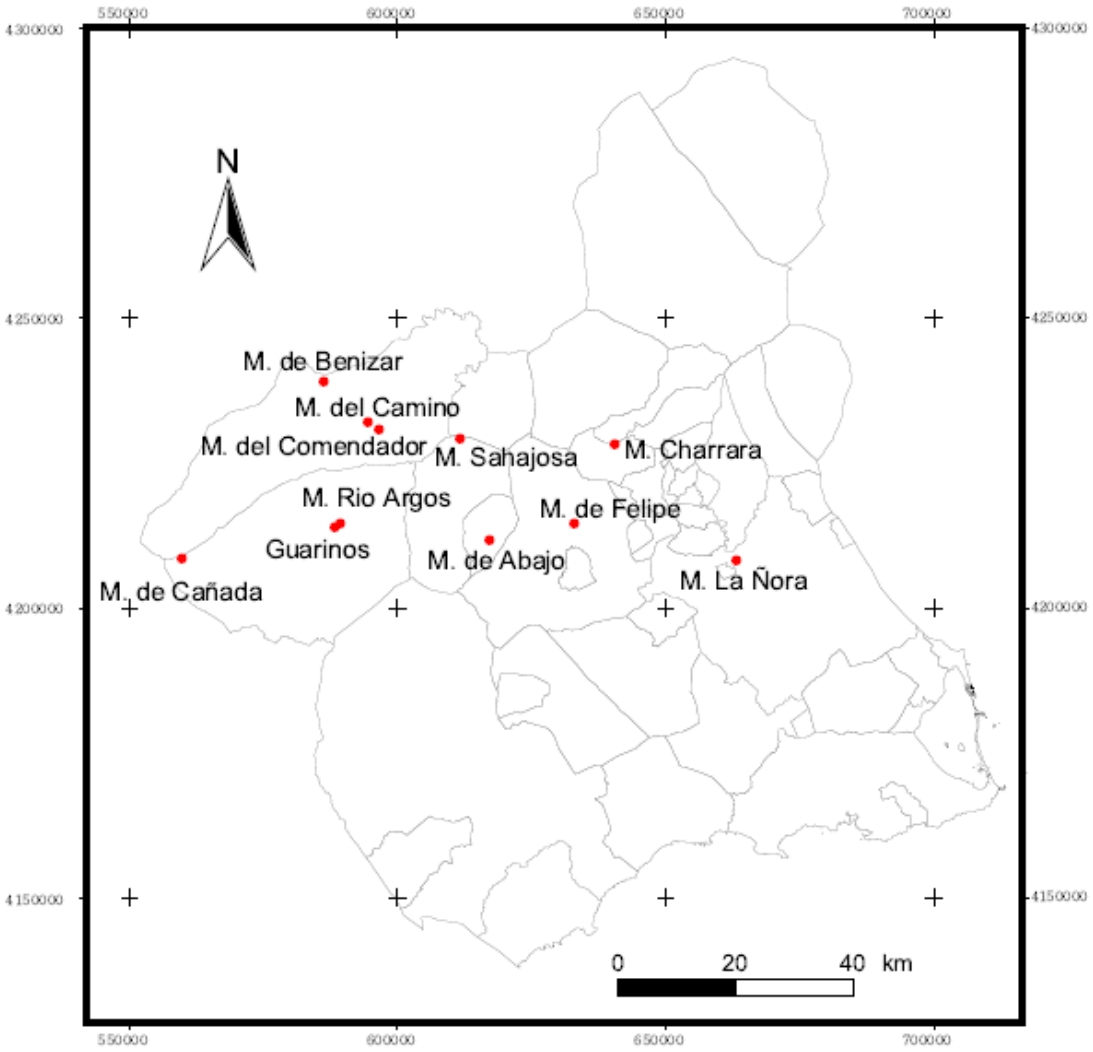
Fuente: www.murciaturistica.es.

Existen, además, algunos edificios restaurados en la región, como el denominado Molino Guarinos, situado en la pedanía caravaqueña de Barranda pero, aunque presenta esta denominación, es en realidad una antigua casa de labor del siglo XIX conocida por los lugareños «de 7 pares de Labor» por la capacidad que tenían sus cuadras. Por el contrario, la Casa del Molino, situado en La Ñora (Murcia), se oferta en la actualidad como restaurante aunque también dispone de un apartamento en el que poder acoger al visitante. Si se atiende al cuadro 1, se puede señalar que se han transformado con orientación turística diez antiguos edificios molineros que, acomodados de diferente forma, ofrecen 134 plazas de alojamiento, más las posibilidades de ampliación en algún caso a través de camas supletorias (Mapa 2).

Como se puede comprobar, existe una concentración de estos inmuebles en el Noroeste de la región, sobre todo en el término municipal de Moratalla, territorio que presenta la mayor oferta de casas rurales en la comunidad autónoma (casi el 35% de las plazas en junio de 2017, según el Instituto de Turismo de la Región de Murcia a través de la web www.murciaturística.es). Además, hay algunos edificios no recogidos en las citadas bases de datos, ya que no presentan oferta de hospedaje en la actualidad como el Molino de Arriba, en término de Bullas, pero sí que actuó como albergue y aula ambiental hasta hace pocos años.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Mapa 2. Localización de tradicionales molinos hidráulicos rehabilitados para uso turístico o de restauración en la Región de Murcia



Fuente: www.murciaturistica.es.

3.2. El patrimonio industrial e hidráulico en el entorno del río Mula

Una buena muestra de la industria molinera tradicional murciana se puede encontrar en la cuenca del río Mula, donde los exiguos caudales han sido aprovechados desde antaño de forma integral para la instalación de numerosos sistemas molinares. Representa el eje natural del área central de la Región de Murcia, ya que el río homónimo, con un recorrido de 65 km, discurre de Oeste a Este desde las Sierras de Lavia y Cambrón, entre los términos de Bullas y Cehegín, hasta confluir en el río Segura, una vez atravesados los municipios de Mula, Albudeite, Campos del Río, Alguazas y Torres de Cotillas. Entre Mula y la pedanía de La Puebla, se unen a este río las corrientes esporádicas de su principal afluente, el Pliego, que recoge las aguas de arroyada de la vertiente Norte de Sierra Espuña y Sur de Pedro Ponce y Cambrón.

