

INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS

62



INSTITUTO INTERUNIVERSITARIO DE GEOGRAFÍA
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

JULIO-DICIEMBRE

2014

INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS

PRESENTACIÓN

La revista científica *Investigaciones Geográficas* se edita desde 1983, en el seno del Instituto Interuniversitario de Geografía de Alicante. Es su principal objetivo contribuir a la difusión del conocimiento geográfico, en sentido amplio, y afianzarse como medio de expresión de su comunidad científica. Admite artículos, notas y reseñas, necesariamente originales e inéditos, que den cabida a contribuciones científicas de índole geográfica, en cualquiera de sus áreas de conocimiento. Esporádicamente acepta aportaciones procedentes de disciplinas afines, como la Historia, el Urbanismo o la Ecología. Se orienta de forma específica hacia el estudioso e investigador universitario, y de modo genérico, a todos aquellos interesados en ampliar sus conocimientos sobre el hombre y el territorio.

Investigaciones Geográficas se encuentra indexada y/o catalogada en: [REDALYC](#), [ISOC \(CSIC\)](#), [LATINDEX](#), [E-REVISTAS](#), [URBADO](#) (URBATERR), [DICE](#), [RESH](#), [IN-RECS](#), [DOAJ](#) (Directory of Open Access Journals), [DIALNET](#), [CERVANTESVIRTUAL](#), [RUA](#), [COPAC](#), [SUDOC](#), [ZDB](#), [ULRICH'S](#), [INDICE H DE REVISTAS DE CIENCIAS SOCIALES 2012](#), [INDICE H ACUMULADO 2008-2013 DE REVISTAS DE CIENCIAS SOCIALES](#) ... Desde enero de 2012, *Investigaciones Geográficas* se edita con periodicidad semestral y desde el número 59 (enero-junio de 2013) se divulga tan sólo en formato digital. Los ejemplares pueden consultarse en pdf y a texto completo en la web <http://www.investigacionesgeograficas.com>

CONSEJO ASESOR

Dr. D. Ángel Cabo Alonso	<i>Universidad de Salamanca</i>
Dr. D. Francisco Calvo García-Tornel	<i>Universidad de Murcia</i>
Dr. D. Roland Courtot	<i>Université d'Aix-en-Provence</i>
Dr. D. Michel Drain	<i>Université de la Méditerranée, Marsella</i>
Dra. D ^a . Josefina Gómez Mendoza	<i>Universidad Autónoma de Madrid</i>
Dr. D. Francisco Quirós Linares	<i>Universidad de Oviedo</i>
Dr. D. Viçenc M ^a Rosselló i Verger	<i>Universitat de València</i>

DIRECTOR

Dr. D. Antonio M. Rico Amorós

SECRETARIO

Dr. D. Francisco José Torres Alfosea

COMITÉ DE REDACCIÓN

Dr. D. Carlos Javier Baños Castiñeira	<i>Universidad de Alicante</i>
Dra. D ^a . Franca Battigelli	<i>Università di Udine, Italia</i>
Dr. D. Gregorio M ^a Canales Martínez	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. José Escrig Barberá	<i>Universitat Jaume I (Castellón)</i>
Dra. D ^a . Luisa M ^a Frutos Mejías	<i>Universidad de Zaragoza</i>
Dr. D. Pablo Giménez Font	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. José María Gómez Espín	<i>Universidad de Murcia</i>
Dr. D. Vicente Gozálviz Pérez	<i>Universidad de Alicante</i>
Dra. D ^a María Hernández Hernández	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. Cipriano Juárez Sánchez-Rubio	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. Javier Martín Vide	<i>Universidad de Barcelona</i>
Dr. D. Enrique Matarredona Coll	<i>Universidad de Alicante</i>
Dra. D ^a . Cristina Montiel Molina	<i>Universidad Complutense de Madrid</i>
Dr. D. Enrique Montón Chiva	<i>Universitat Jaume I (Castellón)</i>
Dr. D. Alfredo Morales Gil	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. Jorge Olcina Cantos	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. José Quereda Sala	<i>Universitat Jaume I (Castellón)</i>
Dr. D. Antonio Ramos Hidalgo	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. Antonio Manuel Rico Amorós	<i>Universidad de Alicante</i>
Dr. D. Francisco Rodríguez Martínez	<i>Universidad de Granada</i>
Dr. D. José Fernando Vera Rebollo	<i>Universidad de Alicante</i>

REDACCIÓN

[Instituto Interuniversitario de Geografía](#)

Universidad de Alicante

Campus de San Vicente del Raspeig. Apdo. 99 E-03080 – Alicante (España)

Tel: (34) 965 90 34 26 - Fax: (34) 965 90 94 85

Correo electrónico: investigacionesgeograficas@ua.es

Sitio web: <http://www.investigacionesgeograficas.com>

DISEÑO, MAQUETACIÓN Y ESTILO

Clotilde Esclapez Selva

DISEÑO DE LA CUBIERTA

Jaime Sebastián Garriga

Reservados todos los derechos. Las opiniones reflejadas en los artículos, noticias, comentarios y reseñas que componen *Investigaciones Geográficas* son responsabilidad exclusiva de sus respectivos autores.

e-revist@s

ISSN (hasta 2012): 0213 - 4691

ISSN (electrónico): 1989 - 9890

Depósito legal: A-52-1983

ÍNDICE

<i>Roberto Serrano Notivoli, Daniel Mora Mur, Alfredo Ollero Ojeda, Miguel Sánchez Fabre y Miguel Ángel Saz Sánchez</i> Respuesta hidrológica al evento de precipitación de junio de 2013 en el Pirineo Central	05
<i>José Gómez Zotano</i> La degradación de dunas litorales en Andalucía: aproximación geohistórica y multiescalar	23
<i>Gustavo A. Ballesteros Pelegrín</i> Evaluación de la gestión en el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia)	41
<i>Manuel Cabalar Fuentes</i> Predicción meteorológica estacional y su comunicación al pequeño agricultor en el Nordeste de Brasil.....	57
<i>David Espín Sánchez y Asunción Romero Díaz</i> Génesis de tormentas severas y su incidencia en la Región de Murcia	67
<i>Jorge Martínez Martínez</i> Estudio de la isla de calor de la ciudad de Alicante	83
<i>Alberto del Villar García</i> El coste energético de la desalinización en el Programa A.G.U.A.....	101
<i>Álvaro Francisco Morote Seguido</i> La planificación y gestión de los recursos hídricos en España: aproximación a los principales grupos y líneas de investigación.....	113
<i>Jesús Rodrigo Comino, José María Senciales González y José María González Moreno</i> La necesidad de considerar los riesgos climáticos en la introducción de cultivos tropicales en latitudes medias. El mango en el valle del Guadalhorce (Málaga)	127
<i>William Hernández Ramos</i> Factores de vulnerabilidad ante los incendios forestales en las provincias de Alicante y Valencia	143
<i>Luis Carlos Martínez Fernández, Ignacio Molina de la Torre y José María Delgado Urrecho</i> Procesos demográficos y urbanos en la transformación espacial de la ciudad de Ávila.....	163
<i>Ana Isabel Escalona Orcao, Luis Antonio Sáez Pérez, Luisa María Frutos Mejías y Blanca Loscertales Palomar</i> Actividades creativas y desarrollo en las pequeñas ciudades: Teruel como ejemplo.....	181

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

<i>Álvaro Francisco Morote Seguido</i> GÓMEZ ESPÍN, J.M ^a . (2012): <i>Elevación de aguas para riego en la Cuenca del Segura. Cien años del Motor Resurrección (1912-2012)</i> . Murcia: Fundación Séneca. Regional Campus of International Excellence “Campus Mare Nostrum”. Comunidad de Regantes “Motor Resurrección”. Ministerio de Economía y Competitividad, 143 pp.	199
---	-----

RESPUESTA HIDROLÓGICA AL EVENTO DE PRECIPITACIÓN DE JUNIO DE 2013 EN EL PIRINEO CENTRAL

Roberto Serrano Notivoli^{1,2}, Daniel Mora Mur^{1,2,3}, Alfredo Ollero Ojeda^{1,2},
Miguel Sánchez Fabre^{1,2} y Miguel Ángel Saz Sánchez^{1,2}

¹ Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza

² Instituto Universitario de Ciencias Ambientales. Universidad de Zaragoza

³ Mastergeo. Medio Ambiente, Territorio y Geografía S.L.

RESUMEN

El presente trabajo analiza la respuesta hidrológica de la cabecera del Cinca, cuenca del Ésera y cabecera del Esca al episodio de precipitación intensa que se produjo en el Pirineo central durante los días 17 a 19 de junio de 2013. Se utilizan 122 observatorios meteorológicos para estudiar el comportamiento de la precipitación a diferentes escalas temporales, y 7 estaciones de aforo para observar la temporalidad y la intensidad de la respuesta de los caudales. La intensidad de la descarga de lluvia, sin ser extraordinaria en la serie histórica, se sumó a la fusión de un almacenamiento de nieve todavía presente en la cabecera de las cuencas, lo que produjo un incremento de caudal de magnitud destacada en los tramos altos de las cuencas. Las consecuencias de las avenidas han reactivado procesos geomorfológicos fluviales, reocupando antiguos llanos de inundación, aunque la intensa ocupación territorial de los últimos 50 años en el Valle de Benasque ha producido que la exposición al riesgo sea mucho mayor como consecuencia del escasamente controlado y desordenado crecimiento urbanístico.

Palabras clave: Pirineo, crecida hidrológica, Cinca, Ésera, Esca, Benasque, Aragón.

ABSTRACT

Hydrological response to precipitation event on june 2013 in central Pyrenees.

In this paper is analyzed the hydrological response of Cinca and Esca headwaters, and Ésera basin to a intense precipitation episode, produced in central Pyrenees from 17th to 19th june 2013. 122 meteorological stations are used to study rainfall behavior in different temporal scales, and 7 gauges to view temporality and intensity on flow responses. Rainfall discharge was not unusual in historical series, but it joined to a snowmelt, which produced an increase on flow at highest headwaters. The consequences of floods have reactivated fluvial geomorphic processes, reoccupying former floodplain, although the intense territorial occupation of the last 50 years in the Valley of Benasque has produced that exposure to risk is much higher as a result of poorly controlled urban growth.

Keywords: Pyrenees, hydrological flood, Cinca, Ésera, Esca, Benasque, Aragón

I. INTRODUCCIÓN

Los eventos de precipitación extremos en el Pirineo pueden provocar incrementos de caudal que, asociados a la actividad geomorfológica en el entorno y en función de la intensidad y duración de la precipitación registrada, provocan riesgo en el normal desarrollo de la actividad antrópica. La probabilidad de ocurrencia de fenómenos extremos de precipitación en los Pirineos ha sido estudiada ampliamente (García-Ruiz *et al.*, 1998; Beguería y Lorente, 1999; García-Ruiz *et al.*, 2000a; García-Ruiz *et al.*, 2000b; Lopez Moreno *et al.*, 2006; Vicente-Serrano *et al.*, 2007; Trapero *et al.*, 2013; Serrano-Muela *et al.*, 2013), así como la caracterización de la convección (Álvarez *et al.*, 2011), un fenómeno muy frecuente en el área pirenaica, que provoca la mayor parte de las tormentas anuales en esta zona. Estas precipitaciones intensas generan, con frecuencia, crecidas violentas (Plana, 1984; García Ruiz *et al.*, 2000; Rico *et al.*, 2001). Estos procesos han sido también estudiados en la vertiente francesa (Staron, 1993; Antoine *et al.*, 2001).

Contacto: Roberto Serrano Notivoli: rs@unizar.es; Daniel Mora Mur: dmoramur@gmail.com; Alfredo Ollero Ojeda: aollero@unizar.es; Miguel Sánchez Fabre: msanchez@unizar.es; Miguel Ángel Saz Sánchez: masaz@unizar.es

A pesar de la tendencia habitual en agregados mensuales o estacionales de la precipitación, la altitud influye escasamente en eventos excepcionales (más de 200mm en 24 horas), y es relativamente importante para los de alta intensidad (150-200mm) (García-Ruiz *et al*, 1998).

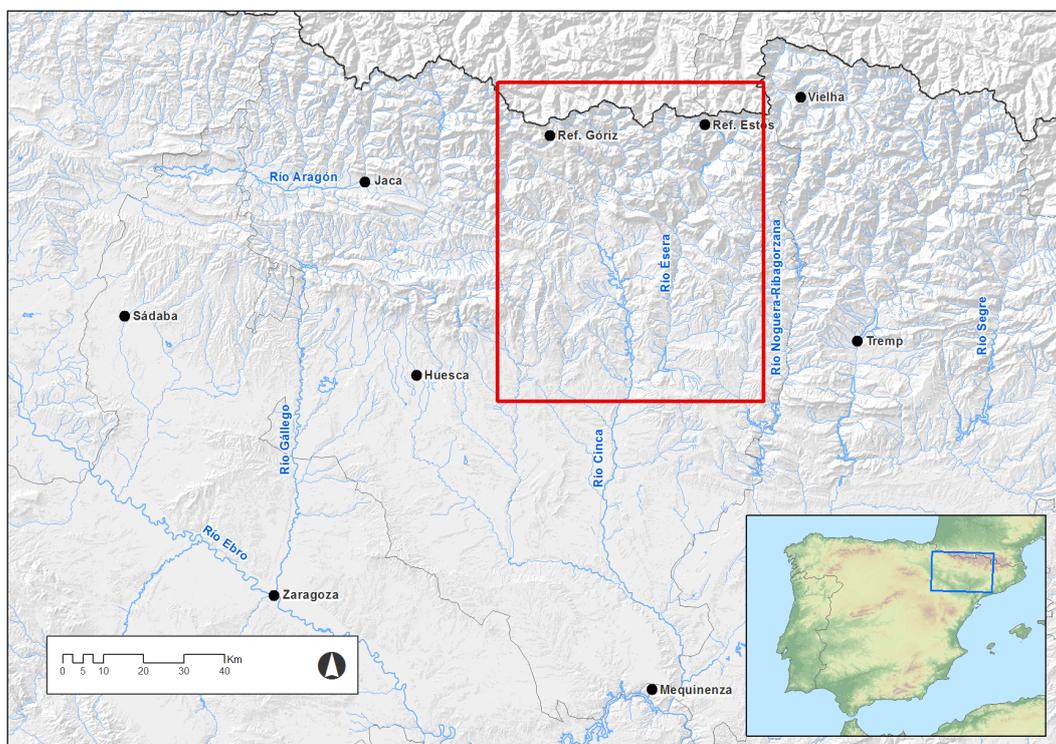
El registro histórico de precipitaciones muestra de una manera más o menos habitual eventos extremos de intensidad extraordinaria en relación al conjunto de la serie. Es claro el ejemplo del evento de principios de agosto de 1963 en los valles del Ésera y Noguera-Ribagorzana especialmente, donde se registraron 145 mm en dos días en Benasque, o el evento de noviembre de 1982, cuando se registraron 195 mm en Torla, 218 mm en Fiscal, y 400 mm en el fondo de valle del Cinqueta. En el refugio de Góriz (2265 m.s.n.m.) ese día se registraron más de 600 mm en 24 horas, aunque no se puede establecer una cifra concreta por desbordamiento del pluviómetro (García-Ruiz *et al*, 2000a). En agosto de 1996 la avenida sobre el barranco de Arás provocó la muerte de 87 personas como consecuencia de la descarga ingente de sedimento de la cuenca a partir de una lluvia estimada de más de 200 mm en una hora (García-Ruiz *et al*, 1998). Pero estos grandes eventos no son los únicos, en mayo de 1999 se registraron en el valle de Aísa 70 mm en 10 minutos, confirmando que las lluvias más extremas presentan una distribución errática (García-Ruiz *et al*, 2000a).

El 18 de junio de 2013 se produjo un evento de precipitación extrema en la cabecera del Ésera que se extendió hacia el Oeste durante 48 horas hasta concentrarse de nuevo en la zona occidental del macizo pirenaico. Los impactos producidos sobre áreas urbanizadas fueron considerables en la cuenca del Ésera. El presente trabajo se estructura en: 1) un análisis de la situación meteorológica que dio lugar al evento; 2) la respuesta hidrológica de los caudales directamente afectados y los impactos producidos sobre el medio humano y geomorfológico; 3) búsqueda de convergencias con otros eventos de similares características en el macizo pirenaico; 4) análisis global de los impactos.

2. ÁREA DE ESTUDIO

Los eventos de intensa precipitación y crecidas fluviales de junio de 2013 afectaron a todo el Pirineo central en ambas vertientes. Para el presente artículo se han considerado las cabeceras de los ríos Cinca (incluyendo toda la cuenca del Ésera) y Esca (Fig. 1), teniendo en cuenta los valores pluviométricos e hidrológicos en ella alcanzados y los daños registrados.

Figura 1. Localización del área de estudio.



Elaboración propia.

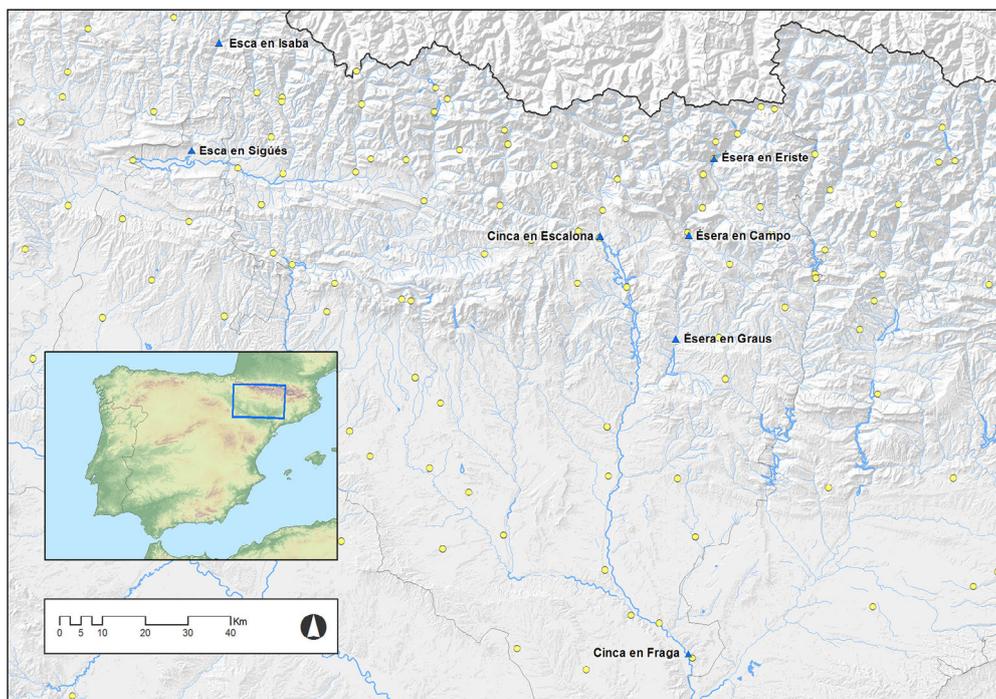
Los Pirineos son una barrera montañosa de 435 km. de longitud con una complejidad orográfica que favorece el desarrollo de tormentas convectivas, aumentando el efecto de los sistemas frontales (Beguería y Lorente, 1999) provenientes principalmente de la orla mediterránea. En la zona occidental del macizo, Beguería y Lorente (1999) señalan que la frecuencia de eventos extremos es elevada especialmente en el alto Pirineo y al Sur de las Sierras Interiores, sin embargo, en las sierras del flysh y Depresión media, con la misma frecuencia la intensidad de los eventos es menor.

Afluente del Cinca, el río Ésera drena una cuenca de 1.531 km² en la que se ubican las máximas alturas de la cordillera pirenaica. De muy activa geomorfología, destacan el modelado glaciar con gran desarrollo de depósitos morrénicos (Serrano y Martínez de Pisón, 1994), fenómenos kársticos, canales de aludes en la zona granítica de cabecera, canchales de pie de vertiente, conos de deyección, deslizamientos en materiales pizarrosos, etc. (Cadiñanos *et al.*, 2001). El trazado del Ésera sigue a grandes rasgos una disposición estructural. Apenas quedan retazos de depósitos fluviales antiguos, desmantelados por la acción glaciar. El cauce del Ésera presenta modelo anastomosado en los rellanos glaciares superiores, sectores encajados con saltos y cascadas al atravesar los granitos y algunos tramos trezados aguas abajo de Benasque muy alterados por las obras de defensa y extracciones de áridos (Del Valle *et al.*, 2007). Desde El Rún el Ésera se enfrenta a una sucesión de congostos (Ventamillo, Argoné, Santaliestra) con lecho rocoso y de tramos amplios de valle en los que desarrolla modelos recto-meandriiformes y meandriiformes de baja sinuosidad (González Amuchastegui *et al.*, 1998)

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos con los que se realizan los hidrogramas y el análisis de este evento de crecida se han obtenido del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE). También se ha recurrido al Anuario de Aforos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Del río Cinca se ha seleccionado una estación de aforo del tramo alto (Escalona) y otra del bajo Cinca (Fraga) para apreciar el desigual alcance de la crecida en ambos ámbitos de la cuenca. Del Ésera, dada la importancia que el episodio de crecida ha tenido en su cuenca, se han utilizado los datos de los tres aforos repartidos por su cauce (Eriste, Campo, Graus). Finalmente, también se han usado las dos estaciones de aforo existentes en el río Esca, una en su tramo alto (Isaba) y otra próxima a su desembocadura en el río Aragón, a través del embalse de Yesa (Sigües) (Fig. 2).

Figura 2. Localización de las estaciones de aforo (azul) y los observatorios meteorológicos de su entorno (amarillo).



Elaboración propia.

Para matizar la distribución espacio-temporal de la precipitación, se utilizaron datos a escala horaria para los días 18 y 19 de junio de 2013 de 122 observatorios automáticos, 33 de los cuales pertenecen a la red de AEMET, y 89 a la CHE. Los agregados diarios se extrajeron de un total de 204 estaciones automáticas y manuales, perteneciendo 91 de ellas a AEMET, 81 a la CHE, y 32 a la Oficina del Regante del Gobierno de Aragón (Fig. 2). El 98% de los observatorios utilizados para el presente trabajo se sitúan por debajo de los 2000 m.s.n.m., y muestran una gradación de incremento en altura de las precipitaciones medias y la inversa en temperaturas. Asimismo el gradiente longitudinal es de mayor humedad en el Oeste con la influencia Atlántica que va disminuyendo hacia la orla Mediterránea, justo a la inversa de las temperaturas, que aumentan de manera longitudinal (Cuadrat *et al*, 2012; García-Ruiz *et al*, 2000b).