Desde antaño, la población ribereña ha utilizado el agua de estos cauces para el regadío, configurándose un corredor verde con mayor o menor extensión, cuyo máximo exponente se localiza en la huerta muleña. Desde el siglo XVI en adelante, antes de que las aguas regasen las diferentes

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

huertas, el caudal se aprovechó para instalar numerosas industrias molineras a orillas de los propios cauces o en las diversas redes de riego (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estado de los molinos hidráulicos en la cuenca del río Mula

Edificio	Localización	Estado
M. de Arriba	Bullas (Río Mula)	Rehabilitado. Uso turístico y educativo
M. de Enmedio	Bullas (Río Mula)	Rehabilitado. Uso particular
M. La Canal	Bullas (Río Mula)	En ruinas
M. de Sebastián	Bullas (Río Mula)	En ruinas, semiabandonado
M. de Salvador	Bullas (Río Mula)	En ruinas
M. de Abajo	Bullas (Río Mula)	Rehabilitado. Uso turístico
M. de Cara	Albudeite (Río Mula)	Reconvertido. Otros usos
M. de Aceite	Albudeite (Río Mula)	Reconvertido. Uso privado
M. de Abajo	Albudeite (Río Mula)	Reconvertido. Uso privado
M. de Vitorio	Campos del Río (Río Mula)	En ruinas
M. de Casilda	Campos del Río (Río Mula)	Abandonado
M. de Cecilio	Campos del Río (Río Mula)	En ruinas
M. de Herradores	Pliego (Río Pliego)	Desaparecido
M. de Charrancha	Pliego (Río Pliego)	Desaparecido
M. de la Cojica	Pliego (Río Pliego)	Desaparecido
M. de Juan Lucas	Pliego (Río Pliego)	Desaparecido
M. de Las Anguilas	Pliego (Manantial Las Anguilas)	Desaparecido
M. de Carrasco	Pliego (Manantial Las Anguilas)	Uso de su estructura para otros fines
M. Los Caños	Pliego (Manantial Los Caños)	Desaparecido
M. de La Balsa	Pliego (Manantial Los Caños)	En ruinas. Abandonado
M. de Juan Perico	Pliego (Manantial Los Caños)	Desaparecido
M. de Francisco	Pliego (Manantial Los Caños)	Desaparecido
M. Primero	Mula (Acequia Mayor)	En ruinas
M. Pintado	Mula (Acequia Mayor)	Uso particular. Semiabandono
M. de Julio	Mula (Acequia Mayor)	Reconvertido. Uso particular
M. del tío Gabriel	Mula (Acequia Mayor)	Desaparecido
M. de Jacinto	Mula (Acequia Mayor)	Reconvertido. Uso particular
M. de Hita	Mula (Acequia Mayor)	Reconvertido. Uso particular
M. Azul	Mula (Acequia Mayor)	Conservado sin uso. Fin particular
M. de José María	Mula (Acequia Mayor)	Reconvertido. Uso particular
M. de Diego	Mula (Acequia Mayor)	Reconvertido. Uso particular
M. de Felipe	Mula (Acequia Mayor)	Rehabilitado. Uso turístico
M. de La Puebla	Mula (La Puebla, Río Pliego)	Desaparecido
M. de Los Baños	Mula (Manantial Los Baños)	Desaparecido

Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de campo, informe de Díaz Ronda y publicaciones de Montes (2008) y Valverde (2011).

En estos ejes hidráulicos también se encontraban diferentes batanes donde se enfurtían paños y tejidos. Existen algunos ejemplos de pequeñas centrales eléctricas que aprovechaban, de forma natural o artificial, la caída del agua; fábricas para la producción de hilados o de hielo, e incluso numerosas serrerías. Hoy en día, sin embargo, la mayor parte de estos edificios tradicionales se

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

encuentran en desuso, abandonados a lo largo del siglo XX e incluso desaparecidos. La llegada de la energía eléctrica permitió la reubicación de las nuevas instalaciones en el interior de los núcleos habitados, facilitando así la elaboración de sus productos y, sobre todo, el despacho de pan y aceites.

Como se observa en el cuadro 2, los sistemas molinares, numerosos, no se encontraban aislados en un lugar determinado sino que, allí donde existía un caudal mínimamente aprovechable, se instalaban casi en cascada las fábricas de molturación. Los sistemas ubicados a orillas del río Mula y Pliego contaban con pequeñas derivaciones que, en ocasiones, suministraban el agua a varios edificios antes de que esta se devolviese al cauce; funcionamiento parecido a lo dispuesto en los sistemas de regadío, donde la acequia principal se mantenía libre desviando el agua a través de partidores.

Cinco eran los espacios donde se encontraban los complejos molinares: los manantiales de Las Anguilas y Los Caños en Pliego y, fundamentalmente, la Acequia Mayor de Mula y los cauces de sendos ríos, sobre todo en los tramos altos donde el agua era algo más abundante. Casi todos tenían en común la presencia de un elemento singular como era el *cubo*, infraestructura que, según Flores (1993), ya aparece documentada en Europa en el siglo XII. A diferencia de los molinos de canal, donde el agua entraba directamente al rodezno, situado en el sótano del edificio, el cubo se disponía antepuesto y tenía la finalidad de embalsar el caudal para posteriormente aumentar la fuerza cinética y la presión del agua en el rodezno (Campo, 2002). Esto ocurría en muchos molinos de la Acequia Mayor en Mula, en el Molino de Arriba o en el sistema de Los Caños en Pliego.

Los edificios molineros fueron aumentando a lo largo del tiempo, además de sufrir, la mayor parte de ellos, ampliaciones con la incorporación de alguna piedra para la molienda. La documentación histórica permite asegurar que la mayoría estaba en régimen de arrendamiento, por lo que no resulta fácil hacer un seguimiento temporal de la propiedad de estos inmuebles, ya que algunas fuentes ofrecen información del propietario y otras, del arrendatario. Con todo ello, en el Interrogatorio a las Respuestas Generales del Catastro del Marqués de Ensenada a los pueblos pertenecientes a la Corona de Castilla, se informa de la presencia de 96 molinos hidráulicos en los términos murcianos y, en concreto, en Bullas, a orillas del *riacho* de Mula, se anota la existencia de tres de estas fábricas; los molinos de Doña Catalina de Isla vecina de Madrid, con una muela que rendía 115 fanegas de trigo anuales; otro que pertenece a D. Juan Francisco Sevilla y Espín y D. Sebastián Marsilla, de una piedra que producía 120 fanegas de trigo en arrendamiento; y otro contiguo al anterior, de D. Juan Antonio Fontes vecino de Murcia, con una sola muela y que producía apenas 12 fanegas de trigo debido a la falta de agua.

Sin embargo, en un informe emitido por el ingeniero D. Manuel Díaz Ronda en 1943, se recoge información sobre un arduo trabajo de campo que se llevó a cabo en el río en 1774 (Archivo Municipal de Mula), y donde se identificaron cinco molinos: a saber, el del «Usero» coincidente con el que hoy se conoce como el de Arriba, más los que recibían el nombre de su propietario como eran el de María de Los Ángeles Serón; Juan y Antonio Marsilla; Blas Marsilla y Antonio Fernández; y José Escámez, por este orden. No se había edificado, sin embargo, el de Abajo. Esta descripción coincide con la información que aporta el Mapa Topográfico Nacional del Instituto Geográfico Nacional (edición de 2005), donde en el tramo alto del río se pueden identificar los molinos de Arriba, Enmedio, de la Canal, Sebastián y Salvador, pero no aparece, curiosamente, el último, el de Abajo, lo que puede indicar una construcción posterior.

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

En el siglo XIX, según el Diccionario de Madoz, se relacionan seis molinos harineros impulsados por las aguas del río Mula, además de un molino situado en el interior de la localidad, perteneciente al Conde de Sástago y que funcionaba mediante el aprovechamiento de las corrientes de la fuente de la Rafa (López y Gómez, 2008). Fue un periodo donde el molino hidráulico se propagó por el espacio murciano ya que estas industrias movidas por la fuerza del agua habían ascendido hasta 223 ejemplares.

Posteriormente, en el citado informe del ingeniero Díaz Ronda en el siglo XX, se puede encontrar una descripción precisa del emplazamiento de los seis molinos situados en este sector, con las respectivas presas de derivación de las que se abastecían, levantadas todas a base de piedras, estacas y ramajes. El primero de ellos se cataloga como *primero antiguo junto a la fábrica de electricidad*, con una presa de abastecimiento 500 metros aguas arriba. Luego, un segundo azud llevaba aguas al segundo, tercero y cuarto, los dos primeros ubicados en la margen izquierda mientras que el cuarto se situaba a la derecha, gracias a un canalón que salvaba el cauce. Por su parte, el quinto y sexto, también en la margen derecha, se abastecían de sendas presas, si bien se llegó a construir un azud de obra para el molino de Abajo, que debió ser demolido por la denuncia del propietario del quinto. Respecto a sus nombres, el último o de abajo también se conocía con el pseudónimo de Los Moyas, cuyo arrendatario era vecino de Bullas e hijo del encargado del cuarto molino.

Siguiendo el eje del río, los siguientes restos de industrias tradicionales se encontraban en la pedanía muleña de La Puebla, perteneciente al Marquesado de Los Vélez, y otro situado en Los Baños, aunque este se abastecía de las aguas termales del manantial. Así, hasta llegar a los términos de Albudeite y Campos del Río, cuyos edificios hoy desaparecidos funcionaban, *como podían*, con las aguas sobrantes de las áreas regadas con anterioridad. En Albudeite, según Montes (2008), el pueblo tenía en el año 1894 dos molinos harineros, además de otro en el pago de la huerta de Cara. Sobre los primeros, señala este autor, el funcionamiento de uno en el siglo XV «tal vez hidráulico… en el que los vecinos del señorío molían los cereales para su consumo y para la venta». Sobre la ubicación, se conoce que «en la calle de Huesca estaba el molino de aceite, que sólo funcionaba en época de cosecha y que era propiedad del Conde de Montealegre». También era de su propiedad el molino harinero, «situado en la calle de Abajo y junto a la iglesia», de una piedra y que molía todo el año con el agua del río.

Sobre los molinos de Campos del Río, a pesar de no constatarse existencia de estos en algunas publicaciones que versan sobre el patrimonio etnográfico regional, Valverde (2011), nos habla de la historia y evolución de cuatro de estas industrias, de las cuales tres funcionaban con agua, conocidas por el nombre de sus propietarios: de Vitorio, Casilda y Cecilio. Mientras que el de Jesús lo hacía con energía eléctrica, lo cual deduce una construcción posterior a los anteriores. De los tres que utilizaban la energía hidráulica, destaca la presencia de dos piedras en cada uno de ellos y la existencia de un cubo en el de Vitorio; entretanto, a los otros dos el agua les llegaba directamente a través del canal. Sin embargo, en la actualidad, es reseñable el que funcionaba con energía eléctrica, ya que presenta un mejor estado de conservación, mientras que los otros están en ruinas.

Los molinos de este pueblo, como en otros lugares, están intrínsecamente relacionados con la puesta en cultivo de su espacio cercano. En esta localidad, aldea que perteneció jurisdiccionalmente a Mula hasta 1820, su huerta creció desde las 396 tahúllas (1.118 metros cuadrados) en 1754 a 700 en 1850. Este aumento, entre otros cultivos, favoreció una mayor producción de cereal, lo cual demandó una industria transformadora. Así, Montes (1997) nos indica que «parece ser que en este año de 1751 había perspectivas de construir en el pueblo algún molino o almazara,

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

pues en el arrendamiento del señorío de Albudeite efectuado en Murcia el 3 de junio, se dice que si en el tiempo de este arrendamiento se construyese, como se dice [...] uno de dichos artefactos en el lugar de Campos, se le ha de rebajar al arrendador en cada año mil quinientos reales de vellón de la renta que debe satisfacer en cada año». Artefactos que se construyen posteriormente y que, según este autor, (1997, 90), propiciaba en la localidad, entre otros oficios, la existencia de jornaleros para atender «dos hornos de pan, dos molinos harineros y dos almazaras».

Por último, fuera del lecho del río, aunque con aguas de este, estaba el sistema situado en la huerta de Mula, la concentración industrial más importante a nivel comarcal, analizada ya en algunos trabajos anteriores (Boluda y Boluda, 2008; González y Llamas, 1991; López, 2014). Abastecidos con el caudal de la Acequia Mayor, llegaron a funcionar desde el siglo XVI en adelante hasta 12 industrias de transformación, entre molinos, almazaras y algún batán. A pesar de su importancia histórica, algunos han sido rehabilitados para uso privado o turístico como el de Felipe, pero otros están completamente destruidos como el de Gabriel o en estado ruinoso como el Primero.

Al uso industrial del agua se suman también todos los sistemas de captación y distribución de los regadíos tradicionales. Tanto en el río Mula como en el Pliego tienen su inicio numerosos sistemas de regadío, donde sobresale el de Mula por su extensión (casi 2.000 Has), en la amplia vega formada entre este río y el Pliego, si bien en los últimos años el espacio dedicado al cultivo se ha visto afectado por un crecimiento periurbano de carácter difuso, en torno a la red de caminos del plan de modernización realizado en los años 90 del siglo XX. Pero también son representativas otras áreas más pequeñas, circunscritas a los márgenes de los cauces como la de La Puebla, La Misericordia en Los Baños, los pagos de Cara y Daya en Albudeite o en torno a Campos del Río donde todavía se pueden observar paisajes típicos de huerta tradicional de origen morisco.

A pesar de los procesos de modernización de regadíos y rururbanización, se pueden encontrar infraestructuras hidráulicas relacionadas con la retención y desviación de agua, como son presas y azudes que constituyen todavía el inicio de las redes de distribución. Por su importancia histórica sobresale el azud de El Gallardo, construcción que, aunque se ha ido modificando con el paso del tiempo al mejorar su estructura con nuevos materiales, ha posibilitado el regadío de la huerta de Mula desde el siglo XIII. Sin embargo, la necesidad de mayores aportes requirió que en los años 80 del siglo XX, dentro del citado plan de modernización de los regadíos tradicionales, se construyese un nuevo azud, el de Balamonte, situado aguas arriba justo en el límite administrativo entre los términos de Mula y Bullas.