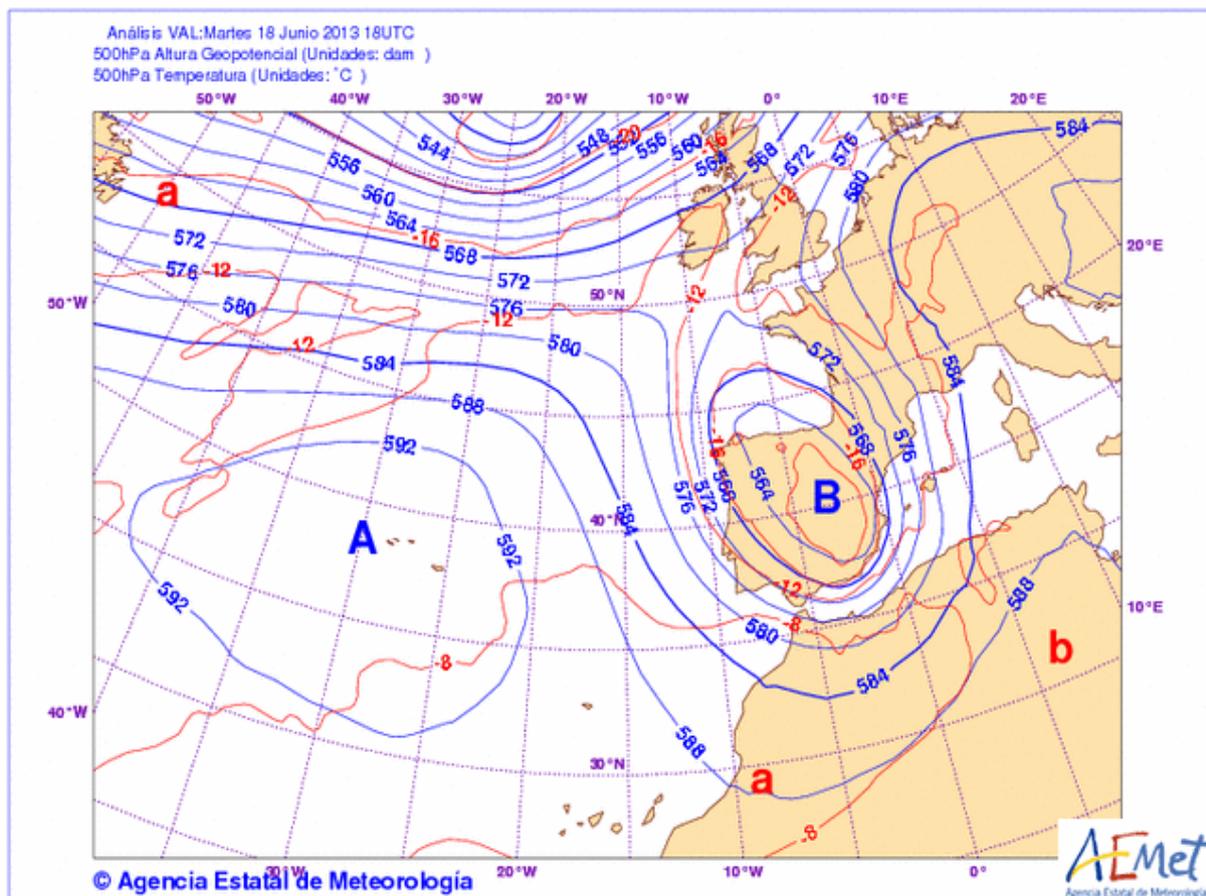
Los mapas sinópticos y las imágenes de satélite utilizadas para el análisis meteorológico se han obtenido de la Agencia Estatal de Meteorología.

4. GÉNESIS ATMOSFÉRICA Y VALORES REGISTRADOS

La situación sinóptica que dio lugar a las crecidas fluviales en la cuenca del Ésera y zona oriental de Aragón y Pirineo leridano, se configura el día 17 de junio de 2013 por el descenso desde latitudes superiores de una bolsa de aire frío en altura. Esta bolsa fría con reflejo de una baja presión de unos 1010mb, se desplaza desde el SW de Irlanda hasta la vertical de Portugal, con una trayectoria muy marcada de Norte a Sur (NNW-SSW).

Durante el día 17 y 18 de junio ese embolsamiento frío permanece al W de la Península avanzando lentamente hacia el este. El mapa del día 18 (Fig. 3) muestra la situación a nivel sinóptico reflejando la presencia de una bolsa fría a nivel de 500 hpa. prácticamente asilada de la corriente en chorro, es decir, se produce la formación de una Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) en la zona centro-oeste de la Península.

Figura 3. Mapa sinóptico en altura (500hPa) de presión y temperatura del 18 de junio a las 18UTC.

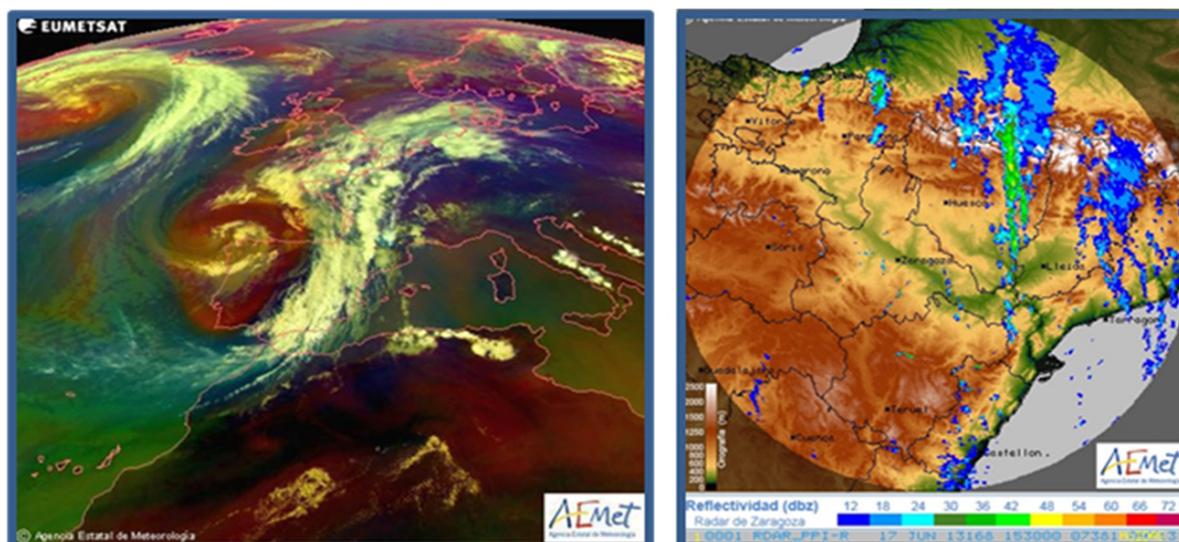


Fuente: AEMET.

Esta bolsa fría tiene en su centro una temperatura de unos $-22/-23^{\circ}\text{C}$ a la altura de 500hpa y abarca una superficie muy amplia. A 850 hpa se establece un marcado gradiente térmico entre el reflejo del centro de la DANA, con temperaturas de $3-4^{\circ}\text{C}$ y la parte delantera de la misma, en la zona este de la Península. Por ejemplo, en el Pirineo aragonés, a ese mismo nivel, se preveían temperaturas cercanas a los 20°C .

El pequeño reflejo en superficie que tiene esa DANA es suficiente para que se genere un flujo de vientos de levante y SE provenientes del mar Mediterráneo, lo que aporta una humedad extra a la situación, favoreciendo el desarrollo de sistemas convectivos que, fruto de lento avance de la bolsa fría, se convierten en sistemas muy estáticos.

Figura 4. Imagen de masas de aire de las 16:00h del día 17 de junio. Radar de esa misma hora.



Fuente: AEMET.

La imagen de satélite de masas de aire de las 16:00h del día 17 de junio de 2013 (Fig. 4) muestra la bolsa fría con centro sobre Galicia, ya muy descolgada de su tránsito habitual por latitudes más altas. Esta bolsa fría tiene nubosidad asociada en la parte delantera, la más inestable, con activas estructuras tormentosas embebidas. La imagen del radar en torno a las 17:30h, muestra una estructura tormentosa muy activa en forma de línea de turbonada, afectando al sector NE de la provincia de Huesca. Los pluviómetros de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) registran eventos puntuales de precipitación puntuales de más de 12 mm/h de intensidad.

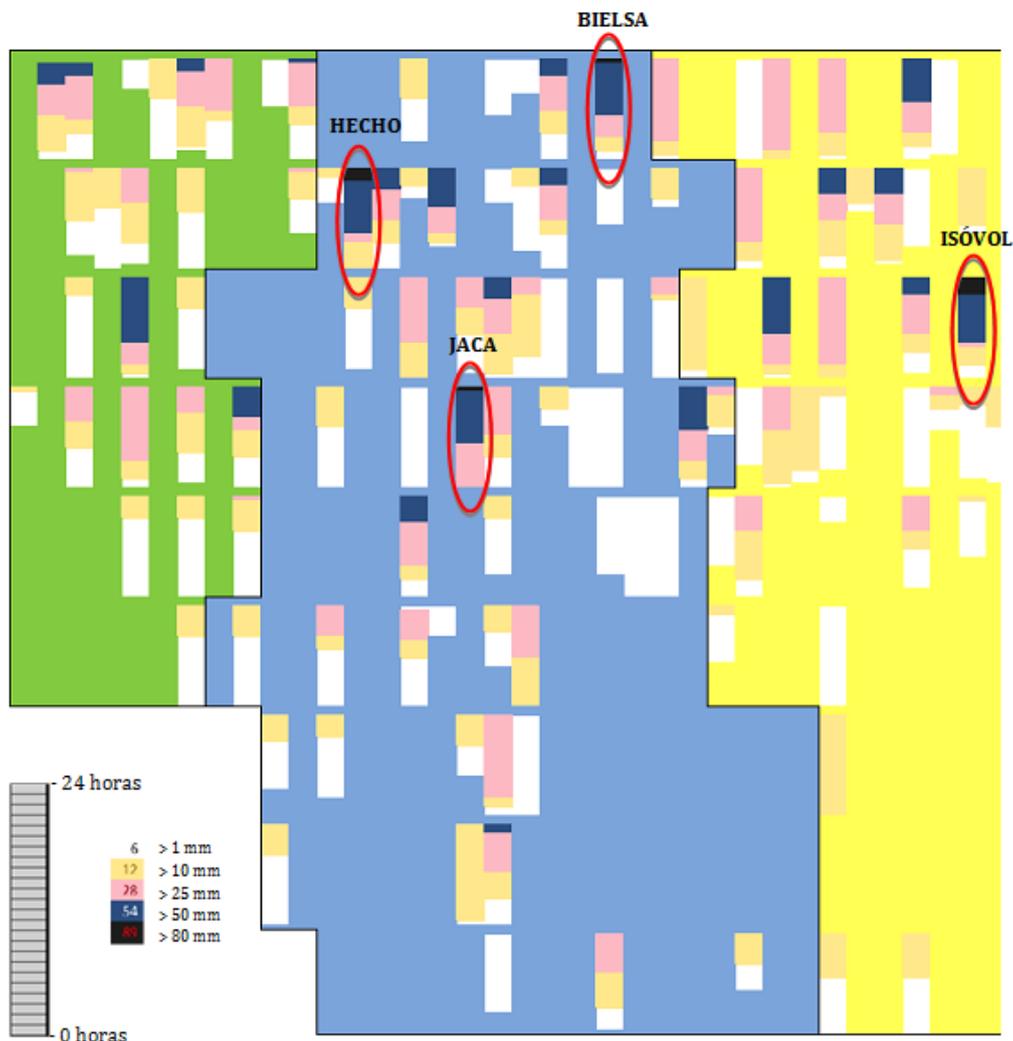
En el transcurso del día 18 la situación se muestra prácticamente estacionaria, con una activa estructura nubosa incidiendo de Sur a Norte sobre el Pirineo oriental aragonés y zonas vecinas como el valle de Arán. Al ya de por sí importante dinamismo de la situación, hay que unir el efecto de disparo orográfico que los Pirineos ejercieron sobre las precipitaciones. Las cantidades de lluvia son tanto más cuantiosas cuanto mayor es la altitud.

El evento de tormentas se da dentro de los límites espaciales y temporales habituales de la convección, siendo en el mes de junio más frecuentes en la orla oriental del Pirineo Aragonés, y entre las 12 y las 21 horas (Álvarez *et al.*, 2011). Durante el día 18 se produjeron las mayores precipitaciones, aunque la descarga que continuó el día 19 contribuyó a saturar todavía más el suelo con sus consecuencias hidrológicas y geomorfológicas. Los valores acumulados en dos días registran más de 150mm en la cabecera del Ésera y el Cinca, disminuyendo hacia el sur, siendo el patrón longitudinal menos claro.

La distribución espacio-temporal horaria de la lluvia del día 18 (Fig. 5) muestra una rápida acumulación especialmente en la orla occidental de la provincia de Lérida (Segre-Isóvol: $93.8\text{ mm}/24\text{h}$), que se va desplazando hacia el Oeste, obteniendo valores muy altos de acopio de lluvia en el margen occidental del Pirineo aragonés, especialmente en las localidades de Hecho ($85\text{ mm}/24\text{h}$) y Jaca ($85.8\text{ mm}/24\text{h}$).

Tras el veloz desarrollo de la situación durante el día 18, los observatorios pirenaicos continuaron registrando precipitación durante las 24 horas posteriores. Seis de ellos acumularon en los dos días más de 100 litros, siendo los más destacados el refugio de La Renclusa (2.140 m.s.n.m) con 256 mm , Belagua (1.382 m.s.n.m) con 157.8 mm , y el refugio de Estós (1.890 m.s.n.m) con 155 mm (Tabla 1).

Figura 5. Acumulación horaria del día 18. En fondo verde, azul, y amarillo las provincias de Navarra, Huesca, y Lérida respectivamente. Precipitación acumulada en blanco (más de 1 mm/h), amarillo (más de 10 mm/h), rosa (más de 25 mm/h), azul (más de 50 mm/h), y negro (más de 80 mm/h).



Elaboración propia.

Tabla 1. Las 20 estaciones que mayor precipitación registraron entre el 18 y 19 de junio.

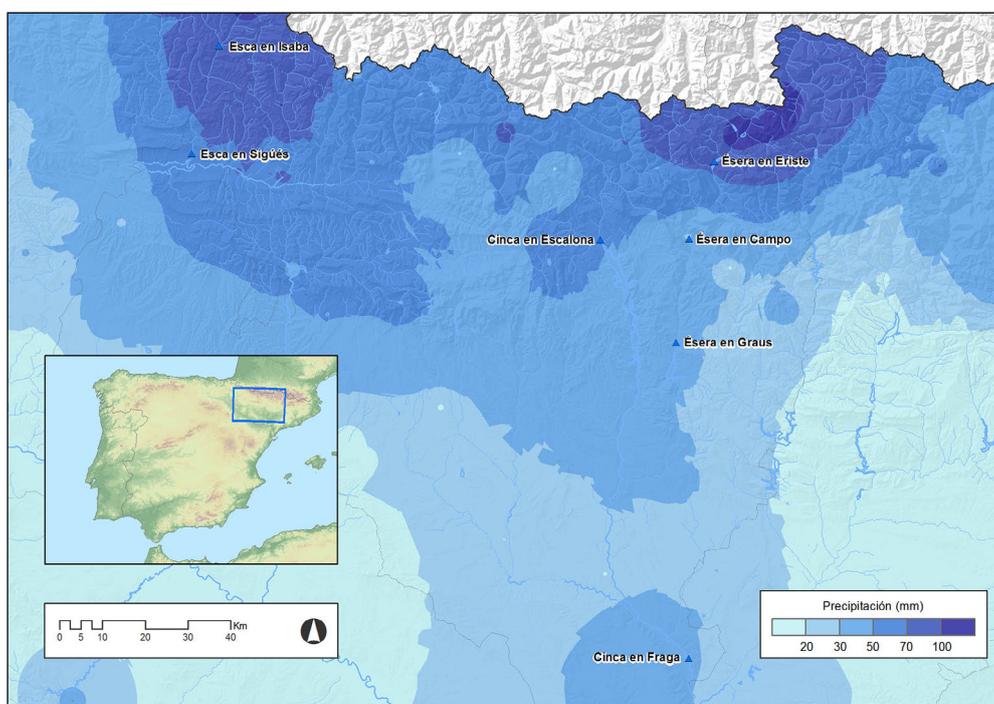
ID	Nombre	X	Y	Altitud	Precip. acumulada
8929	Ref. Renclusa	799197	4731771	2140	256
P080	Belagua	675759	4756989	1382	157.8
8928	Ref. Estos	790522	4725869	1890	155
P015	Hecho	684023.4	4733446	817.5	123
P026	El Cebollar	736068	4726758	1930	108.8
8925	Ref. Angel Orus	785431	4724014	2150	100
E031	Irabia	650319	4761009	830.9	99.6
A256	Segre-Isòvol	896514	4702594	1030.6	97.2
P108	Espot	837595	4719253	1959	88.4
9207.sema	Hecho	684122	4734459	860	87.8
9784Psema	Bielsa	764425	4724773	990	87.6
9201K.sema	Jaca	701310	4716971	823	87.4

R015	Hachueta	584423.9	4756284	1327.4	82.6
EM35	Ema-Bubal	719694	4731125	1189	82.4
A198	Vallfarrera-Alins	855348	4720604	1080	80
E044	Arguis	712036	4686954	977.4	78.6
A061	Javierregay	684393	4716479	630.5	76.4
A282	Aragón-Martes	673812	4717834	554	74.8
P016	Anso	678200	4735602	900	74.6
A145	Ésera-Eriste	784995	4720101	830	74.4

Fuente: AEMET, CHE.

La distribución de la precipitación acumulada (Fig. 6) muestra valores de más de 100 litros en la cabecera del Ésera, casi toda caída durante las primeras 24 horas. En el límite occidental del Pirineo aragonés también se muestran cifras de acumulación por encima de los 80 litros, especialmente en las zonas elevadas de la cabecera de los valles de Hecho y Ansó, así como en Belagua. La lluvia se extendió por toda la provincia de Huesca, disminuyendo de Norte a Sur y registrando valores desde los 72.1 mm de Torla, hasta los 35 mm de Huesca.

Figura 6. Mapa de distribución de la precipitación acumulada los días 18 y 19 de junio y estaciones de aforo más afectadas.



Elaboración propia.

Hay que señalar que ni las intensidades, exceptuando momentos puntuales en las zonas más elevadas, ni las cantidades recogidas pueden catalogarse como excepcionales. De hecho, en el episodio del mes de octubre de 2012 (Acín *et al.*, 2012), que ocasionó las avenidas fluviales del valle del Aragón, las precipitaciones en la parte alta del valle de Benasque fueron incluso superiores a las del actual evento, si bien en esas fechas el aporte de la fusión de nieve fue inexistente.

5. RESPUESTA HIDROLÓGICA

Tanto el desarrollo de la respuesta hidrológica del evento de los días 18 y 19, como la intensidad de los efectos, fueron muy similares a los sufridos en las crecidas de agosto de 1963 y noviembre de 1982.

Con la primera hubo desbordamientos importantes en Ésera, Isábena y Ribagorzana, en este último caso con 1.000 m³/s en Pont de Suert (Daumas, 1964). En Senet un alud de derrubios de un millón de

metros cúbicos (barranc de la Runada) obturó el cauce del río Ribagorzana (Bordonau, 1992). En Bono la crecida destruyó 9 casas y la iglesia románica, en Vilaller derribó el puente románico y en Pont de Suert el puente colgante y 7 casas. También sucumbieron los puentes de Serradúy en el Isábena y de Campo en el Ésera. Muchos daños también se registraron en Arties (vall d'Aran). En el valle de Benasque se inundó Anciles. Se registró también una importante crecida en el Vero, afectando a Barbastro, donde el nivel subió 5 metros, inundándose buena parte del casco urbano. En conjunto, hubo importantes daños en todas las centrales hidroeléctricas y numerosos tramos de carretera cortados, pero no hubo víctimas mortales.

Las precipitaciones de noviembre de 1982 generaron crecidas muy notables en todos los valles pirenaicos (García Ruiz *et al.*, 1983). En el Cinca el día 7 se registró en Escalona un caudal medio de 1.085 m³/s, llegando el pico de crecida al día siguiente a Fraga, donde se midió un caudal medio diario de 2.346 m³/s. La ciudad de Fraga, recién desarrollados sus barrios nuevos en el espacio inundable del Cinca, sufrió una extensa inundación, superándose los 1,8 m de altura del agua en algunas calles (Ollero, 2006). En Cataluña se produjeron 9 víctimas mortales y unos daños de unos 250 millones de euros (Olcina, 2006). Los efectos geomorfológicos de estas crecidas fueron analizados en Aragón por Martí y Puigdefábregas (1983) y en Cataluña por Clotet *et al.* (1989) y por Corominas y Alonso (1990).

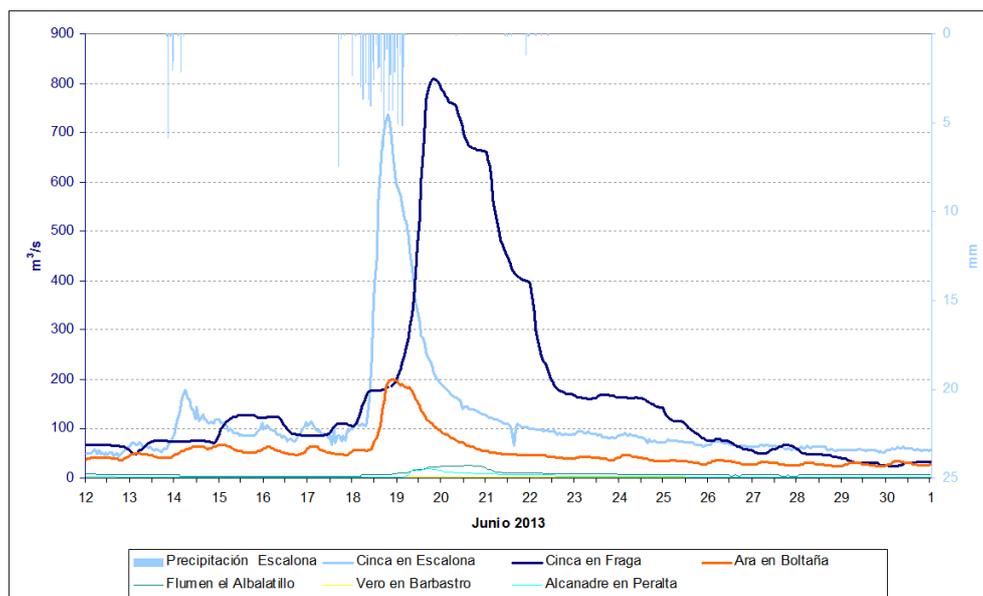
Durante el evento de los días 18 y 19 de junio de 2013, la respuesta hidrológica de las diferentes cuencas pirenaicas fue proporcional a la intensidad de las precipitaciones recibidas, sumándose a ellas una importante fusión nival. Esta respuesta se manifiesta en importantes episodios de crecida en la cuenca del Esca y en la cuenca alta del Cinca, incluyendo la de su afluente el río Ésera. Hacia el Este también el río Noguera Ribagorzana incrementó de forma considerable su caudal, aunque en menor proporción que los cursos fluviales mencionados.