Existe un azud localizado en el río Pliego, en el paraje de El Curtís. Las aguas de este cauce, considerado más bien del tipo rambla ya que no presenta un manantial de nacimiento sino que se abastece de las escurrimbres calizas de la cara Norte de Sierra Espuña y las estribaciones de mediodía de Pedro Ponce y del Cambrón, eran desviadas en este lugar a través de esta presa y dirigidas por el margen derecho del cauce, por una acequia que tiene un largo tramo minado y numerosas entradas horizontales. Estos caudales eran utilizados para regar un amplio sector así como para poner en funcionamiento el citado molino de la pedanía de La Puebla. Contaba el lugar, pero en el margen izquierdo del cauce, donde se ubica la localidad, con las aguas sobrantes (e incluso fecales) de la villa y huerta de Mula, que se recogían a través de un azarbe. A estas aguas se sumaban las captadas por un azud, hoy desaparecido, construido a escasos quinientos metros de la unión del río Mula y Pliego en el paraje de La Torre, junto a una porción de las aguas que pertenecían al Heredamiento de Mula.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Otros azudes de importancia son los de Cara y Daya, en término de Mula, pero utilizados para el regadío de 160 Has en tierras de Albudeite; así como el azud de Campos del Río, que suministra exiguos recursos a través de su acequia mayor. Ambos espacios aprovechan los caudales sobrantes del uso termal del manantial de Los Baños, que se unen al escaso caudal del río Mula aguas abajo del embalse de La Cierva, ya que con anterioridad han sido utilizadas casi de forma íntegra en la huerta de Mula y La Puebla. Los moradores de la huerta de Campos del Río, inscrita en la vega del río Mula, aunque de reducidas dimensiones, se han abastecido del caudal del Mula desde tiempo atrás, contemplándose un espacio regado de algo más de trescientas tahúllas a principios del siglo XVII. Por último, a lo largo del Mula, existen otras pequeñas presas, como la del Ribazo y Herrero, utilizadas para el regadío de sectores tradicionales de reducido tamaño (por debajo de diez tahúllas).

Un elemento de gran interés social, patrimonial y etnográfico, casi desconocido en la comarca, es el sistema de regadío por norias que tenía lugar entre la pedanía muleña de Los Baños y el término municipal de Albudeite, que posibilitaba el cultivo del pago de Cara (Imagen 2). En este lugar, el caudal se desviaba del río aguas abajo de Los Baños mediante el azud de Cara y circulaba a través de una acequia, a la cual estaban conectados estos artilugios elevadores de agua (Gómez, 2012). Según el Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación «Río Mula y Pliego», se documentan en este ámbito tres ejemplares, los conocidos por la toponimia de la Casa Llanos, Casa del Prado y Casa de Velasco.

Imagen 2. Restos de una de las norias de funcionaron en la ribera del río Mula para elevar el agua y ampliar el área de regadío en el T. M. de Albudeite

Fuente: Autor.

Sin embargo, en la obra de Montes (2008), aunque algunos coinciden con los anteriormente señalados, se indica la existencia de cinco norias; a saber dos que pertenecían a Luis Llanos, una en propiedad de José María Candel, otra de Francisco González y otra de Esteban Sandoval. Aunque los ejemplos que hoy se conservan presentan un estado ruinoso, el trabajo de campo permite comprender la integración de estos elementos en el territorio. Las norias tenían una altura de elevación de 8 y 9 metros, vertiendo cada una el agua hacia un canal sostenido por unas

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

arcadas. Esta se dirigía a unas balsas de acumulación con capacidades como la del Barranco del Moro (Casa del Prado) con 165 m³. Lo escarpado del lugar determinaba la amplitud de las áreas regables, no superiores a las 10 Has; de este modo, donde terminaba el dominio de un sistema de noria, se situaba otra que presentaba igual funcionamiento. Así, en su periodo de funcionamiento, se conseguía ampliar el espacio regado hasta las 100 Has que constituyen este Heredamiento, y que hoy se hace gracias a la impulsión generada por pequeños motores que elevan el agua de la acequia principal.

De todas las infraestructuras citadas anteriormente, la mayor parte de ellas se encuentran en mal estado, y otras han sido destruidas por completo, lo cual conlleva en muchos casos la pérdida de la funcionalidad tradicional de estos ingenios. Esta situación también se da con otros elementos no mencionados, como las numerosas minas y conducciones subterráneas que bordean durante kilómetros los márgenes del río Mula, utilizadas para llevar el agua por abruptos taludes. Están en estado ruinoso las antiguas infraestructuras de elevación de agua, de las que hoy solo podemos encontrar su esqueleto entre la vegetación de ribera. Los azudes y pequeñas presas, por su parte, siguen funcionales en la actualidad, sobre todo las que abastecen a los regadíos tradicionales de Albudeite y Campos del Río. Por el contrario, el del Gallardo y su toma de agua en el margen derecho, símbolo patrimonial del regadío de la huerta de Mula, se encuentran sin ninguna utilidad y totalmente desprotegidos a nivel administrativo.

3.3. Patrimonio natural en los ríos Mula y Pliego

A este conjunto de infraestructuras que conforman el patrimonio hidráulico se suma el atractivo natural de los parajes donde se localizan. Ambos componentes, el natural y cultural, dan como resultado un gran atractivo y aportan sinergias positivas para la promoción territorial de estos ámbitos. En sí, el transcurso del río Mula, desde su nacimiento hasta que desemboca en el Segura, constituye un conector natural que presenta una gran diversidad geológica, geomorfológica, de flora y fauna; un corredor verde aprovechado de forma sostenible desde hace siglos, inscrito en un entorno semiárido caracterizado por escasas precipitaciones.

Todo el territorio enmarcado por los cauces de los ríos Mula y Pliego presenta un patrimonio natural de gran interés, reconocido como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), según la resolución de 28 de julio de 2000 del Consejo de Gobierno sobre designación de los lugares de importancia comunitaria en la Región de Murcia, y que responde a la Ley 4/1992, de 30 de julio, de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia. A su vez, la declaración de este ámbito como LIC responde a las directrices europeas y nacionales contempladas en la Decisión de la Comisión, de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea; la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, y el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.

La declaración de LIC del río Mula y Pliego, a su vez, se contempla dentro de un ámbito superior, como es la Red Natura 2000, marco de actuación surgido de la preocupación por la conservación y mantenimiento de la biodiversidad, y sobre el que se redactaron las directivas Hábitat (de la que deriva la declaración de lugares de interés) y Aves (que fija el estudio y delimitación de Zonas de Especial Protección para las Aves –ZEPA-), con la intención de preservar la biodiversidad global.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

De acuerdo con el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE, en el río Mula y Pliego se pueden identificar pequeños ecosistemas, algunos de ellos de interés comunitario prioritario, por su singularidad y escasez. Entre las especies de flora protegidas a nivel autonómico (Decreto nº 50/2003, de 30 de mayo por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales; BORM nº 131, de 10 de junio de 2.003), se pueden encontrar algunas en peligro de extinción como el fresno; especies vulnerables como el tomillo amargo o la samarilla. De interés especial están presentes algunas como el madroño, la jara pringosa, el lirio enano de monte, el álamo blanco, el tomillo segureño, jazmín silvestre, la carrasca, encinas, almeces, latonero o el lironero. En cuanto a las especies de fauna de interés protegida, cabe mencionar vertebrados como el sapo corredor, sapo de espuelas, sapillo moteado y la rana verde común. De entre las aves, la presencia del gavilán, mitos, vencejos reales, búhos reales, el busardo ratonero, o ejemplares de águila real. Los mamíferos, como el tejón o el gato montés y la gineta. Con respecto a los invertebrados se encuentra el caballito del diablo como especie de interés especial.