Los datos, tanto de nivel y caudal como de precipitaciones, registrados y recopilados en diferentes estaciones de aforo incluidas en el Sistema Automático de Información Hidrológica del Ebro (SAIH – Ebro), permiten analizar, mediante la elaboración de los correspondientes hidrogramas, la magnitud, dinamismo y evolución de las crecidas en las mencionadas cuencas.

Los correspondientes a la **cuenca del Cinca**, incluido el río Ésera, evidencian que la mayor magnitud de la crecida queda restringida a su cabecera. Se aprecia que la diferencia entre los valores del pico de crecida en Escalona y Fraga es muy reducida, inferior a 100 m³/s, dato impensable si toda la cuenca hubiera sido afectada por precipitaciones intensas; además, se observa que sólo el río Ara, al margen del Ésera, efectuó una aportación de cierto calado a su río principal, el Cinca, en tanto que los caudales no se incrementaron significativamente en ríos como Flumen, Vero ó Alcanadre.

Respecto a la evolución de la crecida en el propio *Cinca* (Fig. 7), se aprecia cierto incremento de caudal, previo al evento de crecida analizado, entre los días 14 y 16 de junio, asociado a las precipitaciones

Figura 7. Hidrograma de crecida del río Cinca.



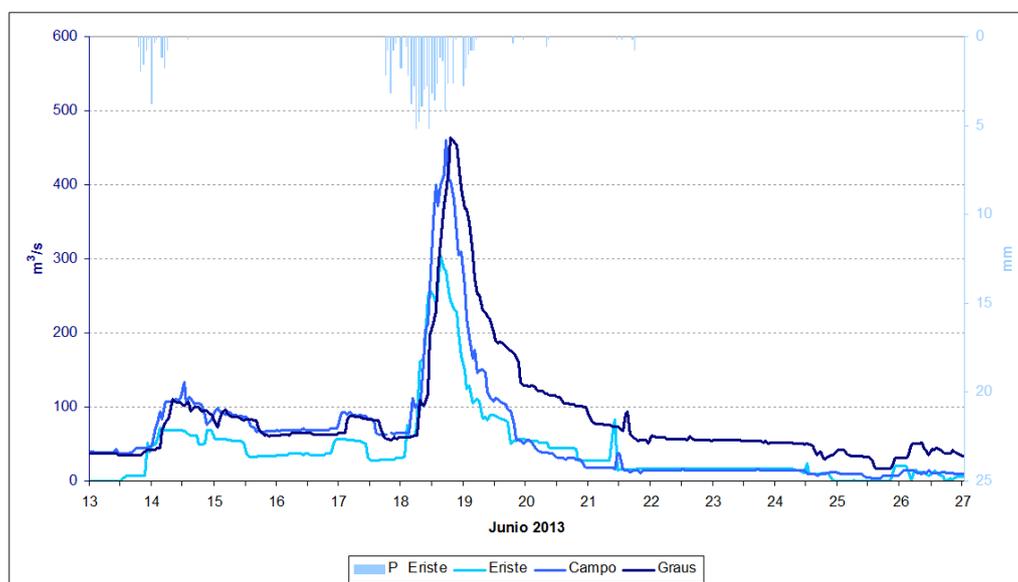
Fuente: CHE y elaboración propia.

del día 14. El incremento brusco del caudal del Cinca se produce durante el día 18 en Escalona, de forma muy rápida, alcanzándose un pico de crecida de 738 m³/s a las 19 h. Por su parte, la curva que refleja la evolución del caudal en la estación de aforo de Fraga empieza a dibujar un ascenso el mismo día 18, si bien se desarrolla básicamente durante el día 19 en el que se obtiene un pico de 810,72 m³/s. La curva de descenso es muy pronunciada en Escalona, donde casi se ha completado al finalizar el día 19 y más escalonada en Fraga, en buena medida debido a la gestión de los embalses de la cuenca durante el episodio de crecida, aunque también el caudal desciende rápido los días 20 y 21 de junio.

La magnitud de la crecida parece destacable en Escalona, ya que la cresta de la crecida multiplica en torno a 25 veces el módulo anual, aunque faltan datos históricos de máximas instantáneas que nos permitan ratificar hasta que punto. Por su parte, el pico de crecida alcanzado en Fraga queda muy por debajo de valores históricos, entre los que sobresalen los 2201 m³/s de octubre de 1965, los 2269,3 m³/s de enero de 1977 ó los 2442,5 m³/s de octubre de 1977; por encima de todos destacan los 4194,82 m³/s apuntados para noviembre de 1982, aunque el dato sigue pendiente de verificación. En la reducción de proporciones de la crecida en Fraga tiene mucho que ver el carácter muy concentrado en cabecera de las lluvias intensas, así como la retención de agua efectuada en los distintos embalses de la cuenca, especialmente en Mediano cuyo volumen de agua embalsada se incrementó en 21,8 Hm³ entre las 00 horas del día 18 y las 12 h. del día 19. En este lapso temporal el embalse retuvo de media más de 160 m³/s de caudal, superando la retención los 220 m³/s desde el día 18 a mediodía hasta las 06 h. del día 19.

Aunque también en la subcuenca del río *Ésera* las lluvias caídas durante el día 14 de junio habían producido cierta elevación del caudal circulante, son las que se inician hacia las 18 h. del día 17 las que originan el importante episodio de crecida (Fig. 8). Así, desde las primeras horas del día 18 el caudal circulante por el río *Ésera* aumenta con enorme rapidez, registrándose el pico de crecida en la tarde de esa misma jornada. Dicho pico se constata en las tres estaciones de aforo ubicadas en este río, Eriste (304,9 m³/s), Campo (460,7 m³/s) y Graus (464,57 m³/s), tardando dos horas en llegar de un aforo al siguiente. En lo que restaba del día 18 y el día 19 se completó la curva de descenso, dejando paso a una más prolongada curva de agotamiento. Precisamente, una de las características destacadas de la crecida fue su brevedad y rapidez de avance: podemos decir que está activa mientras dura el episodio de precipitaciones de los días 18 y 19 de junio.

Figura 8. Hidrograma de crecida del río *Ésera*.



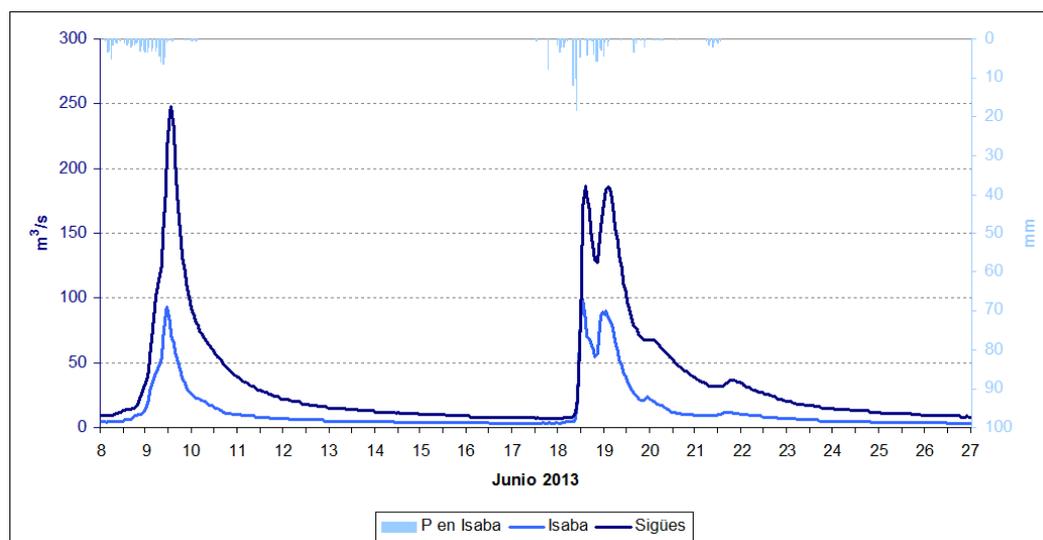
Fuente: CHE y elaboración propia.

Los registros históricos existentes sólo baten en una ocasión los alcanzados en Eriste (600 m³/s en agosto de 1963) y en Campo (772,52 m³/s en noviembre de 1977). Sin embargo, en Graus, donde la serie es continua desde 1949/1950, el valor del pico de esta crecida queda por debajo de los obtenidos en 7 ocasiones (995 m³/s en agosto de 1963, 720 m³/s en octubre de 1963...). También esto, aunque con la

limitación de que las series de las tres estaciones de aforo no abarcan periodos similares, parece ser reflejo de la concentración de las lluvias en el tramo de cabecera del Ésera.

Por su parte, el río *Esca* incrementó su caudal de forma considerable pero esencialmente muy rápida tras las lluvias caídas puntualmente en la tarde del día 17 de junio y, con mayor continuidad, desde el inicio del día 18. La curva de ascenso se completó en poco más de media jornada, alcanzándose un pico principal de 99,8 m³/s en Isaba y 186,95 m³/s en Sigües durante el mediodía del mismo día 18, con tan sólo una hora de diferencia. Tras un momentáneo descenso del caudal, se registró un pico secundario, aunque de muy parecido rango (90,5 m³/s en Isaba y 185,9 m³/s en Sigües), apenas iniciada la jornada del 19 de junio. Durante el resto del día 19 los caudales descendieron rápidamente, ralentizándose el proceso a partir del día siguiente (Fig. 9).

Figura 9. Hidrograma de crecida del río Esca.



Fuente: CHE y elaboración propia.

Esta fulgurante respuesta de los caudales ante las precipitaciones estuvo, sin duda, motivada por hallarse húmedos la vegetación y los suelos de la cuenca, debido a las lluvias caídas durante los días 8 y 9 de junio. Estas habían propiciado otro episodio de crecida del río Esca, de evolución muy rápida entre los días 8 y 10, con un pico sensiblemente superior a los ya consignados en el caso de Sigües (247,95 m³/s), alcanzado a las 13 h. del día 9 de junio.

En Isaba la serie de datos es corta, pero en Sigües los valores máximos alcanzados en las dos crecidas recogidas en el hidrograma quedan muy lejos tanto de los 400 m³/s superados en 1956 y 1984, como de los 500 ampliamente rebasados en 1937 y 1956.

6. DISCUSIÓN

A pesar de las importantes precipitaciones registradas por muchos de los observatorios del macizo pirenaico, este evento no fue de los mayores registrados históricamente, ni siquiera en el año hidrológico 2012-13 en curso, ya que en octubre de 2012 se registraron acumulados e intensidades superiores en muchas de las estaciones del Pirineo aragonés. En aquel evento otoñal la respuesta hidrológica fue mucho más significativa en las cuencas occidentales de Aragón y Gállego. Incluso en la cuenca del Cinca los cursos más afectados fueron el Ara y el Alcanadre y afluentes (Acín *et al.*, 2012), mientras el Ésera no pasó de una crecida ordinaria. Sin embargo, en el evento de junio de 2013 la entrada en escena de una importante parte de fusión nival, debida, por otro lado, a la abundante innivación del invierno y primavera previos y a la escasa acumulación de altas temperaturas en el primer semestre del año, produjo un incremento del caudal que consolidó una crecida de gran magnitud, principalmente en el río Ésera, que superó la capacidad del cauce menor en muchas localizaciones concretas, entre otras la población de Benasque y urbanizaciones aledañas.

La recurrencia de dos eventos de notable intensidad, a escala de todo el Pirineo aragonés, dentro del mismo año hidrológico actual (2012-2013) reabre la pregunta de si es posible y útil determinar la periodicidad de ocurrencia de estos fenómenos. La experiencia y la bibliografía marcan que solo en zonas con precipitaciones muy regulares y con amplios registros históricos (no es el caso de nuestro área de estudio), la estimación de periodos de retorno son relativamente fiables (Beguería y Lorente, 1999).

La cadena de consecuencias de un evento de precipitación mayor de lo habitual comienza con la precipitación, los procesos de vertiente, una acumulación de caudal en los cauces, unos procesos hidrogeomorfológicos en los mismos y en las áreas inundables y unos daños sobre el medio humano.

Los mayores efectos del evento se dieron especialmente el 18 de junio en el valle de Benasque (Tabla 2), donde las modificaciones en el cauce menor del Ésera se hicieron notables desde la cabecera, en los Llanos del Hospital, hasta el embalse de Linsoles pasando por la propia población de Benasque. Allí se produjeron importantes daños sobre las carreteras, sobre construcciones limítrofes con el cauce del río y sobre las propias defensas instaladas en los márgenes del cauce. Los daños en el valle de Arán fueron también muy destacables, con carreteras cortadas e interrupción del suministro de agua potable. En Francia las crecidas del 18 de junio también provocaron graves daños en infraestructuras y vías de comunicación, especialmente en Bigorre (Barèges y Lourdes), con dos víctimas mortales.

Tabla 2. Principales consecuencias y afecciones producidas por el evento hidrológico de junio de 2013 en el valle de Benasque.

Consecuencias en el medio natural	
Llanos del Hospital	erosión en márgenes
	sedimentación en amplias zonas del llano y zona del vado
	incisión
Llano de Turpí	erosión en márgenes
	sedimentación en amplias zonas del llano y zona del vado
	incisión
Tramo Turpí-Senarta	erosión en márgenes
	movimiento del cauce menor
Llano de Senarta	desbordamiento con aportes de material
	sedimentación en la cola del embalse de Paso Nuevo
Paso Nuevo-Central de Ruda	erosión de márgenes
	incisión
Central de Ruda-Benasque	erosión de márgenes
	zonas de sedimentación
	movilidad del lecho menor
	trazado de nuevos cauces menores
Benasque	erosión en márgenes y ampliación de curvas
	incisión
Benasque-Linsoles	cambios en trazado del cauce
	erosión de márgenes
	deposición de sedimentos en zona baja
Zona baja	movilidad del cauce menor
	erosión de márgenes, ampliación de curvas
	puntuales sedimentaciones
Afecciones a infraestructuras	
Llanos del Hospital	afecciones a puente del vado, puente del llano y senderos
Llano de Turpí	afecciones puntuales en puentes
Tramo Turpí-Senarta	afecciones en pista forestal, tramos desaparecidos
Llano de Senarta	puente de acceso sepultado
	pista dañada

Paso Nuevo-Central de Ruda	puente camping Aneto dañado
	puente Ruda sepultado
	escolleras arrastradas
Central de Ruda-Benasque	escolleras y gaviones arrastrados
	traída de aguas de Benasque destruida
	carretera A-136 destruida en varios puntos
	zona de picnic destruida
	senderos destruidos
Benasque	camino de huertos destrozado
	escolleras arrastradas
	partes del muro arrastradas
	socavamiento de puentes y defensas
	toma de agua alcantarillado destrozada
	puente "la palanca" destrozado
Benasque-Linsoles	camino ribereño destruido
	muros parcialmente destruidos
	escolleras destrozadas
	puente de Linsoles Alto inutilizado
	puente de Linsoles muy dañado
	puente Eriste casi cegado
	carretera inundada
Zona baja	afecciones puntuales en carretera (Arnaldet, Castejón, El Run, Ventamillo, Seira...)
	destrucción de escolleras y motas
	afecciones a gaviones en Villanova
	afecciones a pistas forestales cercanas al cauce
Afecciones urbanísticas	
Llano de Senarta	afecciones a caseta de recepción
Paso Nuevo-Central de Ruda	potabilizadora inutilizada
Central de Ruda-Benasque	afecciones al acceso al polígono industrial
Benasque	algunos edificios expuestos directamente al agua
	caseta de Cazadores destrozada
	afecciones a instalaciones de depuración de aguas residuales
	inundaciones en calle Mayor
Benasque-Linsoles	edificios expuestos directamente al flujo en La Granja y Linsoles
	pistas polideportivas de Peguera anegadas y dañadas
	urbanización Linsoles inundada
	edificios de Eriste inundados
Zona baja	zonas deportivas anegadas en Villanova y Castejón
	camping de Castejón de Sos destrozado
	afecciones en depuradora de Castejón de Sos

Elaboración propia.

Por tanto, las consecuencias de este evento han sido positivas en cuanto a la reactivación de procesos geomorfológicos fluviales, pero los daños en el medio humano han sido importantes, tanto en vías de comunicación como en usos urbanos. Este hecho pone de manifiesto un problema desarrollado e incrementado progresivamente a lo largo de las últimas décadas: la ocupación del espacio del río o territorio fluvial con usos no compatibles con la inundación y con los procesos naturales de erosión y cambio de trazado de los cauces. Las siguientes figuras muestran imágenes aéreas comparativas de 1956 y de 2009 del cauce del Ésera en Benasque (Fig. 10), Linsoles (Fig. 11) y Castejón de Sos (Fig. 12). En todas ellas es evidente la ocupación no solo de la llanura de inundación, sino incluso del propio cauce trezado de mediados del siglo XX.

Figura 10. Comparativa 1956-2009 en Benasque. El núcleo urbano de Benasque ha sufrido un importante crecimiento en las últimas décadas. Como consecuencia de ello se han desarrollado edificaciones muy cercanas al cauce que en el pasado evento se vieron afectadas debido al desmoronamiento de algunas defensas sobre las que, prácticamente, se asentaban. Junto a estas zonas residenciales han proliferado otras edificaciones y espacios de equipamientos dentro de zonas inundables, lo que ha conllevado elevados daños en los mismos pese a la presencia de costosos sistemas de defensa.



Fuente: Sistema de Información Territorial de Aragón (SITAR).

Figura 11. Comparativa 1956-2009 en la urbanización Linsoles. Ejemplo claro del proceso urbanizador, se ha desarrollado una importante zona residencial ocupando parte del cauce mayor del río. Además, esta urbanización se encuentra en el flanco sur del importante cono de deyección del Remáscar. La zona sufrió inundaciones en la crecida, además de quedar edificios directamente expuestos a la corriente. La comparativa muestra cómo desde 1956 la regulación de caudales y las presiones por usos antrópicos han conllevado la simplificación del cauce y la reducción de su espacio.



Fuente: SITAR.

Figura 12. Comparativa 1956-2009 en Castejón de Sos. Poco antes de que el río Ésera se confine en el Congosto de Ventamillo éste circula dejando en su margen derecha la zona de camping y equipamientos deportivos de Castejón de Sos. Esta zona, como se aprecia en las fotos, se asienta sobre el antiguo cauce del Ésera, de nuevo reduciendo su espacio de movilidad y, como se ha demostrado, pese a los importantes y costosos sistemas de motas y escolleras que se crearon entre la zona de acampada y el río, suponiendo un evidente riesgo para los usuarios de esos equipamientos.



Fuente: SITAR.

Ante esta situación, era previsible y hay que calificar de esperable que el río Ésera volviera a ocupar su cauce en una crecida extraordinaria como la acontecida en junio de 2013, e incluso que iniciara procesos erosivos intensos en las márgenes. Muchas defensas existentes, la mayoría de ellas adosadas de forma directa al cauce menor, han sido destruidas o superadas con facilidad, demostrando su nula utilidad frente a eventos de alta intensidad hidrológica.

Figura 13. Comparativa de las actuaciones llevadas a cabo 4 meses después del evento (arriba) y la situación natural inmediatamente posterior a la crecida. Aguas abajo de Benasque.



Foto: Daniel Mora.

Otro aspecto interesante en el debate científico-técnico es el tratamiento post-crecida. Desde ámbitos científicos y ambientalistas (Colegio de Geógrafos y Centro Ibérico de Restauración Fluvial, por ejemplo)

se ha abogado por respetar el trabajo del río durante la avenida, un trabajo de redimensionamiento y autorregulación del cauce para la correcta evacuación de la crecida, considerando que habría que adaptar los usos humanos ante las nuevas condiciones hidrogeomorfológicas. Sin embargo, desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la Confederación Hidrográfica del Ebro, se han ejecutado rápidas obras de emergencia tratando de reconducir el cauce del río Ésera dentro de una sucesión de encauzamientos realizados sin proyecto y sin control ambiental. Para ello se han invertido 4 millones de euros, a sumar a los ejecutados por la demarcación de carreteras, que igualmente ha realizado obras en el cauce para estabilizar márgenes y realizar nuevas rotondas, o por el Instituto Aragonés del Agua, relacionadas con las conducciones que componen la traída de aguas a Benasque. Desde el ámbito científico y ambiental han sido muy criticadas estas medidas, que están suponiendo un deterioro sin precedentes del cauce, declarado Lugar de Importancia Comunitaria, destruyendo totalmente la naturalidad fluvial, las morfologías de lecho y márgenes y los depósitos sedimentarios recuperados con el evento de crecida (Fig. 13). Con estas actuaciones, contrarias a los principios de las directivas europeas del Agua (2000/60/CE), de Inundaciones (2007/60/CE) y de Impacto Ambiental (2011/92/CE), es muy cuestionable que se reduzca la peligrosidad, mientras se incrementa la falsa sensación de seguridad en la población y se pueden fomentar nuevas actuaciones urbanísticas en áreas de alto riesgo.

Estas formas de actuación post-crecida y el debate correspondiente ya tuvieron lugar en términos similares tras los eventos de octubre de 2012 (Acín *et al.*, 2012) y en otros casos anteriores. La repercusión social y en los medios de comunicación de estos problemas de gestión de situaciones de riesgo es importante, pero existe un vacío científico al respecto, aunque existen aportaciones recientes desde la Geografía (Olcina, 2008, 2009; Gonzalo *et al.*, 2010; Sánchez Fabre y Ollero, 2010; Vinet, 2010).

7. CONCLUSIONES

El estudio de la situación sinóptica, así como de las intensidades de precipitación recibidas en los observatorios meteorológicos, y de los caudales de los ríos afectados, muestran que el evento de precipitación producido entre los días 18 y 19 de junio de 2013 y sus consecuencias hidrológicas, no fueron de carácter extremo en comparación a otros eventos históricos de similares características. Sin embargo, la configuración actual del territorio provocó mayores afecciones especialmente sobre el Valle de Benasque.

Las claves de la importancia del evento y su incidencia sobre el medio natural y humano pueden resumirse en las siguientes:

- Se forma una Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) en la zona centro-oeste de la península que, junto a vientos de levante cargados de humedad, favorece la formación de sistemas convectivos de gran intensidad.
- Las precipitaciones registradas superan los 150 l/m² en las cabeceras del Ésera y el Esca especialmente, cuyas rápidas respuestas hidrológicas se incrementan debido al aporte extra de la fusión nival. La cuenca del Cinca también experimenta un gran incremento aunque más lento que las demás.
- Las crecidas sólo alcanzan una magnitud destacada en los tramos altos de las cuencas (cabecera del Cinca, cuenca del Ésera, cabecera del Esca), donde las precipitaciones fueron más intensas.
- Las consecuencias de las avenidas han reactivado procesos geomorfológicos fluviales, reocupando antiguos llanos de inundación, aunque la intensa ocupación territorial de los últimos 50 años en el Valle de Benasque ha producido que la exposición al riesgo sea mucho mayor como consecuencia del escasamente controlado y desordenado crecimiento urbanístico.
- Se trata de una crecida hidrológica cuyas consecuencias habrían podido ser evitadas, ya que la intensidad del evento no era impredecible, los indicios geomorfológicos del entorno eran claros, y la exposición al riesgo excesivamente alto.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

ACÍN, V., BALLARÍN, D., BRUFAO, P., DOMENECH, S., ESPEJO, F., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., GRANADO, D., IBISATE, A., MARCÉN, C., MORA, D., NADAL, E., OLLERO, A., SÁNCHEZ FABRE, M., SAZ, M.A., SERRANO-NOTIVOLI, R. (2012): “Sobre las precipitaciones de octubre de 2012 en el Pirineo aragonés, su respuesta hidrológica y la gestión de riesgos”, en *Geographicalia*, nº 61, pp. 101-108.

- ÁLVAREZ, E., ESPEJO, F., CORTÉS, F.J., LAFRAGÜETA, C., SERRANO-NOTIVOLI, R. (2011): *Caracterización sinóptica de los procesos convectivos en el interior del Nordeste peninsular*. Agencia Estatal de Meteorología. NIPO: 784-11-008-8.
- ANTOINE, J.M., DESAILLY, B., GAZELLE, F. (2001): “Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes”, en *Annales de Géographie*, nº 662, pp. 597-623.
- BEGUERÍA, S., LORENTE, A. (1999): “Distribución espacial del riesgo de precipitaciones extremas en el Pirineo aragonés occidental”, en *Geographicalia*, nº 37, pp. 17-36.
- BORDONAU, J. (1992): *Els complexos glàcio-lacustres relacionats amb el darrer cicle glacial als Pirineus*. Geoforma Ediciones, 251 p., Logroño.
- CADIÑANOS, J.A., GONZÁLEZ AMUCHASTEGUI, M.J., MEAZA, G., OLLERO, A., ORMAETXEA, O. (2001): “Medios dinámicos en la cabecera del río Ésera (Pirineo Central)”, en *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, nº 52, pp. 137-163.
- CLOTET, N., GARCÍA RUIZ, J.M., GALLART, F. (1989): “High magnitude geomorphic work in Pyrenees range: unusual rainfall event, november 1982”, en *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, nº XXIII, pp. 69-91.
- COROMINAS, J., ALONSO, E.E. (1990): “Geomorphological effects of extreme floods (November 1982) in the southern Pyrenees”, en *Hydrology in mountainous regions. II. Artificial reservoirs: water and slopes. Proceedings of two Lausanne Symposia*. IAHS Publ. 194, pp. 295-302.
- CUADRAT, J.M., SERRANO-NOTIVOLI, R., SAZ, M.A., MARÍN, J.M. (2012): “Patrones temporales y espaciales de la precipitación en Aragón desde 1950”. *Geographicalia*, nº 59, pp. 85-94.
- Daumas, M. (1964): Les crues du 3 Août 1963 dans les hautes vallées aragónaises et catalanes. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 35: 305-310.
- DEL VALLE, J.; OLLERO, A., SÁNCHEZ FABRE, M. (2007): *Atlas de los ríos de Aragón*. Prames, 479 p., Zaragoza.
- GARCÍA RUIZ, J.M., PUIGDEFÁBREGAS, J., MARTÍN-RANZ, M.C. (1983): “Diferencias espaciales en la respuesta hidrológica a las precipitaciones torrenciales de noviembre de 1982 en el Pirineo Central”, en *Estudios Geográficos*, nº 170-171, pp. 291-316.
- GARCÍA RUIZ, J.M., ARNÁEZ, J., WHITE, S., BORDONABA, A.P. (1998): “Predicción de eventos extremos en áreas de montaña. El ejemplo del Pirineo Central”, en GÓMEZ ORTIZ, A., SALVADOR, F. (Eds.): *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*, pp. 623-630, Sociedad Española de Geomorfología, Barcelona.
- GARCÍA-RUIZ, J.M., BEGUERÍA, S., LORENTE, A. (2000a): “Eventos hidrológicos de baja frecuencia en el Pirineo central español y sus efectos geomorfológicos”, en *Serie Geográfica*, nº 9, pp. 163-176.
- GARCÍA-RUIZ, J.M., ARNÁEZ, J., WHITE, S.M., LORENTE, A., BEGUERÍA, S. (2000b): “Uncertainty assessment in the prediction of extreme rainfall events: an example from the central Spanish Pyrenees”, en *Hydrological Processes*, nº 14, pp. 887-898.
- GONZÁLEZ AMUCHASTEGUI, M.J., MEAZA, G., OLLERO, A., ORMAETXEA, O. (1998): “Caracterización de la dinámica del Ésera alto y medio (Pirineo Aragonés). Primeros resultados”, en GÓMEZ ORTIZ, A., SALVADOR, F. (Eds.): *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*, pp. 193-202, Sociedad Española de Geomorfología, Barcelona.
- GONZALO, L.E.; OLLERO, A.; IBISATE, A., BALLARÍN, D. (2010): “Impacto geomorfológico de actuaciones en cauces fluviales de La Rioja”, en *Zubia*, nº 28, pp. 7-30.
- LÓPEZ-MORENO, J.I., BEGUERÍA, S., GARCÍA-RUIZ, J.M. (2006): “Trends in high flows in the central Spanish Pyrenees: response to climatic factors or to land-use change?”, en *Hydrological Sciences Journal*, nº 51:6, pp. 1039-1050
- MARTÍ BONO, C., PUIGDEFÁBREGAS, T. (1983): “Consecuencias geomorfológicas de las lluvias de noviembre de 1982 en las cabeceras de algunos valles pirenaicos”, *Estudios Geográficos*, nº 170-171, pp. 275-289.
- OLCINA, J. (2006): “Reducción del riesgo de inundaciones en el litoral mediterráneo español. El papel de la ordenación del territorio”, en CHASTAGNARET, G., GIL OLCINA, A. (Dirs.): *Riesgo de inundaciones en el Mediterráneo occidental*, pp. 157-214, Casa de Velázquez y Universidad de Alicante.
- OLCINA, J. (2008): “Cambios en la consideración territorial, conceptual y de método de los riesgos naturales”, en *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XII, nº 270(24). <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-24.htm>

- OLCINA, J. (2009): “Cambio climático y riesgos climáticos en España”, en *Investigaciones Geográficas*, nº 49, pp. 197-220.
- OLLERO, A. (2006): “Inundaciones y ordenación del territorio fluvial en la cuenca del Ebro”, en CHASTAGNARET, G., GIL OLCINA, A. (Dir.): *Riesgo de inundaciones en el Mediterráneo occidental*, pp. 239-272, Casa de Velázquez y Universidad de Alicante.
- PLANA, J.A. (1984): “Estudio de las crecidas fluviales en el Pirineo occidental catalán, vertiente mediterránea, en el período 1935-1982”, en *Notes de Geografía Física*, nº 12, pp. 35-50.
- RICO, M., BENITO, G., BARNOLAS, A. (2001): “Combined palaeoflood and rainfall-runoff assessment of mountain floods (Spanish Pyrenees)”, en *Journal of Hydrology*, nº 245, pp. 59-72.
- SÁNCHEZ FABRE, M., OLLERO, A. (2010): “Agua y medio ambiente en España: diagnóstico y perspectivas de algunas líneas de acción”, en *Investigaciones Geográficas*, nº51, pp. 53-79.
- SERRANO, E., MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994): “Geomorfología y evolución glaciaria en el Pirineo Aragonés oriental”, en MARTÍ BONO, C., GARCÍA RUIZ, J.M. (Eds.): *El glaciario surpirenaico: nuevas aportaciones*. Geofoma, Logroño, pp. 33-64.
- SERRANO-MUELA, M.P., NADAL-ROMERO, E., LANA-RENAULT, N., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., LÓPEZ-MORENO, J.I., BEGUERÍA, S., SANJUÁN, Y., GARCÍA-RUIZ, J.M. (2013): “An exceptional event in the central western Pyrenees: spatial patterns in discharge and impact”, en *Land Degradation & Development*. Article in press.
- STARON, G. (1993): “Chronologie des catastrophes pluvieuses dans le sud de la France”, en *Revue de Géographie de Lyon*, nº 68(2-3), pp. 91-100.
- TRAPERO, L., BECH, J., LORENTE, J. (2013): “Numerical modelling of heavy precipitation events over Eastern Pyrenees: Analysis of orographic effects”, en *Atmospheric Research*, nº 123, pp. 368-383.
- VICENTE-SERRANO, S.M., LÓPEZ-MORENO, J.I., BEGUERÍA, S. (2007): “La precipitación en el Pirineo español: diversidad espacial en las tendencias y escenarios futuros”, en *Pirineos*, nº 162, pp. 43-69.
- VINET, F. (2010): *Le risque inondation. Diagnostic et gestion*. Tec & Doc Lavoisier, Paris.

LA DEGRADACIÓN DE DUNAS LITORALES EN ANDALUCÍA: APROXIMACIÓN GEOHISTÓRICA Y MULTIESCALAR

José Gómez Zotano

Instituto de Desarrollo Regional. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física
Universidad de Granada

RESUMEN

Desde mediados del siglo pasado, las costas de la comunidad autónoma de Andalucía han conocido un acelerado proceso de urbanización que, como factor social de primer orden, ha provocado –y provoca en la actualidad– una degradación ambiental y paisajística generalizada, especialmente acusada en los ecosistemas dunares. Los sistemas playa-duna, frágiles y cambiantes por naturaleza, pese a constituir un patrimonio natural estratégico, de alto valor eco-cultural y socioeconómico, han sufrido un fuerte retroceso que no ha sido cuantificado ni georreferenciado. Con objeto de conocer la magnitud de dichos cambios, se presenta un análisis multiescalar y geohistórico fundamentado en la fotointerpretación y la cartografía: en primer lugar se identifican, a escala regional, los espacios dunares que han sufrido una regresión superficial, y se evidencia que Andalucía ha dilapidado 1/3 de los arenales costeros en seis décadas. En segundo lugar se analiza, a escala local, un caso de dunas amenazadas, paradigmático y extensible al resto del territorio.

Palabras clave: sistema playa-duna, litoral, urbanización, evolución del paisaje, Andalucía.

ABSTRACT

Coastal dune degradation in Andalusia: a spatiotemporal and multiscale approach

Since the middle of the last century the coasts of Andalusia have undergone a process of rapid urbanization as a major social factor, which has caused –and is now causing– environmental and landscape degradation that has been especially prevalent in dune ecosystems. Coastal dunes, fragile by nature, in spite of representing a strategic natural heritage, as well as having high eco-cultural and socioeconomic value, have suffered serious damage that has not been quantified or georeferenced up to the present time. In order to ascertain the magnitude of these changes, this study presents a geohistorical and multiscale analysis, based on photo interpretation and mapping: first identified, at regional level, sand dunes that have been lost surface area, and evidence that Andalusia has lost 1/3 of foredune systems over the last six decades. Secondly, analyzed a local case of a threatened dune, which is paradigmatic and may be extended to the rest of the Spanish coastline.

Key words: Foredunes system, coast, construction activities, landscape evolution, Andalusia.

1. INTRODUCCIÓN

Los espacios litorales del sur de Europa han experimentado en los últimos 60 años un continuado proceso de ocupación intensiva derivado, fundamentalmente, de dos tipos de actividades económicas, aparentemente antagónicas: el turismo y la agricultura. En relación directa con la primera destaca la urbanización del suelo, la más categórica e irreversible de las transformaciones producidas por el ser humano. Ésta ha conocido un proceso de litoralización sin precedentes que, de acuerdo con Brown y McLachlan (1990), Rust y Illenberg (1996), McKinney (2006) y Sanjaume y Pardo-Pascual (2011), ha dado lugar a la interrupción de los mecanismos naturales de formación y defensa de los frágiles y dinámicos sistemas litorales, y a la mutación imprevista de los paisajes costeros.

Contacto: jgzotano@ugr.es

Especialmente problemática ha sido la urbanización de los sistemas playa-duna; aquí tienen lugar complejas relaciones e intercambios de los que resulta un delicado equilibrio natural, muy vulnerable a las alteraciones externas, a las que cabe sumar el uso y regeneración de playas turísticas, la construcción de puertos o la invasión de especies exóticas. Desde Portugal a Turquía, la transformación generalizada de las dunas litorales se explica por su secular consideración como espacios marginales e improductivos, siendo puntual, y relativamente reciente, la gestión integrada de las mismas (Van der Meulen y Salman, 1996; Brown y McLachlan, 2002; Martínez *et al.*, 2008). En cualquier caso, el retroceso experimentado por los sistemas playa-duna de Europa meridional no ha sido aún cuantificado ni georreferenciado.

España no se encuentra al margen de este problema. A escala regional, la comunidad autónoma de Andalucía constituye un buen ejemplo del proceso urbanizador de dunas litorales que no ha sido analizado conjuntamente desde la perspectiva espacio-temporal. Además, es un territorio particularmente geo y biodiverso, donde se han implementado ambiciosas iniciativas para la normalización y difusión de la información, así como para la gobernanza de los espacios costeros. En primer lugar, el litoral andaluz alberga sobresalientes sistemas playa-duna, tanto por su extensión superficial, como por su valor ambiental y paisajístico. Si bien estos arenales suelen ser asociados con fijeza al litoral atlántico, cabe recordar que en la costa mediterránea también se desarrollan importantes campos de dunas litorales.

En segundo lugar, Andalucía ha realizado amplios esfuerzos por generar información detallada del ámbito litoral con la puesta en marcha del Subsistema de Información del Litoral y Medio Marino o del Sistema Compartido de Información de Paisaje de Andalucía (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/>).

En tercer lugar, la comunidad autónoma cuenta con una vasta serie de instrumentos de planificación que afectan al litoral: los Planes Especiales de Protección del Medio Físico, las Directrices Regionales del Litoral y el Informe al respecto del Defensor del Pueblo Andaluz; el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), los Planes Subregionales costeros y el planeamiento general municipal; la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de Zonas Costeras, meramente indicativa, y el Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía, en trámite; y la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA; Parque Nacional de Doñana, Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar, Parajes Naturales de Enebrales de Punta Umbría y Punta Entinas-Sabinar, Parques Periurbanos de las Dunas de San Antón y La Barrosa, Monumentos Naturales de los Acanilados del Asperillo, Duna de Bolonia y Dunas de Artola o Cabopino).

A pesar de los importantes logros conseguidos, el ejercicio continuado de la actividad urbanizadora en los últimos 60 años, y la ausencia de un deslinde del dominio público marítimo-terrestre actualizado, completo y fiable (Torres Alfósea, 2009; Garrido y López, 2010), ha desatado un proceso de ocupación de la costa andaluza, unas veces estacional y otras –las más– permanente, que ha supuesto la introducción de nuevos factores interactuantes con los sistemas playa-duna. Estos factores, en la mayoría de los casos, han operado negativamente sobre el equilibrio general de los arenales, produciendo o induciendo degradaciones irreversibles e indeseables en aquellos municipios más turísticos (EEA, 2006). A la alteración de los procesos naturales, se suma la regulación de cuencas hidrográficas y la obstrucción de los sedimentos circulantes, consecuencia de la construcción de numerosas infraestructuras hidráulicas (206 presas y embalses) y portuarias (52 puertos) (Junta de Andalucía 2008, 2013).

Actualmente, desde la desembocadura del río Guadiana (frontera con Portugal) a la Cala Cerrada (límite con Murcia), los gestores del territorio andaluz, sabedores de que en una economía basada en el sector terciario la pérdida de litoral supone la merma de capacidad turística, aprueban, en determinados tramos, la urbanización de valiosos ecosistemas dunares (Greenpeace, 2010). Sobresalen aquellos casos que han generado una mayor alarma social y demandan una atención urgente, como Valdevaqueros en Tarifa (provincia de Cádiz) o el Saladillo-Matas Verdes en Estepona (provincia de Málaga).

A tenor de la problemática expuesta, los objetivos de la presente investigación consisten en conocer, a escala regional, la superficie de los sistemas playa-dunas andaluces y la magnitud de los cambios que el urbanismo expansivo, como principal factor de degradación ambiental, ha generado en ellos. De igual modo, pretende comprender la dinámica temporal, tanto de la configuración, como de los procesos que afectan al paisaje litoral pasado y actual, centrándose en el estudio de un caso particular a escala local (complejo dunar Saladillo-Matas Verdes).

2. METODOLOGÍA

2.1. Proceso metodológico

La metodología utilizada para la consecución de los objetivos planteados se basa en la comparación de imágenes aéreas y mapas temáticos, lo que permite llevar a cabo, con apoyo de los SIG (Arc Gis 10), un análisis geohistórico y georreferenciado de los territorios citados, desde mediados del siglo XX hasta la actualidad. En una primera fase se ha realizado un análisis multitemporal a escala regional (litoral de Andalucía) contrastando la información superficial correspondiente a la categoría “Playas, dunas y arenales” contenida en los “Mapas de usos y coberturas vegetales de los años 1956 y 2007” a escala 1:25.000 de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Considerando la dificultad para obtener resultados cartográficos visibles del conjunto del litoral andaluz, y las limitaciones de la fuente de partida (no desagrega la información relativa a las dunas y presenta errores de fotointerpretación de los arenales litorales de las provincias de Granada y Almería especialmente), se ha optado por representar estadísticamente los cambios operados entre los dos cortes temporales contemplados. Las transformaciones generadas por la dinámica litoral en el perfil costero de Andalucía, considerables en las provincias de Huelva o Almería entre las fechas contempladas, impiden el contraste de la información de partida con el “Mapa de unidades fisiográficas del litoral de Andalucía” (Junta de Andalucía, 2010), más reciente, y contenedor de información detallada sobre tres categorías de interés: formaciones dunares, formaciones sedimentarias litorales (flechas, tómbolos, etc.) y mantos eólicos.

En una segunda fase se ha procedido al análisis multianual más detallado (litoral del Saladillo-Matas Verdes). A escala local (1:10.000), la secuencia temporal considerada comprende los siguientes años y fuentes: 1956 (vuelo americano), 1977 (Ministerio de Agricultura), 1994 y 2007 (Junta de Andalucía). Las imágenes han sido fotointerpretadas con criterios ecológicos/fisiográficos para discriminar los arenales costeros. También se ha levantado la información relativa al suelo urbanizado en cada uno de los cortes temporales. Con la información obtenida se han elaborado cuatro mapas representados a escala 1:25.000 que permiten la visualización del comportamiento espacial de los sistemas playa-duna. Además, en 2007 se ha realizado un vuelo aéreo para la toma de fotografías oblicuas y actualizadas del litoral que permiten su contrastación con otras efectuadas durante las décadas de los 60 y 70 del siglo XX por la empresa “Paisajes Españoles”.

Para la explicación de los resultados cartográficos se han considerado el planeamiento y la legislación urbanística que, en cada periodo temporal analizado, ha afectado al ámbito de estudio a distintas escalas espaciales. La recopilación y revisión bibliográfica ha completado ambas fases del método.

2.2. Ámbito de estudio

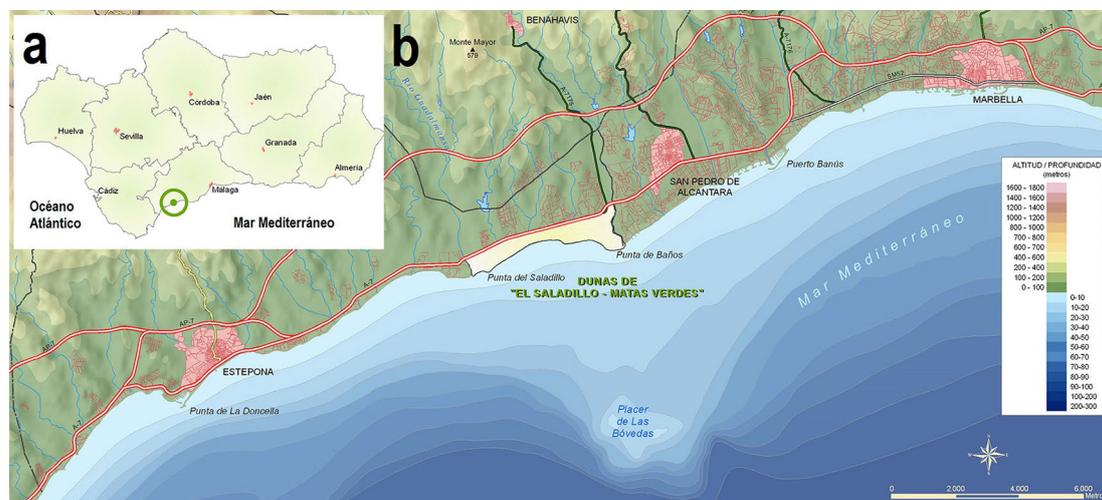
A escala regional, el ámbito de estudio está constituido por el litoral de Andalucía (figura 1a). Con 1.101 km de longitud, se reparte entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo, acogiendo una extraordinaria variedad de sistemas costeros y marinos: dunas litorales, playas, praderas de fanerógamas marinas, estuarios, deltas, acantilados, etc. Todos estos espacios naturales son de vital importancia para la supervivencia de las costas, siendo los sistemas playa-dunas las formaciones naturales que mejor representan el dinamismo y fragilidad de este tipo de medios, tanto a un lado, como al otro del Estrecho de Gibraltar. En ellos se da una fuerte interrelación entre arena, viento y vegetación, ejerciendo una reconocida función de protección y conservación de los frentes costeros. De igual modo, albergan una gran riqueza biológica, al tiempo que representan un atractivo paisajístico para las demandadas zonas costeras andaluzas, constituyendo el principal activo medioambiental sobre el que se basa el sector turístico de la comunidad autónoma.