El entorno del Salto del Usero, en el término municipal de Bullas, presenta, además, la declaración de lugar de interés geológico y geomorfológico, ya que en él, gracias a la constitución de los materiales así como la acción de las aguas de arroyada, se pueden observar diferentes episodios erosivos y la constitución de antiguos paleocauces. Este tipo de acontecimientos geológicos es observable justo enfrente del Molino de Abajo, aunque el ejemplo más destacado es el del referido Salto, de gran interés ambiental y ecológico, debido a los procesos de erosión y disolución generados en un paquete travertínico, que crea un paisaje de singular belleza, con una cascada de varios metros de altura y una gran poza que es utilizada en los meses estivales como área recreativa para la toma del baño. Sin embargo, por su fragilidad este entorno se encuentra en serio peligro en los últimos años, debido al crecimiento exponencial de visitas.

Desde el punto de vista natural, el cauce se puede dividir en varios sectores si se atiende a las formaciones geomorfológicas resultantes. La cabecera está compuesta por fondos de valles y terrazas comprendidas entre las sierra de Burete y Lavia. Este sector constituye el tramo alto, aunque su régimen presenta un carácter esporádico y torrencial, cuando se producen abundantes precipitaciones. El cauce continúa atravesando el lugar conocido como las Fuentes de Mula, peñasco calizo donde antaño se situaba el nacimiento del mismo hasta alcanzar el paraje conocido como *Pasico de Ucenda*, área del cauce donde hoy se vierten las aguas del sondeo profundo de El Pradillo. Continúa el río, con mayor presencia de vegetación en sus márgenes, de forma rápida hasta llegar al referido Salto del Usero, espacio donde se ubicó en sus cercanías el primero de los molinos, el de Arriba. En todo este tramo, aparecen algunos sectores con abundante vegetación de ribera como fresnedas, choperas y olmos, mezclada con ejemplares de pinares, aunque estos, algo más alejados del cauce. Además, también es fácil encontrar pequeños huertecillos regados con aguas captadas del río, donde los propietarios aprovechan para la producción de hortícolas destinados al autoabastecimiento. Estos regadíos tradicionales se componen de tradicionales tomas de aguas, acequias de conducción y algunas balsas de acumulación.

El cauce serpentea desde el Llano de Bullas hasta llegar a la Muela de Don Evaristo, ya en término de Mula. Y prosigue entre las estribaciones de Herrero y Cejo Cortado, aunque, en este sector, el control hidráulico por medio de azudes hace que el río discurra con un caudal mínimo. Así, hasta llegar al embalse de la Cierva en el paraje calizo-margoso del Corcovado, donde aguas abajo también se pueden detectar varios niveles de terrazas. Posteriormente, llega el río al entorno de Los Baños de Mula, lugar de gran interés geológico debido a las abundantes coladas travertínicas

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

que se disponen en sus cercanías y a los procesos termales. Domina este sector la loma de La Almagra, cerro donde aparecieron los restos arqueológicos del antiguo poblado tardoromano del Tratado de Tudmir.

A partir de aquí, aguas abajo, el río penetra en un dominio margoso, que se extiende hasta su confluencia en el río Segura, atravesando los términos de Albudeite y Campos del Río, donde se levanta la presa de laminación de Los Rodeos. El bosque de ribera de estos parajes se compone, casi de forma continua, de una galería de tarayales, que crean un pequeño corredor entre espacios donde destaca la erosión remontante, con abundantes cárcavas y barrancos, configurando un paisaje de *badlands*.

4. El molino de arriba y molino de abajo como ejemplos de aprovechamiento turístico del patrimonio hidráulico

En este marco natural, objeto de promoción turística, se pueden encontrar algunos ejemplos de reutilización y rehabilitación de este patrimonio cultural, aprovechado hoy en día para diferentes usos (museográficos, restauración, alojamiento, ocio, educación, etc.) (Peñalver, 1998). Ejemplo de rehabilitación patrimonial etnográfica relacionada con el uso del agua es el Molino de Arriba, a escasos metros del entorno natural del Salto del Usero. El complejo que ha llegado hasta nuestros días fue construido en 1648, constatado gracias a la documentación existente de los Censos de Registros Industriales donde, en aquella época y a orillas del Mula, ya se citaban tres molinos harineros, entre ellos el de Arriba. No obstante, trabajos arqueológicos en la zona han servido para catalogar algunos restos de época musulmana (siglo XII) en el propio entorno de este molino (García, 2001), lo que señala un aprovechamiento anterior en este espacio. Desde el siglo XVII este molino, que presentaba un cubo antepuesto, contaba con una piedra hasta que en 1905 se produjo una ampliación con la puesta en funcionamiento de otra, para dar así servicio a las demandas de la población. Junto con el montaje de la segunda piedra, en este mismo tiempo se levantó un edificio anexo al molino que hacía las veces de almacén, destinado a guardar, tanto el trigo proveniente de los campos cercanos como la harina fabricada.

El Molino de Arriba estuvo en funcionamiento hasta los años 70 del siglo XX gracias a la familia Martínez, si bien, en 1978 todavía lo utilizaban para consumo propio los últimos molineros, Pedro Martínez y Dolores Mateo. Al edificio llegaban las aguas a través de una acequia de 555 metros, hoy destruida en su tramo inicial por las avenidas que aquí acontecen. A pesar del estado ruinoso del canal, existe la intención de los propietarios de recuperarlo y poder poner en funcionamiento la maquinaria del molino. Su propietaria, Paquita López Martínez, y su hija Ana Isabel García López, han rehabilitado con tesón y esfuerzo un complejo que en los últimos años presentaba un estado ruinoso (Imagen 3). Tras las entrevistas mantenidas con las propietarias, se constata que las actuaciones llevadas a cabo han permitido conservar la mayor parte de los antiguos elementos molinares. Para ello han contado con ayuda y asesoramiento del Servicio de Patrimonio Histórico de la administración regional y varios profesores universitarios, junto a grupos ecologistas como Adena (Imagen 4).

Junto al Molino de Arriba se edificó un tercer edificio, construido por la Hermandad Católica Sindical en 1905, donde se instaló la maquinaria necesaria para proveer de energía eléctrica la villa de Bullas; de ahí que se conociese popularmente como la *fábrica de la luz*. Este edificio se nutría de las aguas de la acequia del molino, pero a través de un ramal que albergaba un depósito

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

de agua a una cota bastante elevada, lo cual propiciaba la energía necesaria para el movimiento de una turbina. Entró en funcionamiento en 1924 pero solo duró cinco años debido a la escasez de agua que manaban de las *Fuentes de Mula* por esta época. Se volvió a retomar la actividad tras la guerra civil pero cerró definitivamente en 1953. Las deudas generadas por la Hermandad fueron sufragadas con la venta de la maquinaria de la fábrica. Los propietarios del molino de Arriba mantienen su intención de seguir mejorando las infraestructuras del edificio del molino así como la antigua fábrica de la luz, de la cual hoy en día solo se conserva su estructura exterior.

Imagen 3. Fachada rehabilitada del edificio del Molino de Arriba, en término municipal de Bullas

Fuente: Autor.