En la costa atlántica, baja y arenosa, se extienden extensos arenales litorales como Doñana, Bolonia o Valdevaqueros. En la accidentada costa mediterránea, en cambio, los arenales son más modestos, aunque no por ello menos valiosos ambientalmente, pues reflejan una interesante gradación pluviométrica en sentido W-E (Matas Verdes, Artola, Guadalfeo, Punta Entinas-Sabinar, Mónsul) que tiene un fiel reflejo en la explotación biológica de las arenas y la conformación de los ecosistemas subsiguientes.

En cualquier caso, el elevado valor geo-estratégico y la riqueza ecológica y patrimonial de las costas andaluzas ha provocado un progresivo aumento de los conflictos de usos en un territorio frágil, relativamente pequeño e inevitablemente limitado, que se ha saldado con la desaparición y alteración

de kilómetros de arenales litorales; una política de hechos consumados en la que generalmente no se ha considerado la participación ciudadana.

Figura 1. Ámbitos de estudio; a, Andalucía; b, complejo dunar Saladillo-Matas Verdes



Fuente: Instituto de Cartografía de Andalucía. Elaboración propia

A escala local, el ámbito de estudio contemplado se sitúa en el litoral mediterráneo andaluz. Se trata de un complejo dunar denominado Saladillo-Matas Verdes, perteneciente al municipio malagueño de Estepona. Este arenal, poco conocido, se desarrolla a lo largo de un borde costero de 6 km de longitud que comprende las playas de Guadalmanza, El Saladillo y Casasola, entre las desembocaduras de los ríos Guadalmanza al Oeste y Guadalmina (Punta de Baños) al Este. Al Norte, el ámbito de estudio queda delimitado por la A-7 (antigua N-340), y al Sur, por el mar Mediterráneo (figura 1b). En las 314,6 has de superficie que tiene el tramo costero en su totalidad, se desarrollan unas dunas que alcanzan una altura máxima de 6 m y se adentran 200 m hacia el interior (figura 2).

Figura 2. Dunas del Saladillo-Matas Verdes, un paisaje de dominante natural desconocido en la actualmente urbanizada Costa del Sol



Foto: José Gómez Zotano

Se trata del único complejo dunar que se conserva en la antropizada costa de Estepona, y uno de los pocos existentes en el litoral mediterráneo andaluz –junto con el de Artola en Marbella–, donde se pueden identificar, con gran detalle, los cinco estadios morfológicos (dunas pioneras, embrionarias, móviles, semifijas y fijas), valles dunares y campo postdunar. Conserva, por tanto, algunas de las escasas dunas estabilizadas y edafizadas que han sobrevivido a la acción conjugada del turismo y la urbanización, con la serie climática de los sabinars litorales alternando con matorrales de *Coremion albi*, así como con los alcornoques psammófilos y pinos piñoneros del campo postdunar. La gran riqueza biológica de este sistema dunar radica en su enorme biodiversidad derivada, en parte, de su cercanía al Estrecho de Gibraltar, que le infiere características propias de los sistemas dunares atlánticos (con alcornoques) en un medio mediterráneo, haciéndolo único en la comunidad autónoma de Andalucía. Además, la fauna de este enclave es muy rica y variada, con numerosas especies protegidas y algunas, como el camaleón, en peligro de extinción (Gómez Zotano, 2009b). El interés natural de este espacio se complementa con la presencia de numerosos restos arqueológicos como unos baños romanos o dos torres vigías. La variedad y singularidad de estos ecosistemas litorales de Estepona, hacen pues, de éste, un espacio de alto valor eco-cultural, con una considerable diversidad biológica, geomorfológica y paisajística (Gómez Zotano, 2006, 2009b).

Pero esta estrecha franja también sufre la mayoría de los problemas ambientales que soporta buena parte de las costas andaluzas, todos ellos derivados del uso residencial y recreativo, por lo que el Saladillo-Matas Verdes, y en especial las frágiles dunas, sufren graves amenazas que ponen en peligro su conservación.

3. RESULTADOS

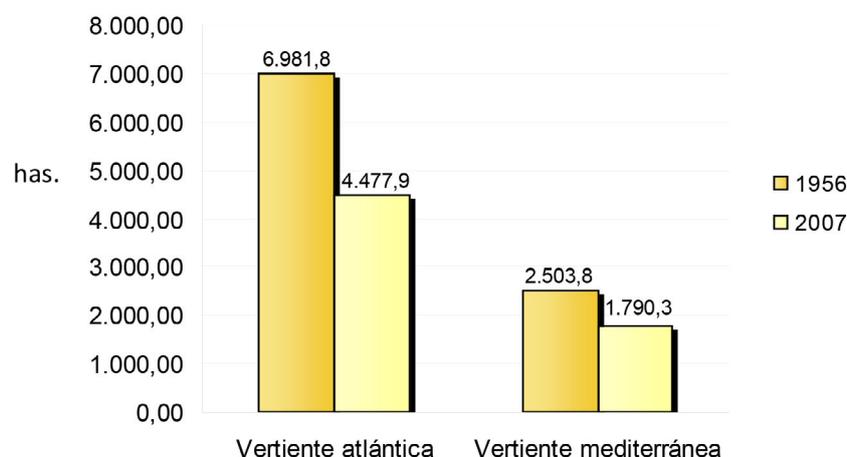
3.1. Dinámica y evolución del sistema playa-duna a escala regional

Considerando que el 59% del litoral de Andalucía está urbanizado (Greenpeace, 2010), se entiende que los arenales litorales de esta comunidad autónoma, representados esencialmente por el sistema playa-duna, hayan sufrido una pérdida significativa. De acuerdo con los datos extraídos de los mapas de usos y coberturas vegetales, en 1956 sumaban 9.484,4 has, extensión que respondía a un medio litoral en cierto equilibrio con la sociedad que lo habitaba, limitada, esta última, a ocupar aquellos espacios necesarios para el desarrollo urbano de los asentamientos más antiguos e importantes (Chipiona, Cádiz, Algeciras, La Línea, Estepona, Marbella, Fuengirola, Torremolinos, Málaga, Almuñécar, Adra o Almería). A partir de entonces, en tan solo 51 años, el progresivo desarrollo urbanístico, unido a la deficiente administración del suelo, al incremento poblacional y a la demanda turística, ocasionaron la pérdida o alteración de buena parte de los arenales litorales, viéndose disminuidos en un 34% (3.217,3 has) en 2007. Actualmente se conservan 6.268,1 has.

El análisis por vertientes permite contemplar marcadas diferencias entre la costa atlántica y la mediterránea, tanto en la configuración natural de los arenales, como en el grado de transformación antrópica (figura 3). La costa atlántica, baja y arenosa, comprende la mayor extensión de playas, dunas y arenales litorales andaluces, el 73,6% del total en 1956. En este año dichas formaciones naturales sumaban un total de 6.981,8 has, viéndose reducidas en 2.503,9 has en 2007, una pérdida del 35,8% equivalente a la suma de todos los arenales costeros de la vertiente mediterránea en 1956. Ésta última presenta unos arenales más modestos, pero ha sufrido, igualmente, un retroceso destacado: en 1956 la costa mediterránea comprendía el 26,4% de todos los arenales andaluces, con 2.503,8 has, superficie que se vio reducida a 1.790,3 has en 2007, lo que supone la desaparición del 28,5% de la superficie inicialmente contemplada.

Los datos por provincias (figura 4) evidencian como la costa onubense conserva los arenales más extensos, concentrados en Doñana, si bien ha experimentado la mayor pérdida superficial (1.821 has). Para explicar este retroceso del 34,9% cabe considerar, junto a las actuaciones antrópicas desarrolladas al amparo del planeamiento urbanístico, una importante dinámica litoral regresiva en playas como las de Isla Antilla, entre Isla Cristina y Lepe, el Alcor (Mazagón, Palos de la Frontera) y Matalascañas (Almonte). Los arenales de la provincia han sido ampliamente estudiados por García Novo *et al.* (1975), Vanney y Ménanteau (1979, 2004), Flor (1990), Rodríguez Vidal *et al.* (1993), Ménanteau (1994), Borja y Díaz del Olmo (1996), Dabrio *et al.* (1996), García Novo y Merino (1997), Bejarano Palma (1997), Borja *et al.* (1999), Borja y Barral (2002), Ojeda *et al.* (2002, 2005), Benavente *et al.* (2003), Zazo *et al.* (2005, 2011), Ménanteau *et al.* (2007), Vallejo y Ojeda (2007, 2011), Hernández y Vallejo (2008) y Rodríguez-Ramírez (2011).

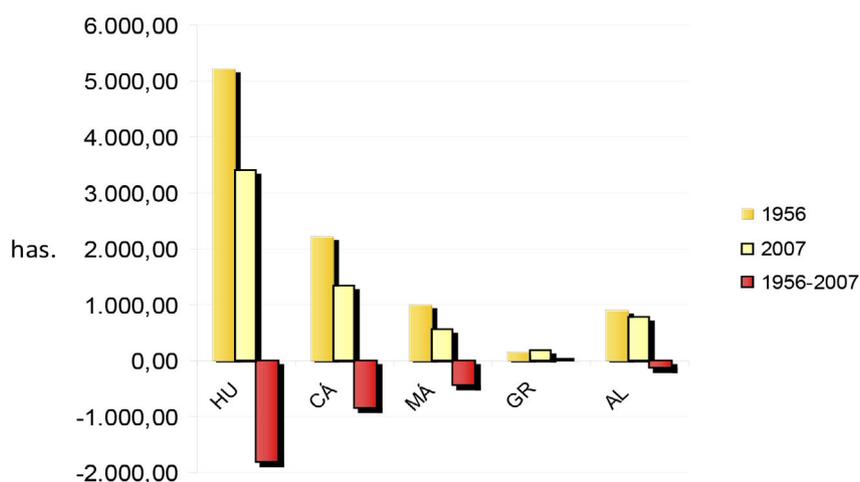
Figura 3. Superficie ocupada por playas, dunas y arenales entre 1956 y 2007 en Andalucía (por vertientes)



Fuente: "Mapas de usos y coberturas vegetales de Andalucía del año 1956 y 2007". Elaboración propia

La provincia de Cádiz posee la segunda mayor extensión superficial de arenales litorales andaluces. En 1956 alcanzaban 2.213,2 has, destacando las playas y dunas de Bolonia y San Roque. Desde entonces, y hasta 2007, ha experimentado una importante pérdida generalizada, el 38,7% del total provincial (858,1 has), aunque con significativas excepciones de dunas progradantes (Bolonia y Valdevaqueros). Entre los sistemas playas-dunas más perturbados destacan Media Lengua, Jara y Montijo, entre Sanlúcar de Barrameda y Chipiona; Tres Piedras en Chipiona; Ballena en Rota; Fuentebravía, Santa Catalina y Valdelagrana en el Puerto de Santa María; La Barrosa en Chiclana de la Frontera; El Palmar en Vejer de la Frontera y Caños de Meca en Barbate. Esta dinámica regresiva también ha afectado a la costa mediterránea de la provincia, en concreto a playas como Getares en Algeciras, la Atunara en la Línea de la Concepción, o Sotogrande en San Roque. La tipología y dinámica de los arenales gaditanos han sido analizadas por García Mora *et al.* (2001), Gómez Pina *et al.* (2002, 2006, 2007), Benavente *et al.* (2003, 2005), Anfuso (2004), Arteaga y González (2004), Román Sierra *et al.* (2004), Gracia *et al.* (2006), Ministerio de Medio Ambiente (2006), Navarro *et al.* (2007), Muñoz Pérez *et al.* (2009) y Gracia Prieto *et al.* (2011).

Figura 4. Distribución por provincias de la superficie ocupada por playas, dunas y arenales entre 1956 y 2007



Año/has	HU (Huelva)	CÁ (Cádiz)	MÁ (Málaga)	GR (Granada)	AL (Almería)	Andalucía
1956	5.215,3	2.213,2	998,7	160,2	898,1	9.484,4
2007	3.394,3	1.355,1	559,2	176,6	782,9	6.268,1
1956-2007	-1.821,0	-858,1	-449,5	+16,4	-115,2	-3.217,3

Fuente: "Mapas de usos y coberturas vegetales de Andalucía del año 1956 y 2007". Elaboración propia

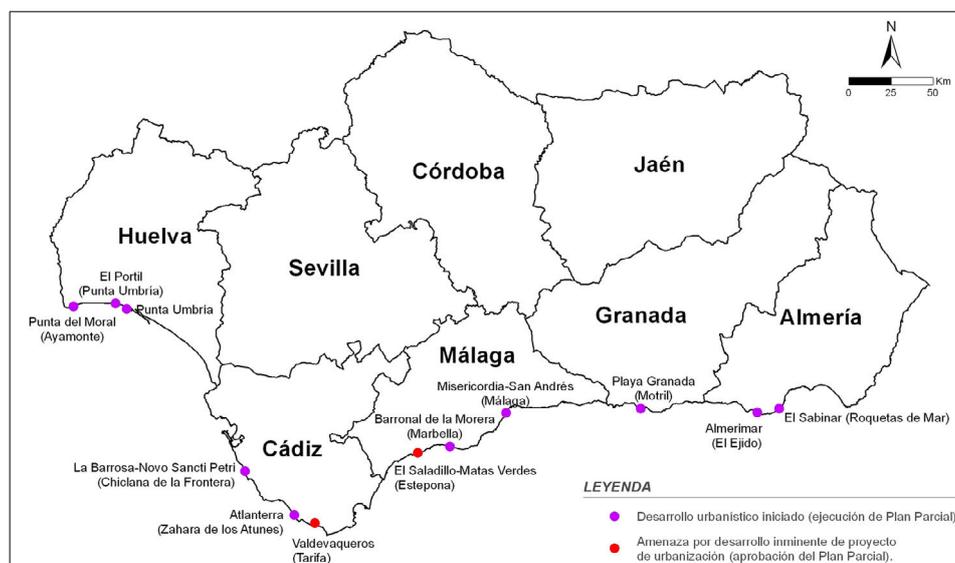
En el Mediterráneo, además de las correspondientes playas gaditanas, las provincias de Málaga, Granada y Almería ofrecen situaciones muy distintas. La malagueña Costa del Sol, núcleo original del turismo de sol y playa en Andalucía, ha sufrido la mayor pérdida relativa (el 45%), habiéndose reducido considerablemente la superficie de sus arenales: los “barronales” formaban un ecosistema continuo, hoy perdido, que se extendía de oeste a este por playas como las del Gobernador, Tubalitas, del Negro y de Sabinillas en Manilva; Playa Ancha en Casares; Buenas Noches, Arroyo Vaquero, Guadalobón, Punta Plata, Velerín, Guadalmanza, Saladillo y Casasola en Estepona; Guadalmina, San Pedro de Alcántara, y litoral que se desarrolla entre Río Verde y Punta Ladrones (playa Alicate, de Las Chapas, de Cabopino, etc.) en Marbella; La Cala en Mijas; Playa del Castillo en Fuengirola; La Carihuela o el Bajondillo en Torremolinos y Rincón de la Victoria, Ferrara y Peñoncillo en Torrox. Algunos de estos edificios dunares costeros han sido estudiados por Málvarez *et al.* (1998), Gómez Zotano (2006, 2007, 2009b) y Bardají *et al.* (2011).

La provincia de Granada es la única que ha experimentado un aumento de la superficie ocupada por playas, dunas y arenales. La explicación hay que buscarla, igualmente, en las actuaciones antrópicas; la construcción de espigones en playas como las de Almuñécar ha posibilitado una considerable progresión de las arenas. Asimismo, la deficiente fotointerpretación del vuelo americano de 1956 en la fuente utilizada, donde se obvian las amplias playas del delta del río Gualdafeo, distorsiona los resultados finales. En cualquier caso, la naturaleza de las playas granadinas, cerradas, ha favorecido la estabilidad natural de las mismas, si bien ha habido una degradación importante, especialmente en sus mermados ecosistemas dunares (playa de la Charca en Salobreña, y de Poniente, de las Azucenas y de Carchuna en Motril). En este sentido, el litoral de Granada ha sido objeto de estudio en Lario *et al.* (1999), Ortega Sánchez *et al.* (2003), Gómez Zotano (2009a) y Gómez Zotano *et al.* (2009).

La provincia de Almería ha perdido 115,2 has de arenales costeros, el descenso menos acusado de todas las provincias andaluzas en el periodo analizado. No obstante, la acción conjugada de la urbanización y los cultivos intensivos bajo plástico ha afectado a importantes cordones dunares como los de las Albuferas (Adra), Balanegra (Berja), Balerma, San Miguel-Punta Entinas (El Ejido), Cerrillos, Serena y Aguadulce (Roquetas de Mar), Retamar (Almería) o la playa de Garrucha. La dinámica y características de los complejos dunares almerienses han sido analizadas por Dabrio *et al.* (1984), Viciano (2001), Paracuellos (2006), Viciano *et al.* (2006), Lores Calero (2007), López Martos *et al.* (2010) y Bardají *et al.* (2011).

Lejos de lo que se pudiera pensar, la dinámica regresiva de los sistemas playa-duna andaluces continua en la actualidad; como se observa en la figura 5, el urbanismo expansivo sigue siendo una amenaza para los complejos dunares, poniendo en peligro su conservación en todas las provincias, tanto por haberse iniciado el proceso de desarrollo urbanístico (son 10 los casos más recientes de ejecución de Plan Parcial), como por amenaza de desarrollo inminente de un proyecto de urbanización (son dos los complejos dunares que presentan aprobación de Plan Parcial en diferentes fases, uno en Tarifa y otro en Estepona).

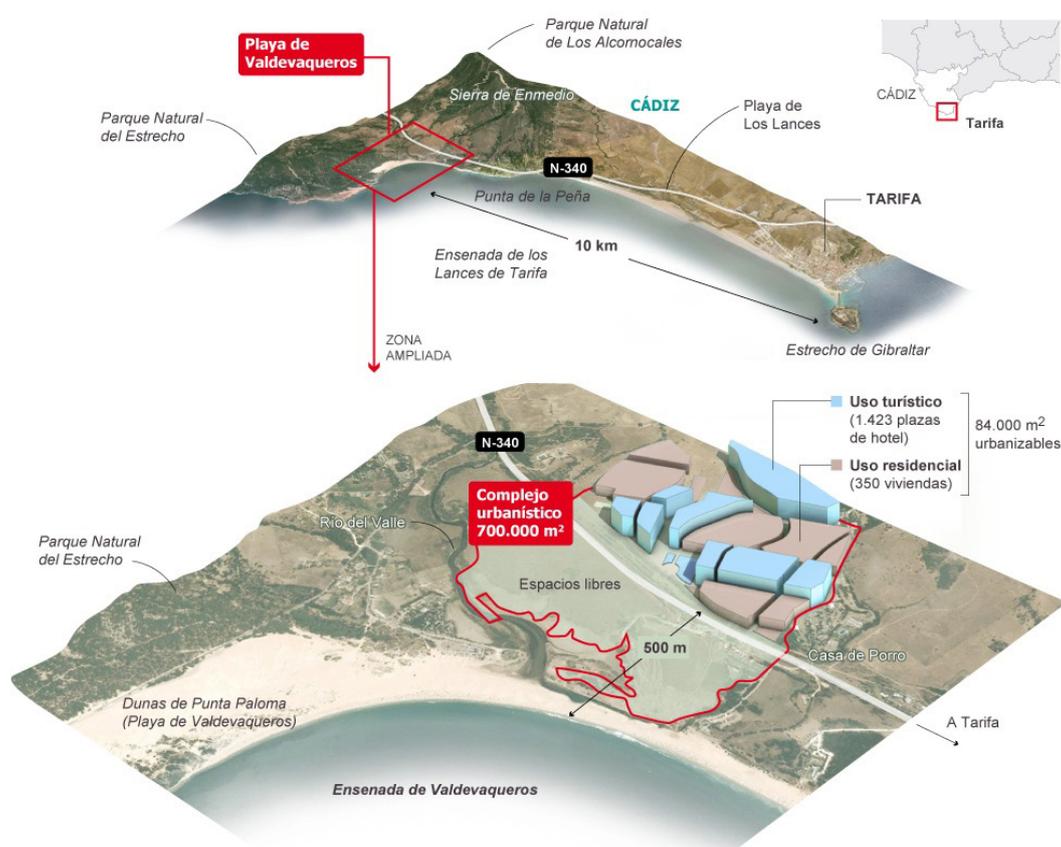
Figura 5. Identificación y localización de los ecosistemas dunares andaluces afectados por actuales procesos de urbanización



Fuente: Instituto de Cartografía de Andalucía. Elaboración propia

En la costa atlántica, en la provincia de Huelva, el desarrollo urbanístico y las construcciones ilegales han provocado un importante deterioro de los sistemas dunares de la Punta del Moral, en Isla Canela (Ayamonte), o El Portil de Punta Umbría. En Cádiz, en la playa de La Barrosa-Novo Sancti Petri (Chiclana de la Frontera), se han sepultado cordones dunares, talado pinares y eliminado diversos ejemplares de especies vegetales de gran valor como el enebro marítimo y la camarina, con alteración irreversible de su hábitat. En la playa de Zahara de los Atunes, en Barbate, las edificaciones desmesuradas de la urbanización Atlanterra han ocupado, ilegalmente, suelo no clasificado como urbano en el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), y han destruido cordones dunares de alto interés ecológico. La última amenaza en la provincia gaditana se cierne sobre los extensos arenales de Valdevaqueros y su entorno paisajístico: se trata de la aprobación definitiva del “Plan Parcial de Ordenación del Sector SL-1 Valdevaqueros” el 29 de mayo de 2012 por parte del Pleno del Ayuntamiento de Tarifa, un controvertido plan urbanístico que prevé levantar 1.400 plazas hoteleras y 350 viviendas en un enclave célebre por constituir uno de los pocos tramos costeros europeos libres de urbanización (figura 6).

Figura 6. Proyecto de urbanización del Sector SL-1 Valdevaqueros



Fuente: Mariano Zafra, Diario El País, 1 de junio de 2012

En la costa mediterránea, en la provincia de Málaga, las dunas del Saladillo-Matas Verdes (Estepona) constituyen el segundo caso, menos mediático, de valiosos ecosistemas dunares andaluces amenazados por desarrollo inminente de proyecto de urbanización. Este complejo dunar sigue catalogado como suelo urbanizable en el PGOU municipal de 1994, habiéndose aprobado inicialmente el Plan Parcial “SUB-E8 Playa de Baños” (con fecha 24 de noviembre de 2011), para la construcción de un complejo hotelero más. En Marbella, las playas de los Monteros, Las Chapas y Real de Zaragoza están siendo sometidas a una masificación urbanística pese a la ampliación de la zona de dominio público marítimo terrestre, y se ha procedido recientemente a la eliminación de extensos complejos dunares como el Barronal de la Morera. En la ciudad de Málaga las modestas dunas de las playas de la Misericordia y de San Andrés están siendo subsumidas en el continuo urbano. En Granada destaca la urbanización Playa Granada de Motril y en Almería Almerimar (El Ejido), complejo turístico construido sobre los extensos arenales de la

playa de San Miguel, continuación de los de Punta Entinas, así como el complejo Vereda Golf, expansión urbanística de Roquetas de Mar hacia las dunas del Sabinar.