Imagen 4. Interior del Molino de Arriba, donde se pueden contemplar antiguos útiles de trabajo así como otras piezas restauradas

Fuente: Autor.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

El complejo formado por estos tres edificios permite comprender e interpretar el funcionamiento industrial tradicional como un recurso que hoy forma parte del patrimonio cultural, integrado en un espacio geográfico con escasos recursos hídricos pero donde estos se utilizaban de forma sostenible. Ejemplo de remodelación arquitectónica al conservar su construcción tradicional, el edificio que albergaba la maquinaria del molino ha sido rehabilitado en dos fases; la primera comenzó en 1991, según el expediente que ha dado como resultado la declaración de Bien de Interés Cultural con categoría de Lugar de Interés Etnográfico en la Región de Murcia, según Decreto 55/2012 de 20 de abril. Posteriormente, y fundamentalmente por iniciativa privada de los propietarios del complejo, se ha reformado el edificio que funcionaba como almacén y está en proyecto la antigua fábrica de la luz. Como se anota en el informe de declaración de BIC recogido en el citado decreto, el juicio principal de su reconocimiento estriba en que constituye «un conjunto arquitectónico armónico, integrado en el paisaje, donde se pone de manifiesto la arquitectura popular al servicio de funciones concretas, alejada de concesiones e innovaciones espaciales y decorativas. Por lo que el lugar merece una especial protección para su disfrute por parte de las generaciones presentes y futuras, ya que en él se manifiesta la cultura tradicional y modos de vida propios de un lugar concreto de la Región de Murcia».

Esta declaración es de gran interés ya que no solo comprende el edificio del molino, sino también los otros dos edificios, junto a la acequia de abastecimiento de agua, así como el entorno natural que circunda el complejo. Todos los elementos son fundamentales para entender la importancia histórica, geográfica y cultural de este espacio. De este modo, existen cuatro figuras de protección administrativa en el lugar; el citado BIC, así como las relacionadas con el patrimonio natural, LIC, ZEPA y LIG. Estas figuras de protección permitieron salvaguardar el río ante la posibilidad de entubamiento del mismo durante el proceso de elaboración del plan de modernización de los regadíos tradicionales de Mula.

Respecto a la distribución de las dependencias del edificio del Molino de Arriba, presenta en la planta baja la maquinaria de molturación, restaurada conforme a la situación tradicional de sus elementos, junto a unas dependencias anexas donde residía el molinero. Mientras, la planta superior, donde antaño se guardaba y secaba el cereal, ha sido reacondicionada para el alojamiento de visitantes. La misma disposición se ha realizado en el antiguo almacén, al destinar la planta de arriba al alojamiento de huéspedes. Esta restauración permitió la apertura del complejo como aula ambiental y albergue con capacidad de acogida de hasta 30 visitantes, desde el año 2000 al 2007, fundamentalmente durante época estival, a través de la realización de campamentos de verano y talleres. Se estima que, por temporada, pasaban por el molino en torno a 400 visitantes, los que participaban en los citados campamentos y grupos de turistas que se alojaban de forma independiente durante algunos días.

Aunque en la actualidad se encuentra cerrado al público, los propietarios del molino llegaron a ofrecer actividades didácticas relacionadas con la molienda y el entorno, orientadas hacia el alumnado de educación formal (Primaria y Secundaria) como colectivos de servicios sociales y grupos discapacitados. En este albergue, inscrito en un paraje natural de singular belleza, se han practicado talleres sobre la fabricación de pan, papel reciclado, destilación para extraer esencia de flores, elaboración de jabones, procedimientos de observación y catalogación de flora y fauna, etc., actividades relacionadas con la sostenibilidad y los oficios artesanales tradicionales. Junto a ello, también se adecuaron cuatro senderos de pequeño recorrido en este sector del término municipal, y uno de ellos transcurría por el complejo molinar. El funcionamiento de esta aula

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

ambiental propició la ocupación de cinco monitores, algunos de ellos expertos en espeleología o en temáticas medioambientales.

Además, también se elaboró un cuadernillo didáctico (García y López, 2000) que, a modo de guía, constituye un material educativo atractivo para el alumnado, al describir el enclave determinado por la presencia del discurrir del río Mula, la vegetación de ribera, así como toda la composición de la flora y fauna del entorno. Una serie de actividades, acompañadas de pertinentes ilustraciones, servía para enseñar los aspectos más interesantes del lugar, así como concienciar y valorar el patrimonio natural y cultural.

Otro ejemplo singular es el Molino de Abajo, también en el término municipal de Bullas, levantado casi con toda seguridad con posterioridad a los otros cinco molinos referenciados anteriormente en el tramo alto del río Mula, entre finales del siglo XVIII y mediados del XIX. Las aguas de las que se abastecía eran captadas del Mula a través de una deriva, doscientos metros arriba por el margen derecho del cauce. En la actualidad, aunque es de propiedad pública municipal, es gestionado desde hace más de 25 años en arrendamiento particular (Imágenes 5 y 6).

Imágenes 5 y 6. Instalaciones del molino de Abajo. A la izquierda, antigua sala de la maquinaria, hoy acondicionada como salón comedor. A la derecha, una de las habitaciones donde alojarse situada en la planta superior

Fuente: Autor.

Las dependencias del inmueble se han rehabilitado para restauración y hospedaje, si bien sólo conserva los restos de su función anterior en la parte inferior donde se aloja el cárcavo con el rodezno, el árbol y el saetín, con su posterior salida por el socaz. Por su parte, la sala de la molienda mantiene su estructura tradicional, aunque no hay nada de la antigua maquinaria de la sala molinera (piedras, tolva etc.). Una pena, por lo tanto, no haber podido conjugar la infraestructura tradicional con el servicio de restauración. Al antiguo edificio se le ha añadido por el Oeste una sala contigua para alojar la cocina, cuya construcción consigue integrarse en el ambiente tradicional del lugar. De este modo, el edificio presenta en la planta baja dos salones donde degustar la carta del restaurante, mientras que en la planta superior (las antiguas dependencias que servían para la guardería del trigo) se ubican las actuales habitaciones de la hospedería, tanto sencillas como dobles, las cuales respetan el aroma y la decoración característica típica de antaño. No existe un censo concreto de pernoctaciones, pero según la información aportada por la gerencia, las visitas al restaurante, durante los últimos años, oscilan entre los 2500 y 3000 comensales anuales.

Aledañas al edificio, aprovechando la ubicación a orillas del cauce, se han instalado dos cabañas de madera, las cuales aumentan la oferta de hospedaje, perfectamente integradas en el paraje de

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

ribera. Estas tienen una capacidad de acogida de 5 personas por cabaña, lo cual se suma al alquiler de habitaciones de la hospedería. Aunque se ubican en otros lugares del municipio, fuera del curso del río, pertenecen al negocio familiar otros alojamientos rurales, así como un salón de celebraciones.

5. Conclusiones y propuestas

Con este trabajo se han alcanzado algunas conclusiones, a las que nos atrevemos a añadir una serie de propuestas de mejora: el turismo rural está en auge en los últimos años, gracias a un viajero motivado por el ocio y el descanso, pero esencialmente por conocer nuevos territorios y formas de vida que han sido diferentes sincrónica y/o diacrónicamente. En este sentido, los espacios rurales tienen mucho que ofrecer gracias a la cultura y a su patrimonio intrínseco; ya no solo por estar diferenciados respecto a otros masificados, sino por presentar unos valores únicos y singulares. En este convenio de factores, la tipología del alojamiento resulta fundamental para atraer a este tipo de turista, además de constituir una oportunidad para rehabilitar y reconvertir algunas infraestructuras, como ocurre con los antiguos molinos hidráulicos.