3.2. Dinámica y evolución del sistema playa-duna a escala local

3.2.1. Evolución histórica

El complejo dunar Saladillo-Matas Verdes, objeto de estudio más detallado, se integra en una franja litoral que ha conocido una temprana e intensa ocupación humana (Gómez Zotano, 2006). A partir de la segunda mitad del siglo XX, no obstante, los usos tradicionales ligados a los “barronales” (ganadería, pesca, defensa) quedan minimizados por el urbanismo expansivo asociado al turismo de masas. Esta nueva actividad supuso la desaparición de amplísimos sectores de los arenales, la colmatación de marismas y humedales asociados, el encauzamiento de ríos y arroyos, o la modificación de la línea de costa y de los fondos marinos (Gómez Zotano, 2009b); actuaciones y efectos vigentes en la actualidad.

El proceso urbanizador se inició efectivamente con la construcción del Hotel Santa Marta en 1951. A partir de entonces, éste centralizó a su alrededor un buen número de promociones urbanísticas y residencias aisladas, al igual que sucediera en otros enclaves de la recién creada Costa del Sol. En las décadas de los 60 y 70 el cordón dunar se vio reducido a unos pocos restos de dunas aisladas entre casas y apartamentos. Aunque existían razones jurídicas y técnicas para considerar las dunas como parte integrante de las playas, lo cierto es que, al no estar expresamente incluidas en la definición de los bienes de dominio público marítimo terrestre por la Ley de Puertos de 1928 o la de Costas de 1969, quedaron fuera de los deslindes aprobados entonces, como la mayor parte de las dunas andaluzas. Consecuentemente, este ha sido el periodo en el que se han registrado los cambios más drásticos del paisaje litoral del municipio de Estepona.

A principios de los años 60 se asiste a la progresiva aprobación de numerosos proyectos de construcción de hoteles y urbanizaciones que, como el Hotel Atalaya Park o las urbanizaciones Saladillo, Casasola, Isdabe, El Barronal, Benamara o Villacana, paulatinamente van ocupando el tramo costero en cuestión hasta finales de los 70 (figura 7). En los años 80, una nueva oleada de urbanizaciones irá completando las parcelas urbanizables restantes hasta entonces. La entrada en vigor de la Ley de Costas en 1988 no pudo evitar que se continuaran destruyendo los arenales costeros. Al margen de dicha Ley, la consolidación de las urbanizaciones anteriormente citadas continuó junto a la construcción de otras nuevas, entre las que destaca, por su magnitud y trascendencia territorial, “El Presidente”; este complejo urbanístico se levantó sobre las dunas más occidentales de la playa de Casasola, junto a la Punta de Dos Hermanas, y entre extensas repoblaciones de pino piñonero efectuadas varios años antes.

Figura 7. Inicios de la Urbanización Saladillo (Estepona) hacia 1962. Los barronales que respaldaban esta extensa playa se verían abocados a su desaparición a partir de entonces



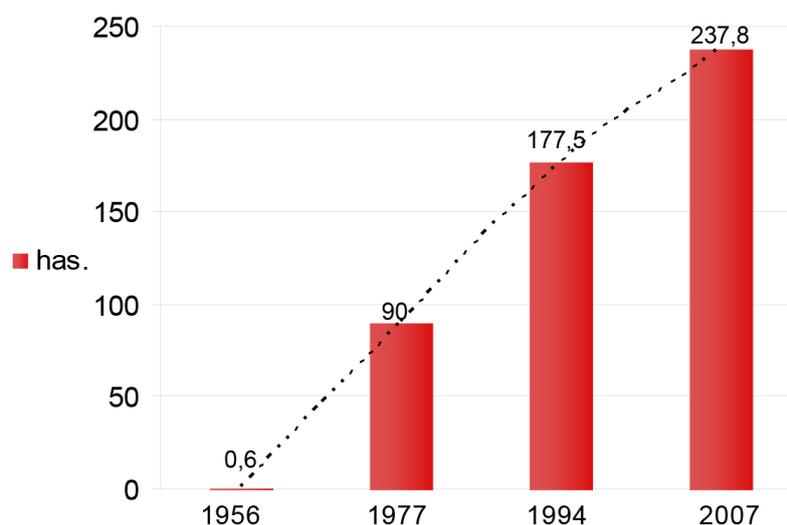
Foto: Paisajes Españoles

A partir de 1995, coincidiendo con el fin de la crisis que desde 1992 sacudió los cimientos del modelo desarrollista predominante en la Costa del Sol, el sector Saladillo-Matas Verdes experimenta la última pulsación que transformará su paisaje en lo que es actualmente, un continuo urbano con escasos restos de ecosistemas naturales. Persiste la tónica de la etapa precedente y se ocupan los escasos solares que restan entre las urbanizaciones existentes. Así ha ocurrido con la construcción de promociones urbanísticas recientes como Costalita o Matas Verdes, u hoteles como Marriott's Playa Andaluza que, además han tenido un fuerte impacto ambiental al dismantelar varios restos dunares. La construcción de paseos marítimos, jardines, chiringuitos, caminos, aparcamientos, red de saneamiento y un largo etc., se suma a la ya amplia lista de impactos.

La mayor parte de las dunas son de titularidad privada. Las principales parcelas (Punta del Saladillo y Matas Verdes) pertenecen al mismo propietario, la reconocida familia alemana Opel, un dato relevante si se considera que la conservación de estos arenales desde los años 50 del siglo XX ha sido posible gracias a la iniciativa de sus propietarios (Gómez Zotano, 2009b). Hoy día, sin embargo, son éstos quienes apuestan por dar otra orientación a sus parcelas amparados en el vigente PGOU municipal, que mantiene, pese a las numerosas alegaciones recibidas, una calificación del suelo como urbanizable. Si bien dicho plan no ha sido adaptado al POTA, y la calificación se ve reforzada por las directrices del Plan Subregional de Ordenación del Territorio de la Costa del Sol Occidental, el nuevo Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía, pendiente de aprobación, reconoce el valor ambiental de parte del cordón dunar (Protección Territorial PT2: MA-S5, SURS-E8 Playa Baños). Responde así, aunque de manera insuficiente, al movimiento ciudadano que demanda, desde inicios del siglo XXI, la protección del conjunto de los valiosos restos dunares de Estepona (Gómez Zotano, 2009b).

El gráfico de la figura 8 permite visualizar el proceso urbanizador del territorio hasta ahora descrito. En 1956 los usos urbanos no alcanzaban la hectárea de terreno. Concentrados en el pionero Hotel Santa Marta, éstos no suponían más del 0,2% del total del ámbito de estudio. En 1977, en cambio, el boom turístico conllevó un incremento del uso urbano en casi 90 has, lo que suponía un porcentaje considerable respecto a la superficie total del ámbito (28,47%). El crecimiento exponencial de la urbanización continuó durante las dos décadas siguientes y, en 1994, las urbanizaciones ocupaban algo más de la mitad del suelo (56,4%), con 177,5 has. Finalmente, en 2007, las edificaciones alcanzaban el 75,57% del total del sector costero con 237,8 has de las 314,67 que suma el conjunto.

Figura 8. Evolución de la superficie edificada en el sector costero Saladillo-Matas Verdes (1956-2007)



Fuente: elaboración propia a partir de la interpretación de imágenes aéreas (1956-2007)

3.2.2. Dinámica espacial

La progresión continua del proceso urbanizador ha supuesto que las dunas del Saladillo-Matas Verdes experimenten una dinámica espacial regresiva, pasando de tener una anchura de 300 m de media, a redu-

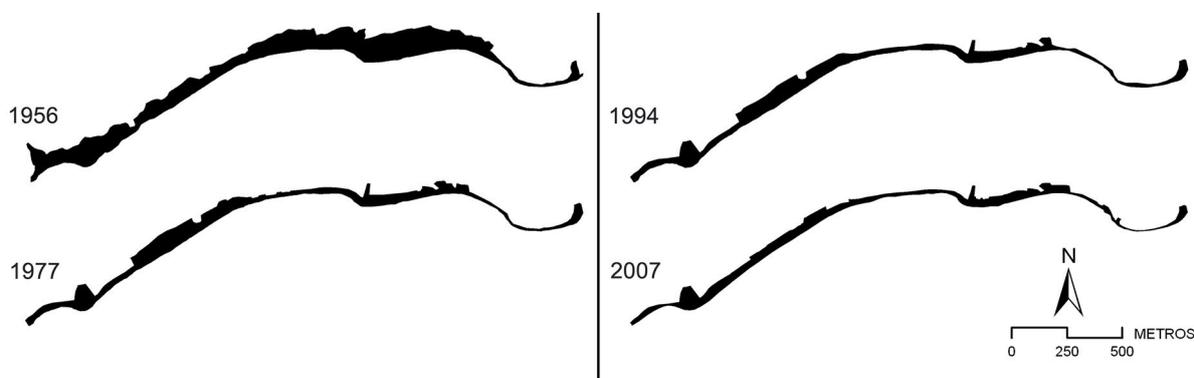
cirse, en el mejor de los casos, a dos centenas de metros y, en el peor de los casos, a desaparecer. En 1956 el sistema playa-duna ocupaba 69,5 has. En 1977, este sistema disminuyó drásticamente su extensión y pasó a tener 40 has. Hasta el año 1994 las dunas y playas se vieron menos afectadas por la urbanización que en los años precedentes y se quedaron reducidas a 38,55 has. En 2007, las 31,07 has sumadas por estos arenales litorales evidencian una merma importante en los últimos años (figuras 9, 10 y 11).

Figura 9. Regresión de los arenales costeros (1956-2007) del tramo litoral Saladillo-Matas Verdes



Fuente: Vuelo americano (1956); vuelo de la Junta de Andalucía (2007)

Figura 10. Dinámica del sistema playa-duna del Saladillo-Matas Verdes



Fuente: Vuelos americano (1956), del Ministerio de Agricultura (1977) y de la Junta de Andalucía (1994, 2007). Elaboración propia

Figura 11. Detalle de la degradación experimentada por las dunas de Matas Verdes. Arenales y repoblaciones de pinos piñoneros son sustituidos por urbanizaciones como El Presidente o Marriott's, que actualmente rodean la parcela propiedad de la familia Opel



Foto 1978: Paisajes Españoles; Foto 2007: José Gómez Zotano

En la actualidad, las dunas analizadas representan un 44,7% de la superficie existente hace medio siglo, a favor de la urbanización, que ocupa ya más del 70% del tramo costero analizado; la construcción de reconocidas urbanizaciones ha fragmentado el complejo dunar en tres tramos diferentes y de desigual desarrollo. De oeste a este se encuentran las dunas de la playa de Guadalmansa y la Punta del Saladillo que, pese a estar relegadas a una parcela y presentar claros indicios de degradación, mantienen intacto su potencial ecológico. En el centro del conjunto permanecen las dunas del Saladillo (Playa del Saladillo), desmanteladas en buena parte (sólo quedan las dunas primarias y secundarias). Finalmente, en la Playa de Casasola se desarrollan las dunas de Matas Verdes, que, rodeadas por la urbanización, presentan un precario estado de conservación tal y como se puede observar en la figura precedente.

4. DISCUSIÓN

Los resultados del análisis multitemporal realizado en esta investigación permiten cuantificar la extensión superficial de los sistemas playa-duna en Andalucía entre 1956 y 2007, constatando que, desde los años 50 del siglo XX, han sido dilapidados numerosos arenales atlánticos y mediterráneos.

Desde la perspectiva espacial, la aproximación interescalar facilita, por primera vez, una visión de conjunto del fenómeno analizado. Cabe recordar que la mayoría de los estudios publicados proporcionan un conocimiento sectorial y detallado de las características físico-naturales y de la evolución reciente de distintos sistemas playa-duna de Andalucía.

Por su parte, la aplicación de las diferentes técnicas de análisis espacio-temporal, posibilita que los resultados sean expresados tanto de forma estadística, como de forma cartográfica, e implementados en distintas bases de datos, permitiendo al planificador y gestor un conocimiento geográfico sobre el litoral a distintas escalas espacio-temporales.

En relación con la gestión del territorio, se exponen contradicciones y conflictos de una organización espacial, pasada y actual, basada en el urbanismo expansivo en sentido amplio. Ello invita a reflexionar sobre la necesidad de establecer un nuevo equilibrio derivado de una gestión integrada, como instrumento de protección ambiental y de asignación de un uso sostenible al territorio, frente a las potenciales actuaciones antrópicas generadoras de impacto. Dicha política pública debe encontrar respuestas a problemas bien definidos que afectan, en gran medida, a bienes e intereses de naturaleza pública (revisión escrupulosa de los límites del Dominio Público Marítimo Terrestre, aplicación estricta de la legislación vigente, revisión del planeamiento municipal, etc.).

De acuerdo con Ojeda *et al.* (2013), el mantenimiento del sistema playa-duna resulta crucial en el análisis de la sensibilidad a la pérdida de las playas como recurso turístico en Andalucía. Los autores afirman que la presencia de dunas costeras garantiza una protección de la playa frente a la erosión proporcional a su extensión (dunas extensas > 130 m; medias 30-130 m y pequeñas < 30 m). En consecuencia, la gestión integrada del espacio litoral se presenta como una necesidad, atendiendo no sólo a motivos estrictamente ecológicos o culturales, suficientes ya en sí mismos, sino también a causas socioeconómicas, por cuanto supone el soporte de numerosas actividades productivas y el lugar de residencia de un importante porcentaje de la población andaluza.

Queda por ver si la puesta en marcha de la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de Zonas Costeras, el recién aprobado Proyecto de Ley de Protección y Uso Sostenible del Litoral y de modificación de la Ley de Costas de 1988, o el Plan de Protección del Corredor Litoral de Andalucía, suponen un nuevo instrumento para la toma de decisiones que facilite el tránsito hacia un desarrollo más sostenible. La mejora de la gestión de las zonas costeras andaluzas, y de sus recursos, constituye un marco oportuno que permite contemplar la posibilidad real de que los complejos dunares actualmente desprotegidos sean conservados, y los deteriorados recuperados.

5. CONCLUSIONES

En el presente artículo se ha obtenido una visión de conjunto inédita del proceso urbanizador de dunas litorales en Andalucía, así como un ejemplo particular extrapolable a cualquier otro caso de sistema playa-duna amenazado en este territorio. El análisis evolutivo y multiescalar, basado en las fuentes cartográficas, resulta pertinente a la luz de los recientes conflictos de intereses que se desarrollan en el litoral de España en general, y de Andalucía en particular (Valdevaqueros o Saladillo-Matas Verdes por ejemplo). Aporta datos objetivos a la dimensión social del problema y contribuye al debate, necesario, sobre el modelo de desarrollo contemporáneo –obsoleto para muchos–, que se aferra con fuerza para no desaparecer en los actuales momentos de incertidumbre ambiental, social y económica.

A poco que se examinen los resultados del análisis presentado, no puede sino meridianamente concluirse, que la desaparición de dunas litorales en Andalucía es resultado de una presión ocupacional continua y progresiva, acompañada de un proceso urbanizador que se detiene, únicamente, para mantener libres aquellos espacios estrictamente necesarios para el uso de las playas, sin considerar que ambos sistemas –dunas y playas– son interdependientes. Se puede hablar, por tanto, del relativo fracaso que ha supuesto la aplicación de las distintas políticas y figuras de ordenación y planificación del litoral a todos los niveles; a pesar de los logros conseguidos en el ámbito de la conservación, el litoral es un sistema complejo, y su preservación no puede entenderse como la suma de espacios protegidos inconexos. La corrección de esta visión territorial sesgada debe aglutinar todos los esfuerzos relativos a la gestión del litoral en el futuro inmediato.

Proceder a la salvaguarda de los sistemas playa-duna implica mantener su plena funcionalidad ecológica, y tratar de restaurar y recuperar aquellos que han desaparecido o han sido gravemente alterados. La existencia de las playas andaluzas depende de ello.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto financiado por la Obra Social de la Fundación la Caixa (2005-APM) “Reconocimiento biofísico de un sector costero con posibilidad de ser reserva marítimo-terrestre”.

BIBLIOGRAFÍA

- ANFUSO, G. (2004): “Caracterización de celdas litorales en un tramo costero aparentemente homogéneo del litoral de Cádiz (SO de España)”, *Cuaternario y Geomorfología*, 18 (1-2), 25-36 pp.
- ARTEAGA, C. y GONZÁLEZ MARTÍN, J.A. (2004): “Presencia de materiales marinos y dunares sobre un alfar romano en la Bahía de Algeciras (Cádiz, España)”, en: Benito G., Díez Herrero A. (eds.), *Contribuciones recientes sobre Geomorfología. Actas VIII Reun. Nac. Geomorfología*, Toledo, C.S.I.C.-S.E.G., Vol. I, 393-400 pp.
- BARDAJÍ, T., ZAZO, C., LARIO, J., GOY, J.L., CABERO, A., DABRIO, C.J. Y SILVA, P.G. (2011): “Las dunas costeras del Presente y Último Interglaciario en Málaga, Almería y Murcia”, en: Sanjaume Saumell E.; Gracia Prieto F.J. (eds.) *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 331-357 pp.
- BEJARANO PALMA, R. (1997): *Vegetación y paisaje en la costa atlántica de Andalucía*. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- BENAVENTE, J., DEL RÍO, L., GRACIA, F.J. y ANFUSO, G. (2003): “Cuantificación de procesos de erosión costera en el litoral sur atlántico español. Primeros resultados”, *Geogaceta*, 33, 3-6 pp.
- BENAVENTE, J.; GRACIA, F.J.; DEL RÍO, L. y ANFUSO, G. (2005): “Morfologías dunares en la costa atlántica gaditana: evolución histórica y estado actual”, en: Hernández L.; Alonso I.; Mangas J.; Yanes A. (eds.) *Tendencias actuales en Geomorfología Litoral. Actas de las III Jornadas de Geomorfología Litoral*. Serv. Publ. Univ. Las Palmas de Gran Canaria, 97-100 pp.
- BORJA, F. y DÍAZ DEL OLMO, F. (1996). “Manto eólico litoral (MEL) del Abalario (Huelva, España): Episodios morfogenéticos posteriores al 22.000 BP”, en: Pérez Alberdi A.; Martini A.P.; Chessworth W.; Martínez Cortizas A. (eds.) *Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios*. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, 375-390 pp.
- BORJA, F., ZAZO, C., DABRIO, C.J., DÍAZ DEL OLMO, F., GOY, J.L. y JAVIER, L. (1999): “Holocene aeolian phases and human settlements along the Atlantic coast of southern Spain”, *The Holocene*, 9 (3), 333-339 pp.
- BORJA, F. y BARRAL, M.A. (2002): “Análisis sedimentario y caracterización morfodinámica del sector oriental del manto eólico litoral de El Abalario-Doñana (Parque Nacional de Doñana)”, en: Pérez-González, A.; Vegas, J.; Machado, J. (eds.), *Aportaciones a la Geomorfología de España en el inicio del tercer milenio*. Publicaciones IGME, Serie Geología, 1, 159-165 pp.
- BROWN, A.C. y MCLACHLAN, A. (1990): *Ecology of Sandy shores*. Elsevier. Amsterdam.
- BROWN, A.C. y MCLACHLAN, A. (2002): “Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025”, *Environmental Conservation*, 29 (1), 62-77 pp.
- MÉNANTEAU, L., CHADENAS, C. y CHOBLET, C. (2007): “Les marais du bas-Guadiana (Algarve, Andalousie): emprise, déprise et reprise humaines”, *Aestuaria*, 9, 309-331 pp.
- DABRIO, C., GOY, J.L. y ZAZO, C. (1984): “Dinámica Litoral y Ambientes Sedimentarios en el Golfo de Almería desde el Tirreniense a la Actualidad”, en *I Congreso Español de Geología*, Tomo I, 507-522 pp.
- DABRIO, C.J., BORJA, F., ZAZO, C., BOERSMA, R.J., LARIO, J., GOY, J.L. y POLO, M.D., (1996): “Dunas eólicas y facies asociadas pleistocenas y holocenas en el acantilado de El Asperillo (Huelva)”, *Geogaceta*, 20, 1089-1092 pp.
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2006): “The changing faces of Europe’s coastal areas”, *EEA Rep.*, 6.
- FLOR, G. (1990): “Tipología de las dunas eólicas. Procesos de erosión-sedimentación costera y evolución litoral de la provincia de Huelva (Golfo de Cádiz occidental, Sur de España)”, *Estudios Geológicos*, 46, 99-109 pp.
- GARCÍA MORA, M.R., GALLEGO FERNÁNDEZ, J.B., WILLIAMS, A.T. y GARCÍA NOVO, F.A. (2001): “Coastal dune vulnerability classification. A case study of SW Iberian Peninsula”, *Journal of Coastal Research*, 17 (4), 802-811 pp.
- GARCÍA-NOVO, F., RAMÍREZ-DÍAZ, L. y TORRES-MARTÍNEZ, A. (1975): “El sistema de dunas de Doñana”, *Naturalia Hispanica*, 5, p. 56.