El trabajo de campo así como el estudio de la documentación histórica y bibliográfica evidencia la existencia, en tiempos pasados, de un complejo hidráulico en torno a los ríos Mula y Pliego que permitía la molturación de cereales y aceituna después de que estos productos fueran recolectados. Los elementos que hoy forman parte del patrimonio material relacionado con el uso del agua eran numerosos y singulares, además de tener un carácter integrado: las redes de regadío contaban, además, con azudes, tomas, partidores o norias para elevar el agua, así como industrias molineras que se nutrían de los recursos de los ríos para la puesta en marcha de su maquinaria. Tal es así que, con los recursos del Mula, llegaron a funcionar 25 molinos, muchos de ellos hoy abandonados o en ruinas; un patrimonio que es necesario conservar y poner en valor.

El acondicionamiento de estos inmuebles hacia nuevas orientaciones (alojamientos rurales, restauración, albergues, hospederías o usos educativos.) es cada vez mayor en territorios como la comunidad autónoma de la Región de Murcia. Si en el trabajo de Peñalver (1998) se referenciaban actuaciones de reconversión en cinco molinos y almazaras acondicionadas para el turismo rural, según los datos actuales son 10 los establecimientos rehabilitados dedicados al hospedaje, que añaden al valor de una estancia que presenta un carácter singular e histórico, una variada oferta de actividades relacionadas con su entorno y medioambiente.

Por lo general, estas antiguas construcciones se inscriben en un territorio marcado por el uso integral del agua, que han dado lugar a la configuración de paisajes típicos enmarcados por los sistemas de regadío. Este patrimonio cultural aumenta el atractivo de estos paisajes, al contribuir de forma significativa al desarrollo local, siempre y cuando se mantengan las directrices de sostenibilidad y conservación de los valores territoriales. En este caso, la rehabilitación de estas infraestructuras permite nuevas vías de mejora a través de políticas que articulan la promoción del destino rural con la protección y salvaguarda del patrimonio. De este modo, la población y su administración pueden aprovechar las cualidades de un territorio siguiendo unos criterios de calidad turística, que «es percibida en un alto porcentaje por los turistas como calidad geográfica» (Ávila y Barrado, 2005, 30).

Los complejos de los Molinos de Arriba y de Abajo, situados en el término municipal de Bullas, responden a estos criterios; uno gracias a la iniciativa privada mediante la recuperación de los

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

antiguos inmuebles destinados a la molienda y a la generación de energía eléctrica, ofrecido al público durante años como entorno educativo. El Molino de Abajo, gracias a la recuperación por parte de la administración local y regentado en arrendamiento, que oferta en la actualidad un servicio de restauración y hospedaje, complementado con otras instalaciones pero que se insertan perfectamente en el entorno.

Desde nuestro punto de vista, sería esencial que la administración, tanto local como regional, continúe con determinación respecto a su patrimonio, con la intención de apoyar la conservación y protección de estas antiguas infraestructuras que pueden constituir productos turísticos sostenibles. Este interés también debe surgir y alimentarse de la sociedad presente en el territorio, cuya identidad actual descansa sobre la actuación de generaciones anteriores, y ofrecer así, un producto cultural diferenciado. Son necesarios programas de dinamización y difusión, así como fondos económicos que ayuden a la rehabilitación y conservación de este patrimonio heredado, de los que pueden ser ejemplo los Molinos de Arriba y Abajo en Bullas.

En este sentido, sería de interés la puesta en marcha de programas educativos y culturales, así como la realización de charlas, coloquios, jornadas,... que pongan de manifiesto el valor de este patrimonio hidráulico; e incluso la habilitación de uno de estos espacios como *museo del agua,* donde llevar a cabo este tipo de actividades. Concienciar a la población ribereña de los recursos patrimoniales que presenta su territorio, y que hoy pueden tenerse en cuenta como sinergias positivas dentro de las actividades encaminadas al desarrollo local a través de un turismo sostenible y de calidad. Podría ser interesante la adecuación de senderos ribereños en aquellos lugares donde el río lo permita, que muestren el valor natural e hidráulico del cauce, junto a la recuperación de los citados senderos de pequeño recorrido.

La reconstrucción de las infraestructuras molineras del tramo alto del río Mula, constituye un ejemplo de desarrollo rural, ya que a través de la puesta en valor de estas construcciones, rehabilitadas para el turismo, permiten el fomento de lo local. Estos alojamientos aumentan la oferta de restauración y hospedaje en el interior de la Región de Murcia y, además, contribuyen a la conservación de una arquitectura popular que fue fundamental para el sustento de la población de generaciones pasadas en un entorno natural que ofrece rincones y parajes de singular belleza. De todo ello, se puede extraer, además, un potencial didáctico, como así se ha hecho de los establecimientos molineros, adaptados para la visitas de estudiantes y grupos sociales que pueden vivenciar de primera mano la singularidad de estos entornos. Un aprendizaje que es necesario para conservar y valorar el patrimonio.

6. Referencias bibliográficas

- Andrés Sarasa, J. L. (2014). «El turismo en los procesos de desarrollo rural». *Papeles de Geografía*, 59-60, 17-36. DOI: http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2014/218131
- Ávila Bercal, R. y Barrado Timón, D. A. (2005). «Nuevas tendencias en el desarrollo de destinos turísticos: marcos conceptuales y operativos para su planificación y gestión». *Cuadernos de Turismo*, 15, 27-43. Disponible en http://revistas.um.es/turismo/article/view/18541
- Boluda Fernández, L. y Boluda Llamas, F. (2008). *Veinticinco años de la huerta de Mula. 1939-1964*. Ayuntamiento de Mula.
- Campo Betes, J. (2002). «Molinos harineros de agua». *Cuadernos*, 15, 23-36. http://www.xiloca.org/data/Bases%20datos/Cuadernos/2169.pdf

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

- Cánoves, G.; Villarino, M. y Herrera, L. (2006). «Políticas públicas, turismo rural y sostenibilidad: difícil equilibrio». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 41, 199-217. Disponible en http://www.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/viewFile/1997/1910
- Cánoves, G., Herrera, L., Villarino, M. (2005). «Turismo rural en España. Paisajes y usuarios, nuevos usos y nuevas visiones». *Cuadernos de Turismo*, 15, 63-76. Disponible en http://revistas.um.es/turismo/article/view/18511
- Cánoves, G., Villarino, M., Herrera, L. y Cuesta, L. (2004). «Turismo rural en Cataluña y Galicia: algunos problemas sin resolver». *Cuadernos Geográficos*, 34 (1), 111-128. Disponible en http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1823
- Castillo Meseguer, M. y Otros (1995). «Molinos hidráulicos en la cuenca de Abanilla-Foruna. Los aprovechamientos de la red del río Chícamo y el manantial de los Baños». *Papeles de Geografía*, 22, 33-52. Disponible en http://revistas.um.es/geografia/article/view/44711
- Cuadrado Roura, J. R. y López Morales, J. Mª. (2015). *El turismo, motor de crecimiento y de la recuperación de la economía española*. Instituto universitario de análisis, económico y social. Universidad de Alcalá.
- Decreto n.º 55/2012, de 20 de abril, del Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, por el que se declara bien de interés cultural, con categoría de lugar de interés etnográfico, el paraje Molino de Arriba en Bullas. BORM nº 94, martes, 24 de abril de 2012.
- Díaz Ronda, M. (1943). A.M.M. (HA. 10 y 15). Informe solicitado por el Heredamiento de Aguas de Mula sobre varias cuestiones relacionadas en obras en los cauces que aquél utiliza en el aprovechamiento en riegos de las aguas de su propiedad, llamadas de la Fuente de Mula.
- Flores Arroyuelo, F. (1993). *El Molino. Piedra contra piedra*. Universidad de Murcia.
- García López, A. I. (2001): «Restauración y habilitación del molino de Arriba (1684) como albergue aula ambiental». *III Jornadas Nacionales de Molinología*, Cartagena. 20 pp.
- García López, A. y López Fernández, J. A. (2000). «La montaña y el río, un paseo divertido. Itinerario ambiental del río Mula». Ed. Ilmo. Ayuntamiento de Bullas.
- Gil Meseguer (Coord.) (2010). *Paisaje y patrimonio generados por galerías y minados en la Región de Murcia*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Murcia.
- Giménez, G. (2005). «Patrimonio e identidad frente a la globalización». *Cuadernos del Patrimonio cultural y Turismo*, 13, 178-182. Recuperado de http://www.cultura.gob.mx/turismocultural/cuadernos/pdf/cuaderno13.pdf
- Gómez Espín, J. Mª. (2012). *Elevación de aguas para riego en la cuenca del Segura. Cien años del motor Resurrección (1912-2012)*. Ed. Fundación Séneca. Regional Campus of International Excellence «Campus Mare Nostrum». C.R. Motor Resurrección. Ministerio de Economía y Competitividad.
- Gómez Espín, J. Mª. y Gil Meseguer, E. (2014). «El patrimonio industrial del agua en la Cuenca de Segura. Recursos del Desarrollo Territorial». En *VII Congreso Internacional sobre Ordenación del territorio*. Madrid, 12 pp.
- González Castaño, J. y Llamas Ruiz, P. (1991): *El agua en la ciudad de Mula, siglos XVI-XX*. Mula.
- Hernández Maestro, R. Mª. (2010). «La normativa española sobre turismo rural». *Estudios Turísticos*, 183, 25-41. Disponible en http://www.tourspain.es/ca-es/inteligenciamercados/CD/RevistaEstudiosTuristicos/Paginas/Buscador.aspx
- Instituto de Turismo de la Región de Murcia (2015). El turismo en la Región de Murcia en cifras. Boletín informativo. Consejería de Industria, Turismo, Empresa e Innovación.
- Instituto de Turismo de la Región de Murcia (2014). El turismo en la Región de Murcia en cifras. Balance 2014. Consejería de Industria, Turismo, Empresa e Innovación.
- Inventario de Obstáculos a la continuidad longitudinal del río Segura y sus afluentes. Confederación Hidrográfica del Segura. Disponible en https://chsegura.es/chs/cuenca/restauracionderios/obstaculos/visor.html?page=12&entidad=-1&accesible=true
- LEY 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural. BOE núm. 299. Viernes 14 diciembre 2007 [consulta: 19 de abril de 2017]. Disponible en http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-21493
- López Fernández, J. A. (2014): *Actuaciones de desarrollo rural y local en la comarca de Mula. Región de Murcia. 1980-2010*. Ayuntamiento de Mula. Mula.
- López Fernández, J. A. y Gómez Espín, J. Mª. (2008). «Abastecimientos tradicionales de agua a los municipios de Mula, Pliego y Bullas (Región de Murcia)». *Nimbus*, 21-22, 133-155

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

- López Soria, J. (s/f). *Los molinos harineros del Gérgal*. Disponible en http://www.gergal.net/tradicionesyvivencias/molinos_harineros_gergal.pdf
- Lugar de Interés Comunitario «Río Mula y Pliego». Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. [consulta: 19 de abril de 2017]
- Mancomunidad Hidrográfica del Segura (1931): *Relación de aprovechamientos hidráulicos dedicados a fines industriales, situados en los ríos, arroyos y acequias de la Cuenca del Río Segura.* Tipografía La Verdad. Murcia.
- Martín-Consuegra Blaya, G.J. (2001): Aproximación a la historia de la producción de aceite en la Ciudad de Mula. Aportación para el estudio de sus almazaras. *Revista Murciana de Antropología*, 7, 147-166. Disponible en http://revistas.um.es/rmu/article/view/73081/70501
- Millán Escriche, M. (2002). «La diversificación en el medio rural como factor de desarrollo». *Papeles de Geografía*, 36, 223-238. Disponible en http://revistas.um.es/geografia/article/view/46561
- Millán Escriche, M. (1999). «El turismo rural en la planificación económica de la Región de Murcia». *Cuadernos de Turismo*, 4, 51-72. Disponible en http://revistas.um.es/turismo/article/view/22911
- Montes Bernárdez, R. M (sf). *Historia de Albudeite*. Ayuntamiento de Albudeite. Disponible en http://www.albudeite.com/recursos/doc/Historia/Historia_Albudeite.pdf
- Montes Bernárdez, R. M. (1997): *Historia de Campos del Río*. Vol. II. Ayuntamiento de Campos del Río.
- Palao García, Mª.; Gil Meseguer, E. Gómez Espín, J. Mª. (1995). «Molinos de cubo en la vertiente suroccidental de Sierra Espuña. El sistema de la rambla de los molinos de Aledo y Totana. *Papeles de Geografía*, 21, 109-126. Disponible en http://revistas.um.es/geografia/article/view/251281
- Peñalver Torres, Mª. T. (1998). «Un turismo alternativo: reutilización de molinos y almazaras». *Cuadernos de Turismo*, 2, 147-158. Disponible en http://revistas.um.es/turismo/article/view/23341
- Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación «Río Mula y Pliego», 2014. Dirección General de Medio Ambiente. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. [consulta: 19 de abril de 2017].
- Pulido Fernández, J. I. y Cárdenas García, P. I. (2011). «El turismo rural en España. Orientaciones estratégicas para una tipología aún en desarrollo». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 56, 155-176. Disponible en http://www.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/viewFile/1348/1271
- Valverde García, M. (2011). Los molinos de Campos del Río. Noticia recuperada de laopiniondemurcia.es. http://www.laopiniondemurcia.es/municipios/2011/08/07/molinos-campos-rio/342421.html
- Zoido Naranjo, F. (2009). «El convenio europeo del paisaje». En *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*. Ariel Patrimonio, 299-315.

Sobre el autor

José Antonio López Fernández

Doctor en Geografía por la Universidad de Murcia desde el año 2013. Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba. Labor docente desarrollada en los Grados de Educación Primaria y Educación Infantil, a través de asignaturas como la Didáctica de las Ciencias Sociales y el medioambiente, con temáticas relacionadas con el espacio, la didáctica del patrimonio o el medio como recurso. Las principales líneas de investigación son los usos tradicionales de agua, el estado y conservación del patrimonio hidráulico, la modernización de regadíos, así como el desarrollo, implementación y análisis de recursos y materiales educativos relacionados con las Ciencias Sociales en general y la Geografía en particular.

BY-NC Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0

Reseñas bibliográficas
Bibliographical references