- GARCÍA NOVO, F. y MERINO, J. (1997): "Pattern and process in the dune system of the Doñana National Park", *Ecosystems of the world: Dry coastal ecosystems*, Elsevier, 2c, 453-468 pp.
- GARRIDO CUMBRERA, M. y LÓPEZ LARA, E. (2010): "Consecuencias del turismo de masas en el litoral de Andalucía (España)", *Cuaderno Virtual de Turismo*, 10 (1), 125-135 pp.
- GÓMEZ PINA, G., MUÑOZ PÉREZ, J.J., RAMÍREZ, J.L. y LEY, C. (2002): "Sand dune Management problems and techniques, Spain", *Journal of Coastal Research*, 36, 325-332 pp.
- GÓMEZ-PINA, G., FAGES, L., RAMÍREZ, J.L., MUÑOZ-PÉREZ, J.J. y ENRÍQUEZ, J. (2006): "A critical review of beach restoration projects in the northern coast of Cadiz (Spain) after thirteen years", *Coastal Engineering. Proceedings of the 30th International Conference*, 4167-4178 pp.
- GÓMEZ-PINA, G., FAGES, L., ROMÁN-SIERRA, J., NAVARRO, M., GIMÉNEZ-CUENCA, M., RUIZ, J.A. y MUÑOZ-PÉREZ, J.J. (2007): "An example of Integrated Coastal Management in Punta Candor (Co. Rota, Spain)", en *Conferencia Internacional sobre Restauración y Gestión de las Dunas Costeras, Santander*.
- GÓMEZ ZOTANO, J. (2006): *Naturaleza y paisaje en la Costa del Sol Occidental*. Servicio de Publicaciones. Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga (CEDMA). Málaga.
- GÓMEZ ZOTANO, J. (2007): "Ecosistemas dunares de la provincia de Málaga: desconocidos y amenazados", en *II Congreso andaluz de desarrollo sostenible. Una mirada a nuestras costas*, Universidad de Cádiz – Federación Andaluza de Ciencias Ambientales. Granada.
- GÓMEZ ZOTANO, J. (2009a): "La vegetación litoral del sector oriental de la costa de Granada", en: Gómez Zotano J., Ortega Alba F. (eds.), *El Sector Central de las Béticas: una visión desde la Geografía Física*, Editorial Universidad de Granada. Asociación de Geógrafos Españoles (AGE). Granada, 343-355 pp.
- GÓMEZ ZOTANO, J. (dir.) (2009b): *Dunas litorales y fondos marinos del Saladillo-Matas Verdes (Estepona, Málaga). Estudio integrado para su declaración como reserva marítimo-terrestre*. Asociación Grupo de Trabajo Valle del Genal – Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga (SPICUM). Málaga.
- GÓMEZ ZOTANO, J., JIMÉNEZ OLIVENCIA, Y., PORCEL RODRÍGUEZ, L. y CAMACHO CASTILLO, J. (2009): "El litoral de la Baja Alpujarra: crisis y protección de sus paisajes", en J. Gómez Zotano y F. Ortega Alba (eds.), *El Sector Central de las Béticas: una visión desde la Geografía Física*. Editorial Universidad de Granada – Asociación de Geógrafos Españoles (AGE). Granada, 325-342 pp.
- GRACIA, F.J., DEL RÍO, L., ALONSO, C., BENAVENTE, J. y ANFUSO, G. (2006). "Historical evolution and present state of the coastal dune systems in the Atlantic coast of Cádiz (SW Spain): Palaeoclimatic and environmental implications", *Journal of Coastal Research*, 48, 55-63 pp.
- GRACIA PRIETO, F.J., BENAVENTE GONZÁLEZ, J., ALONSO VILLALOBOS, C., DEL RÍO RODRÍGUEZ, L., ABARCA, J.M., ANFUSO MELFI, G. y GARCÍA DE LOMAS, J. (2011): "Las dunas del litoral gaditano", en: Sanjaume Saumell E.; Gracia Prieto F.J. (eds.), *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 359-384 pp.
- GREENPEACE (2010): *Informe Destrucción a toda Costa, Andalucía*. Greenpeace.
- HERNÁNDEZ CALVENTO, L. y VALLEJO VILLALTA, I. (2008): "Características geomorfológicas y análisis de la evolución reciente del sistema de dunas activas del Parque Nacional de Doñana (1956-2001)", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 46, 456-458 pp.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2008): *Propuesta de Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de Zonas Costeras*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2013): *Plan Director de Puertos de Andalucía 2014-2020*. Agencia Pública de Puertos de Andalucía. Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2010): *Mapa de unidades fisiográficas del litoral de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2010): *Inventario de presas y embalses de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía.
- LARIO, J., ZAZO, C. y GOY, J.L. (1999): "Fases de progradación y evolución morfosedimentaria de la flecha litoral de Calahonda (Granada) durante el Holoceno", *Estudios Geológicos*, 55, 247-250 pp.
- LÓPEZ MARTOS, J.M., FRÍAS, A., NAVARRO, J., SCHWARZER, H. y VARGAS, V. (2010): *Guías de Almería, Territorio, Cultura y Arte. Naturaleza almeriense: espacios del litoral*. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.
- LORES CALERO, B. (2007): "Patrimonio Geológico del litoral de Almería", *Paralelo 37º*, 19, 45-58 pp.
- MÁLVAREZ, G., LARIO, J., ZAZO, C., GOY, J.L. y LUQUE, L. (1998): "Geomorfología litoral y cárstica en la Penibética malagueña", en: Gómez, A.; Salvador Franch, F.; Schulte, L.; García Navarro, A. (eds.), *Itinerarios geomorfológicos por Andalucía Oriental*, Publicaciones de la Universidad de Barcelona, 9-28 pp.

- MARTÍNEZ, M.L., MAUN, M. y PSUTY, N.P. (2008): "The Fragility and Conservation of the World's Coastal Dunes: Geomorphological, Ecological and Socioeconomic Perspectives", en: Martínez M.L.; Psuty N.P. (eds.), *Coastal Dunes*, Springer Verlag, 355-369 pp.
- MCKINNEY, M.L. (2006): "Urbanization as a major cause of biotic homogenization", *Biological Conservation*, 127(3), 247-260 pp.
- MENANTEAU, L. (1994): "Patrimoine maritime et tourisme: les potentialités du littoral atlantique de l'Andalousie", en *Desarrollo regional y crisis del turismo en Andalucía: Actas del simposio hispano-francés*. Instituto de Estudios Almerienses. Almería, 109-132 pp.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006): *Inventario de los sistemas dunares de la provincia de Cádiz*. Madrid.
- MUÑOZ PÉREZ, J.J., NAVARRO, M., ROMÁN-SIERRA, J., TEJEDOR, B., RODRÍGUEZ, I. y GÓMEZ-PINA, G. (2009): "Long-term evolution of a transgressive migrating dune using reconstruction of the EOF method", *Geomorphology*, 112, 167-177 pp.
- NAVARRO, M., MUÑOZ PÉREZ, J.J., ROMÁN-SIERRA, J., TEJEDOR, B., RODRÍGUEZ, I. y GÓMEZ-PINA, G. (2007): "Morphological evolution in the migrating dune of Valdevaqueros (SW Spain) during an eleven-year period", *Internacional Conference on Management and Restoration of Coastal Dunes*.
- OJEDA, J., BORGNIET, L., PÉREZ, A., PÉREZ, A. y LODER, J. (2002): "Monitoring morphological changes along the coast of Huelva (SW Spain using soft-copy photogrammetry and GIS)", *Journal of Coastal Conservation*, 8, 69-76 pp.
- OJEDA, J., VALLEJO, I. y MALVAREZ, G.C. (2005): "Morphometric evolution of the active dunes system of the Doñana National Park, Southern Spain (1977-1999)", *Journal of Coastal Research*, 49, 40-45 pp.
- OJEDA ZÚJAR, J., DÍAZ CUEVAS, M.P., PRIETO CAMPOS, A. y ÁLVAREZ FRANCOSE, J.I. (2013): "Línea de costa y Sistemas de Información Geográfica: modelo de datos para la caracterización y cálculo de indicadores en la costa andaluza", *Investigaciones Geográficas*, 60, 37-52 pp.
- ORTEGA SÁNCHEZ, M., LOSADA, M.A. y BAQUERIZO, A. (2003): "On the development of large-scale cusped features on a semi-reflective Beach: Carchuna Beach, Southern Spain", *Mar. Geol.*, 198 (3-4), 209-223 pp.
- PARACUELLOS RODRÍGUEZ, M. (2006): "Las albuferas de Adra (Almería, Sudeste Ibérico) y su relación histórica con el hombre", *Revista Farua*, 1, 335-358 pp.
- RODRÍGUEZ RAMÍREZ, A. (2011): "Las dunas del litoral onubense", en: Sanjaume Saumell E.; Gracia Prieto FJ. (eds.), *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 387-405 pp.
- RODRÍGUEZ VIDAL, J., CÁCERES, L., RODRÍGUEZ RAMÍREZ, A. y CLEMENTE, L. (1993): "Coastal dunes and postflandrian shoreline changes. Gulf of Cadiz (SW Spain)", *Mediterranean and Black sea Shorelines (INQUA) Newsletter*, 15, 12-15 pp.
- ROMÁN SIERRA, J., NAVARRO PONS, M., MUÑOZ-PÉREZ, J.J., GÓMEZ PINA, G. y FAGES ANTIÑOLO, L. (2004): "Ecosistemas dunares en la provincia de Cádiz: Estabilizaciones en Bolonia y Valdevaqueros, T.M. Tarifa", *Revista de Obras Públicas*, 151 (3450), 65-76 pp.
- RUST, I. y ILLENBERG, W.K. (1996): "Coastal dunes: sensitive or not?", *Landscape and Urban Planning*, 34, 165-169 pp.
- SANJAUME, E. y PARDO-PASCUAL, J.E. (2011): "Degradación de sistemas dunares", en: Sanjaume Saumell E.; Gracia Prieto FJ. (eds.), *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 609-639 pp.
- TORRES ALFOSEA, FJ. (2009): "La ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre en España", *Investigaciones Geográficas*, 50, 63-91 pp.
- VALLEJO VILLALTA, I. y OJEDA ZÚJAR, J. (2007): "Análisis morfométricos de las dunas móviles de Andalucía y Canarias: fotogrametría y Lidar- Nuevas herramientas para la difusión de la información sobre las zonas costeras", en *Actas de las Jornadas Técnicas "Las nuevas técnicas de información geográfica al servicio de la gestión de zonas costeras: Análisis de la evolución de playas y dunas"*, 69-74 pp.
- VALLEJO VILLALTA, I. y OJEDA ZÚJAR, J. (2011): "El sistema de dunas activas del Parque Nacional de Doñana", en: Sanjaume Saumell E.; Gracia Prieto FJ. (eds.), *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 427-444 pp.
- VAN DER MEULEN, F y SALMAN, A. (1996): "Management of Mediterranean coastal dunes", *Ocean & Coastal Management*, 30 (2-3), 177-195 pp.

- VANNEY, J.R. y MÉNANTEAU, L. (1979): "Types de reliefs littoraux et dunaires en Basse-Andalousie (de la ría de Huelva à l'embochure du Guadalquivir)". *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 15(1), 5-52 pp.
- VANNEY, J.R. y MÉNANTEAU L. (2004): *Géographie du Golfe ibéro-marocain*. Instituto Hidrográfico. Casa de Velázquez. Lisboa.
- VICIANA MARTÍNEZ-LAGE, A. (2001): *Erosión Costera en Almería 1957-1995*. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación de Almería. Almería.
- VICIANA MARTÍNEZ-LAGE, A., SEGURA RECHE, E., RODRÍGUEZ VAQUERO, J.E. (2006): *Guías de Almería, Territorio, Cultura y Arte. El litoral mediterráneo*. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.
- ZAZO, C., MERCIER, N., SILVA, P., DABRIO, C.J., GOY, J.L., ROQUERO, E., SOLER, V., BORJA, F., LARIO, J., POLO, D. & LUQUE, L. (2005): "Landscape evolution and geodynamic controls in the Gulf of Cadiz (Huelva coast, SW Spain) during the Late Quaternary", *Geomorphology*, 68, 269-290 pp.
- ZAZO CARDEÑA, C., DABRIO GONZÁLEZ, C.J., GOY GOY, J.L., BORJA BARRERA, F., SILVA BARROSO, P.G., LARIO, J., ROQUERO, E., BARDAJI, T., CABERO, A., POLO, D. y BORJA BARRERA, C. (2011): "El complejo eólico de El Abalario (Huelva)", en: Sanjaume Saumell E.; Gracia Prieto FJ. (eds.), *Las dunas en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 407-425 pp.

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN EN EL PARQUE REGIONAL DE LAS SALINAS Y ARENALES DE SAN PEDRO DEL PINATAR (MURCIA)

Gustavo A. Ballesteros Pelegrín.

Dpto. de Geografía
Universidad de Murcia

RESUMEN

El Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar es un territorio multifuncional desde el punto de vista social, económico y ambiental, donde es imposible separar y, por tanto gestionar de forma independiente, las tramas paisajísticas y ecológicas de las tramas socioeconómicas. Para su gestión, la Administración se apoya en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales aprobado en 1995, que sin embargo ha sido ejecutado en el 50 % de su articulado. Se desarrollan diversas iniciativas de conservación de fauna y flora silvestre, recogida de residuos sólidos, una adecuada información al visitante y mejora del conocimiento de los diferentes elementos de los espacios protegido. Sin embargo la participación social es escasa, la Junta Rectora se ha reunido en solo cuatro ocasiones, la última en 2001, se han producido desarrollos urbanísticos en la periferia del Parque que producen deterioro paisajístico y se han desarrollado una serie de infraestructuras que han reducido en unas 7 hectáreas la superficie protegida.

Palabras clave: Gestión, planificación, conservación, información, investigación, deterioro, paisaje.

ABSTRACT

Evaluation of Management Plan on San Pedro del Pinatar saltworks and sandy areas Regional Park (Murcia, Spain)

The Regional Park of Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar is a multifunctional territory from the standpoint of social, economic and environmental, where it is impossible to separate and therefore independently manage, ecological landscape and socioeconomic frames. For its management, Regional Public Administration supports the Natural Resources Management Plan approved in 1995, which has been implemented in 50% only. There are several development conservation wildlife initiatives on going related to solid waste collection, adequate information to visitors and better knowledge of protected areas essentials. However, public participation is low, the Governing Board has met only four times. The last time was far in 2001. Urban sprawl had occurred in park surroundings with landscape deterioration effects and had reduced 7 hectares of initially declared protected area.

Key words: Management, Planning, conservation, information, research, habitat and landscape loss.

1. LA EVALUACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN EN ESPACIOS PROTEGIDOS

La evaluación de la gestión se ha convertido en uno de los grandes retos a los que se enfrentan los espacios naturales protegidos. La gran importancia que estos lugares han adquirido como herramientas de conservación de la naturaleza en todo el mundo (UNEP-WCMC, 2008), han traído un creciente interés por conocer y comunicar cuáles son los resultados obtenidos y en qué medida las áreas protegidas sirven para alcanzar los objetivos para los que se concibieron (De Lucio *et al.*, 2010).

Aunque hay pocas dudas de que globalmente las áreas protegidas acogen una parte importante de la biodiversidad y amortiguan los procesos que las amenazan, planteando modelos de desarrollo sostenible con las actividades económicas y sociales que en ellos se desarrollan, el conocimiento científico sobre la eficacia del mantenimiento de la biodiversidad con la necesaria compatibilidad con las actividades

humanas en muchos casos es insuficiente (Gaston *et al.*, 2008 y De Lucio *et al.*, 2010), y la gestión se basa en ocasiones más en criterios empíricos que en la evidencia científica (Pullin, 2004).

La evaluación de la gestión es definida como el “juicio del grado en que se han alcanzado determinados objetivos establecidos de antemano, entre los que pueden considerarse los objetivos para los que se ha creado un espacio protegido”. Esta definición de evaluación supone un marco de referencia muy amplio, ya que los objetivos por los que se designan áreas protegidas pueden ser muy variados, y a menudo las áreas protegidas se caracterizan por la producción de bienes y servicios de difícil valoración.

Dentro de la evaluación de la gestión cabe matizar además si se evalúa la “eficacia”, es decir, si la gestión ha alcanzado determinados objetivos, o bien la “eficiencia” cuando además se hace referencia al coste asumido para conseguir dichos objetivos; la eficiencia implica eficacia con economía de medios. Algunos autores proponen además la “efectividad” como término que englobaría la eficacia y eficiencia. (Mallarach *et al.*, 2008).

La evaluación de la gestión de las áreas protegidas comprende entonces aspectos tan diversos como su designación, la adecuación y suficiencia de los medios dedicados a la gestión, la valoración de los propios procesos de gestión, hasta el alcance de los objetivos de los instrumentos de planificación y gestión, incluyendo la conservación de los valores por los que se designaron las áreas protegidas (De Lucio *et al.*, 2010).

La planificación y gestión de áreas protegidas se pueden plantear de múltiples formas, pero se pueden resumir en dos categorías genéricas con implicaciones diferentes: aquellas en las que el énfasis se pone en la protección del mundo natural y aquellas otras en las que está en el mantenimiento de una relación entre la naturaleza y las actividades económicas de la gente que dependen de éstas. Es esta segunda categoría la que nos interesa especialmente por el alcance y por su relevancia en este Parque Regional, que el Consejo de Europa (2000) como “área, cuyo carácter es el resultado de la acción e interacción de los factores humanos y naturales”.

Los parques naturales –o parques regionales- surgen como consecuencia de la interacción del hombre con el medio ambiente que le rodea. Es evidente que no es el “paisaje”, o determinados aspectos de la “biodiversidad” los únicos objetos de protección, hay muchos elementos de carácter económico y social que se encuentran encerrados en estos espacios y que contribuyen a su mantenimiento y diversidad en el sentido más amplio de la palabra. Por tanto, en un parque natural –o regional- están representadas: la naturaleza, las personas, la historia y los atributos físicos, así como los valores sociales y culturales.

Respecto a las políticas relativas al rol de los actores locales, hacen referencia a aquellos que su medio de vida está íntimamente conectado con el parque y/o con los valores naturales y culturales que se pretenden conservar. Situarlos en primer lugar no significa que el medio ambiente y otros valores deban estar subordinados a los factores económicos y sociales, sino reconocer que la supervivencia de estos valores depende del apoyo de los habitantes, y que la gestión debe incorporar, en la medida de lo posible, las necesidades e inquietudes de los habitantes del parque regional.

Junto a las cuestiones relativas a las especies, ecosistemas y lugares que requieren protección, en equilibrio con las actividades económicas, sociales y culturales que en estos espacios se desarrollan, comienzan a surgir preguntas sobre el funcionamiento de las áreas protegidas: ¿Cuáles son los objetivos de conservación y promoción del desarrollo sostenible? ¿Cómo medir el progreso en el alcance de éstos? ¿Es eficaz el manejo de áreas protegidas? y en definitiva ¿Qué podemos entender por eficacia en términos de conservación?.

Según De Lucio *et al.*, (2010), en España existen pocas iniciativas de evaluación de la gestión de áreas protegidas. Generalmente se trata de evaluaciones contables y de actividades, recogidas en memorias anuales de gestión (Mallarach, 2008).

Se han realizado algunas evaluaciones de sistemas de áreas protegidas en distintas regiones, promovidas por la propia administración, como por ejemplo la Junta de Andalucía (1999), el Gobierno de Aragón (DGA, 2004) o la Junta de Castilla y León (Consejo Regional de Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León, 2007). Entre las escasas evaluaciones objetivas y comprensivas de los sistemas de espacios protegidos realizada por la entidad independiente de evaluación del Plan de Espacios de Interés Natural de Cataluña, destaca la realizada por la Sociedad Catalana de Historia Natural (Mallarach *et al.*, 2008).

Pueden citarse además algunas iniciativas de evaluación de áreas protegidas basadas en indicadores cuantitativos recopilados de forma sistemática y continuada. Es el caso del sistema de indicadores para la evaluación de la Reserva de la Biosfera de Menorca, a cargo del Observatorio Socioambiental de Menorca o el sistema de indicadores de seguimiento y evaluación para los espacios naturales protegidos de la Cordillera Cantábrica, desarrollado por la administración asturiana (García y Huergo, 2007).

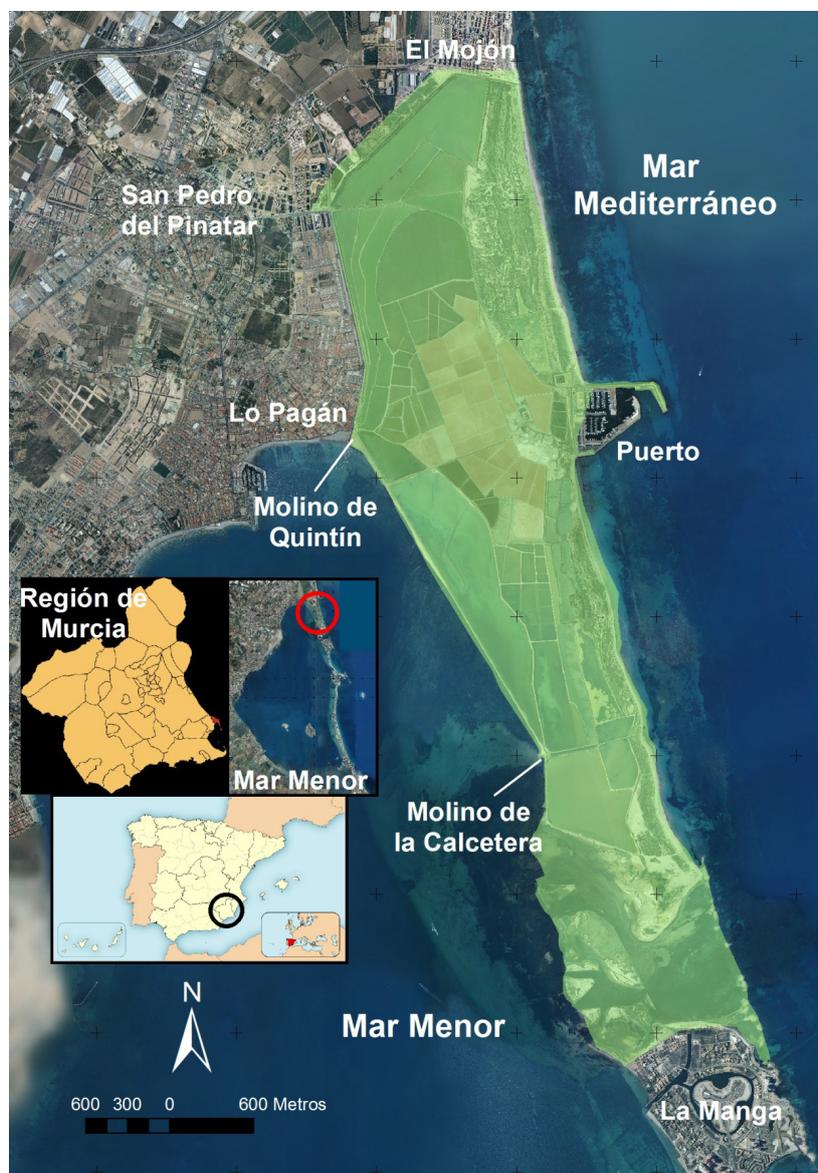
Si descontamos estas iniciativas más o menos aisladas, en general los avances en los últimos años han sido escasos (De Lucio *et al.*, 2010), aunque diversos compromisos nacionales e internacionales establecen la necesidad de evaluar las áreas protegidas, tal es el caso de la Red Natural 2000, que implica la exigencia a los Estados miembros de la Unión Europea de la necesidad de establecer sistemas de seguimiento, y de evaluar e informar de forma periódica sobre el estado de conservación de las especies y hábitats de interés (Artículos 11 y 17 de la Directiva Hábitats).

2. EVALUACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN EN EL PARQUE REGIONAL DE LAS SALINAS Y ARENALES DE SAN PEDRO DEL PINATAR

2.1. Aspectos generales

El Parque Regional se localizan en la porción litoral más septentrional de la Región de Murcia, en los términos municipales de San Pedro del Pinatar y San Javier. Tiene una superficie de 496 hectáreas, limita al norte con la urbanización del Mojón; al sur con la Manga del Mar Menor; al este con el Mar Mediterráneo y al oeste con el Mar Menor y la urbanización de Lo Pagán (figura 1).

Figura 1. Localización del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar.



Elaboración propia.

Constituye el complejo de humedales más importante del Mar Menor, formado principalmente por extensas superficies destinadas a la explotación salinera y sistemas ecológicos adyacentes de gran interés, típicos de zonas palustres y de otros ecosistemas sedimentarios: saladares, arenales y playas, que junto con las encañizadas albergan las mayores concentraciones regionales de aves acuáticas durante todo el año.

En términos generales se trata de un espacio con vocación de conservación de la avifauna, mantenida en buena parte por la actividad salinera, que ha utilizado técnicas tradicionales de explotación permitiendo la conservación de sus valores naturales. Presenta además un carácter de espacio periurbano manifiesto, dada su situación geográfica y el enorme desarrollo de las iniciativas urbano-turísticas en su entorno.

Ha sido incluido en dos Convenios Internacionales: la Lista de Humedales de Importancia Internacional del Convenio RAMSAR, junto a la laguna del Mar Menor y en aplicación del protocolo sobre Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (Convenio de Barcelona), se declara en 2001 la ZEPIM, Área del Mar Menor y Zona Oriental Mediterránea de la Costa de la Región de Murcia. En aplicación de la normativa de la Unión Europea, fue declarado como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Lugar de Importancia Comunitaria (LIC), por lo que forma parte de la Red Natura 2000 y en base a la legislación de la Región de Murcia fue declarado como Parque Regional y dispone de un Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) aprobado mediante Decreto en 1995.

Dentro del Parque acceden a diario más de 300 trabajadores (tabla 1) para desarrollar su actividad profesional en empresas privadas, algunas inciden directamente en su conservación como la explotación salinera y la explotación pesquera de las encañizadas y otras se han desarrollado en torno al puerto de San Pedro del Pinatar, como es la flota pesquera, el cultivo de granjas de diferentes especies de peces marinos que se desarrollan a una milla frente a dicho Puerto, puertos deportivos y el desarrollo del turismo. A lo que hay que sumar las actividades que desarrollan las diferentes administraciones de investigación acuícola, información y conservación del Parque, de protección civil y cruz roja.

Tabla 1. Trabajadores que desarrollan su actividad dentro del Parque Regional de Las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar

EMPLEO EN EL PARQUE REGIONAL	1996		2003		2010	
	Verano	Resto del año	Verano	Resto del año	Verano	Resto del año
Empresas privadas	+293	+289	364	349	324	312
Administraciones públicas	44	19	55	26	39	16
Total empleo dentro del Parque Regional	+337	+308	419	375	363	328

Fuente: Dirección General del Medio Natural (1997 y 2003); López *et al.*, (2010) y datos suministrados por Salinera Española y otros. Elaboración propia.

2.2. Recursos humanos y materiales para la gestión

2.2.1. Recursos humanos

El Parque Regional cuenta con un equipo de unos 8 profesionales en 2010 que trabajan para su gestión, mantenimiento y conservación (Biocyma, 2010).

2.2.2. Recursos materiales

En la tabla 2 se señalan las principales instalaciones de gestión de uso público.

Tabla 2. Instalaciones de gestión y uso público en el Parque Regional de Las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (2010)

TIPO DE INSTALACIÓN	EQUIPAMIENTO
Información, atención al visitante y comunicación social	Centro de Visitantes "Las Salinas". Punto de Información "Charca de El Coterillo".
Áreas Recreativas	Centro de Visitantes "Las Salinas" y Charca de "El Coterillo"
Observatorios	Torre pinar de "El Coterillo", Centro de Visitantes "Las Salinas", charca de "El Coterillo" (2) y charca del Centro de Visitantes (2).
Itinerarios auto guiados	Senda de la Encañizada y Senda de El Coterillo.
Almacén	Edificación tipo cochera 50m ² junto al Centro de Visitantes
Aseos	Aseos portátiles en la Mota de los Molinos.
Aparcamiento	Centro de Visitantes "Las Salinas" y charca de "El Coterillo", Curva de la Culebra, frente al puerto y playa de la Llana.

Fuente: Biocyma (2010).

2.3. Clasificación de las acciones de gestión

2.3.1. Tipos de acciones

La clasificación de las acciones de gestión es una tarea compleja. Según De Lucio *et al.*, (2010), a menudo es difícil decidir a qué categoría corresponde una acción determinada que puede satisfacer varios objetivos complementarios.

Tomando como base las discusiones del Grupo de Conservación de Europarc-España y el análisis de las categorías utilizadas de gestión de diferentes administraciones, De Lucio *et al.*, (2010), propone una clasificación que ha sido adaptada a la realidad de éste Parque:

1. Funcionamiento básico del Parque: Desarrollo de los instrumentos de ordenación y planificación (PORN y PRUG), mantenimiento de las instalaciones, limpieza y recogida de residuos, vigilancia y gestión preventiva y expedientes sancionadores.
2. Gestión “proactiva”: Conservación de especies amenazadas y acciones de conservación *Ex-situ*, mediante la recuperación de fauna herida o enferma en el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre. Conservación del paisaje y del hábitat mediante la restauración de procesos para recuperar ecosistemas y la eliminación y control de especies de flora invasora.
3. Gestión del uso público y educación ambiental: mejora de infraestructuras de atención al visitante, evolución del número de visitantes atendidos e itinerarios guiados, aula de naturaleza, encuestas a los visitantes sobre sus intereses, necesidades y satisfacción, certificación de la Q de Calidad Turística, quejas, sugerencias y felicitaciones.
4. Mejora del conocimiento: Información básica estudios promovidos desde la Administración y colaboración en otros proyectos, seguimiento de especies y hábitats.
5. Participación social: Junta Rectora.
6. Dinamización social: Difusión de actividades participando en medios de comunicación locales y regionales, colaboración con otras administraciones empresas y organizaciones. Formación del capital humano del Parque mediante el desarrollo de cursos de formación.

2.3.2. Funcionamiento básico

El funcionamiento básico está directamente relacionado con el trabajo diario de aplicación y desarrollo de los instrumentos de ordenación y planificación, así como de administración y mantenimiento y vigilancia.

2.3.2.1. Desarrollo de los instrumentos de ordenación y planificación

Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)

El PORN de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, fue aprobado por el R.D. nº 44/1995, de 26.05.1995 y publicado en el BORM nº 151, de 01.07.1995. En los 108 artículos que lo componen, se contabiliza un total de 48 compromisos para su desarrollo, que han tenido una desigual ejecución y cumplimiento. El articulado del PORN ha sido desarrollado desde su aprobación en 1995 y hasta diciembre de 2010 en un 48 %, un 2 % dispone de un desarrollo parcial y el 50 % restante está pendiente de ser aplicado

Entre los artículos que están siendo ejecutados y que han tenido una especial relevancia en el desarrollo socioeconómico y/o en la conservación del Parque Regional, se encuentra el artículo 22.3., donde los sucesivos y continuados planes de control de expansión de especies exóticas puestos en marcha desde inicios de los años 90, ha conseguido reducir de forma significativa el área de distribución de la pitera (*Agave americana*) y el carpobrotus (*Carpobrotus edulis*), mejorando la calidad paisajística y el hábitat del ecosistema dunar. Asimismo, el artículo 23.3, referente a la puesta en marcha de una red de itinerarios y recorridos que abarca todo el Parque, ha permitido que un número cada vez mayor de visitantes puedan conocerlo. La aplicación del artículo 103.1 a), permite disponer de un Servicio de Información al Visitante con profesionales muy cualificados, y de un Centro de Interpretación bien dotado que satisface las necesidades de los visitantes. Con el desarrollo del artículo 105.5, se ha priorizado que el equipo de información y otros trabajadores del Parque procedan de las poblaciones de entorno del mismo Parque (San Pedro del Pinatar y San Javier), y con el apartado 107.1. del PORN referente a la “recuperación

de la Actividad Pesquera de las Encañizadas”, se ha logrado compatibilizar una actividad económica tradicional con la conservación y mejora de éste sector del Parque.

Por otro lado, entre los artículos que no se han puesto en marcha que podrían ser relevantes en el desarrollo socioeconómico y/o en la conservación del Parque Regional, destaca la redacción y aplicación de los planes de recuperación y conservación de la fauna y flora (artículos 12.2 y 13.2). La recuperación y conservación de elementos de Interés Cultural, como son los molinos de Quintín y de la Calcetera, mediante el acuerdo con organismos públicos/privados (artículo 16.3), así como solicitar a la Consejería de Cultura incoar determinados expedientes de declaración de BIC para otros edificios con valores patrimoniales relevantes (artículo 16.5.). La aplicación del artículo 83.1, en el sentido de limitar la velocidad a 40 Km/h. reduciría la elevada mortandad de vertebrados en la carretera de acceso a Puerto. También se debería asignar un presupuesto anual para el desarrollo del PRUG (artículo 90), una vez que sea aprobado (artículo 93.1). Fomentar la participación pública mediante reuniones anuales de la Junta Rectora (artículo 92). Así mismo, disponer de un Convenio con la Compañía Salinera (artículo 106), es una de las principales tareas que de forma inexplicable aún pendiente de acometer, dado que unas 2/3 partes del Parque forman parte de la explotación industrial, su relevancia económica y social, se convierte en el actor y eje principal que incide en la conservación de este espacio protegido. Finalmente, evaluar la posibilidad de exención de tasas y bonificación de impuestos a propietarios y actividades siempre y cuando estas actividades incidan de forma positiva en su conservación (artículo 108), tal y como es la explotación industrial salinera y la explotación pesquera tradicional de las Encañizadas.

Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG)

El PRUG es el instrumento donde se fijan las normas generales de uso y gestión del Parque, es el principal instrumento de desarrollo del PORN, regulando los usos y actividades, estableciendo las normas y procedimientos de gestión y conservación, investigación, uso público, etc.

El artículo 89 del PORN, incluido en la Sección I: Directrices generales para la planificación y gestión, señala entre otros aspectos, que “en el plazo de un año a partir de la aprobación definitiva del PORN, se elaborará el PRUG”.

Los artículos 93 y 94, incluidos en la Sección II: Directrices para la elaboración del Plan Rector de Uso y Gestión, señalan que el PRUG puede redefinir en detalle la zonificación interior del PORN y que será revisado periódicamente. Así mismo, señala que el PRUG contendrá las determinaciones precisas para el desarrollo de la normas de su competencia: normas de gestión administrativa, las de uso público, las de investigación, las de gestión, aprovechamiento y mejora de los recursos naturales, las de protección del paisaje y el patrimonio natural y un programa de actuaciones. Igualmente contendrá el desarrollo de los planes y programas a ejecutar en el Parque Regional, como son: el Plan de Investigación, los de Conservación y Restauración de los valores naturales y culturales, el de Uso Público, el de Comunicación Ambiental y el de Evaluación y Seguimiento de la gestión.

El PRUG fue redactado en 2001 pero no se llegó a iniciar los trámites para su aprobación por parte del Consejo de Gobierno de la Región de Murcia ni a presentar a la Junta Rectora del Parque.

2.3.2.2. Coincidencias en la delimitación según la figura de protección

En el Parque Regional y su entorno confluyen diversas figuras de protección con unos límites que no coinciden en tres sectores (tabla 3 y figura 2 y 3).

- Al Norte del canal perimetral que delimita las Salinas del resto del territorio, el sitio Ramsar Mar Menor incluye la protección hasta 200 metros; la figura de Parque regional y la de ZEPIM protegen 100 metros de los incluidos en el Sitio Ramsar, mientras que la ZEPA y el LIC terminan en el lado exterior de dicho canal perimetral.
- Charca de los baños de lodo: La declaración de Parque Regional, el Sitio Ramsar y la ZEPIM incluyen la charca de los baños de lodo, mientras que el Área de Protección de la Fauna Silvestre, la ZEPA y el LIC excluyen dicha charca.
- Puerto de San Pedro del Pinatar: La figura de Parque Regional, el Sitio Ramsar y la ZEPIM incluyen al Puerto de San Pedro del Pinatar, mientras que la declaración de Área de Protección de Fauna Silvestre, la ZEPA y el LIC, excluyen al Puerto.

Tabla 3. Superficie y delimitación de cada figura de protección

AMBITO	FIGURA	EXTENSIÓN	DELIMITACIÓN
Autonómico	Parque Regional (incluye todo el ámbito PORN)	872,66	Al Norte, queda delimitado por una línea recta que, partiendo de la orilla del Mediterráneo, sigue el borde externo del canal perimetral de las salinas, prolongándose hacia el oeste hasta enlazar con el límite exterior de la banda de 100 metros, medidos a partir del borde externo de dicho canal.
	Área de Protección de la Fauna Silvestre	841,75	Coincide con la ZEPA y LIC
Europeo	Zona de Especial Protección para las Aves	841,75	Coincide con los límites del Parque Regional, excluyendo el puerto pesquero de San Pedro del Pinatar, la zona catalogada como “resto de ámbito PORN” y la laguna junto a Lo Pagán, conocida como “Charca de los Baños de Lodo”. También coincide con los límites del LIC
	Lugar de Interés Comunitario	841,75	Coincide con la delimitación de la ZEPA.
Internacional	Sitio RAMSAR “Mar Menor”	882,3	Coincide con los límites de los humedales protegidos por la Ley 4/1992, incluye la franja de 200 metros de anchura a partir del canal de drenaje de las salinas, desde su intersección al norte del suelo urbano del Mojón, hasta su unión, al sur, con la prolongación del límite oeste de la parcela de “El Saladar”, siguiendo por el límite sur de ésta hasta contactar de nuevo con el canal de las salinas.
	ZEPIM	872,66	Su delimitación incluye al Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar

Elaboración propia.

Figura 2. Coincidencia entre las diferentes figuras de protección en el entorno de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar.



Elaboración propia.

2.3.2.3. Desarrollo de infraestructuras al noroeste del canal perimetral

El área protegida al noroeste del canal perimetral que sirve de límite de la explotación salinera, viene determinada por los 200 metros desde dicho canal señalados por el Sitio Ramsar “Mar Menor”, que incluyen los 100 metros que el PORN cataloga como “resto de ámbito PORN”.

La superficie total abarca casi 29 hectáreas, donde se ha desarrollado una serie de infraestructuras que suponen una reducción de unas 7 hectáreas, sin tener en consideración la normativa del PORN y los compromisos adquiridos con el Convenio de Ramsar.

En los 100 metros denominados en el PORN como “Resto del ámbito PORN”, también incluidos en el Sitio Ramsar “Mar Menor”, que tiene una superficie de 15,93 hectáreas, la reducción se estima en 1 hectárea, con el desarrollo de las siguientes infraestructuras (figura 3):

1. Adecuación de un campo de fútbol junto a la urbanización de El Mojón.
2. Ampliación de la depuradora de San Pedro del Pinatar sin realizar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental (BORM N° 16 de 21/01/2004).
3. Construcción de parte del jardín municipal “Concejal José Antonio Pérez Henarejos”.

Por otro lado, dentro de los otros 100 metros incluidos dentro del Sitio Ramsar “Mar Menor” que dispone de una superficie de unas 13 hectáreas, su reducción por el desarrollo de infraestructuras se estima en unas 6,0 hectáreas, con la construcción de:

4. Desalinizadora de San Pedro del Pinatar (una parte de la misma).
5. Una pequeña superficie de la ampliación de la depuradora de San Pedro del Pinatar.
6. La avenida de las Garzas, que dé acceso a Lo Pagán y a las Salinas. En este caso se incluye también el tramo de los 100 metros dentro del “Parque Lineal”, ya que el PORN contemplaba como “compatible” la construcción de la avenida.
7. Un hotel y centro de talasoterapia (una parte de los mismos)
8. Casi todo el jardín municipal “Concejal José Antonio Antonio Pérez Henarejos”.
9. Algunos dúplex situados junto al Centro de Visitantes “Las Salinas”.

Figura 3. Infraestructuras al noroeste del canal perimetral.



Elaboración propia.

2.3.2. Mantenimiento y vigilancia

El Programa de mantenimiento y limpieza de la Red de Áreas de uso Público de la Región de Murcia se inició en la década de los 90, pero es a partir de 2003 donde se asignan recursos económicos y humanos que permiten disponer de personal en la mayor parte de los espacios naturales protegidos.

Las labores de limpieza y mantenimiento se enmarcan en un programa de apoyo a la gestión de las Infraestructuras y Áreas de Uso Público existentes en el medio natural de la Región de Murcia y en especial en la Red Natura 2000; así como a las infraestructuras básicas destinadas a la defensa forestal.

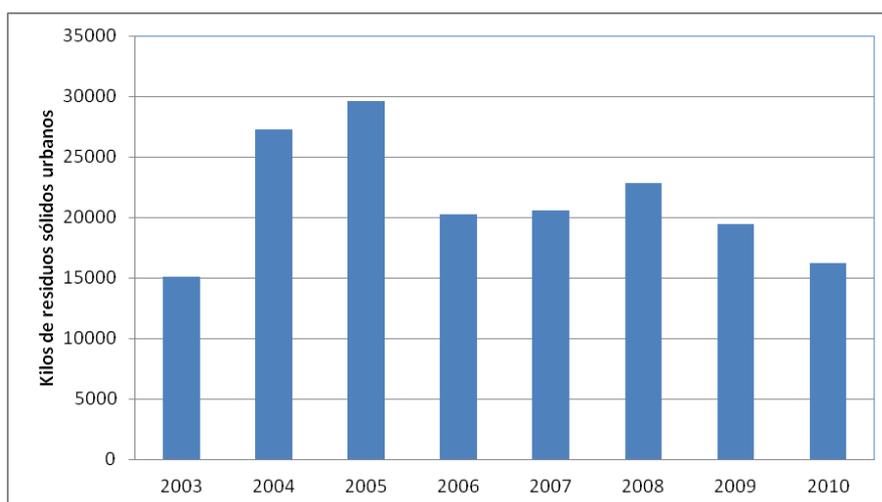
En el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro comprenden las siguientes actuaciones de limpieza de exteriores: áreas recreativas, apartaderos, aparcamientos, senderos, itinerarios y lugares de interés más visitados.

Para el Mantenimiento y reparación básica de infraestructuras ligeras situadas en Áreas de Uso Público se dispone de una brigada de mantenimiento que resuelve todas las incidencias y solicitudes que les deriva el coordinador del servicio, relacionadas con las áreas recreativas, observatorios, aparcamientos, senderos, etc., así como otros trabajos relacionados con infraestructuras de uso público cuando se desarrollan actividades de apoyo al personal de la administración en las diferentes actividades relacionadas con la gestión y el uso público de este espacio natural.

De la vigilancia del Parque Regional se encarga un Agente de Medio Ambiente, funcionario de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Se invierte anualmente unos 50 mil euros anuales en limpieza y mantenimiento, que ha permitido retirar entre 2003-2010 un total de 171.421 kilos de residuos sólidos urbanos, que representan una media de 21.428 kilos anuales (figura 4).

Figura 4. Residuos sólidos urbanos recogidos en el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (2003-2010).



Fuente: elaborado a partir de datos suministrados por la Oficina Regional de Espacios Protegidos.

2.3.3. Control administrativo

Una parte importante de los esfuerzos dedicados a la conservación de este espacio natural se dedica a la elaboración de informes y autorizaciones, infracciones y denuncias y reclamaciones y sugerencias.

2.3.4. Informes y autorizaciones

Se incluyen los informes y autorizaciones emitidos durante el periodo estudiado tal y como recomienda De Lucio *et al.*, (2010), incluye por un lado, las autorizaciones que son los expedientes administrativos relativos a una materia, cuya responsabilidad es propia del órgano competente en conservación de la naturaleza y, por otro, los informes que son los documentos que elabora el órgano competente en conservación de la naturaleza de forma preceptiva, cuando por razón de la materia la autorización compete a otro órgano o administración.

La relación de informes y autorizaciones de diferente naturaleza relacionados con el Parque como son la autorización de actuaciones a diferentes administraciones y a ciudadanos y empresas. Las solicitudes de uso público han ido aumentando con el paso de los años, como son las actividades de deportes en la naturaleza, fotografía, senderismo, voluntariado, educación ambiental, infraestructuras, circulación de vehículos, etc. (tabla 4):

Tabla 4. Tramitación de informes y autorizaciones en el Parque Regional de Las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (2002-2010).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Informes y autorizaciones	6	6	12	11	12	15	12	11	24
Solicitudes Uso Público	7	6	7	7	10	14	25	25	33

Fuente: López (2007), Ecopatrimonio (2009) y Biocyma (2010). Elaboración propia.

2.3.5. Infracciones y denuncias

Los agentes medioambientales denuncian anualmente a unas 2-3 personas por el tránsito y estacionamiento de vehículos de motor fuera de lugares habilitados, colocación de carteles publicitarios e inicio de obras sin autorización.

2.4. Gestión “proactiva”

2.4.1. Conservación del Patrimonio Natural

Destacan las acciones de conservación del medio biótico o abiótico, dirigidas a mantener o recuperar el estado de conservación de especies, hábitats y ecosistemas.

– Conservación de especies: Acciones “in situ” y acciones “ex situ”

Acciones “in situ”: Manejo de la Gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*)

La Gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) ha experimentado en el último tercio del siglo XX un rápido incremento en toda su área de distribución de la Península Ibérica, como respuesta al aumento de la disponibilidad trófica (sobre todo vertederos) y a la reducción de la presión humana en las colonias (Martí y Moral, 2003).

En Salinas de San Pedro del Pinatar el incremento de la población de gaviota patiamarilla fue continuo desde que por primera vez en 1993 nidificaran dos parejas. En 1999 con una población de 191 parejas, Ballesteros *et al.*, (1999) constata entre otros aspectos, un descenso de la población nidificante de charrán común (*Sterna hirundo*) en un 64,8 % con respecto al censo de 1995 (de 225 parejas en 1995 a 79 parejas en 1999) y en un 62,3 % de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) con respecto a al censo de 1995 (de 151 parejas en 1995 a 57 parejas en 1999).

A esto hay que añadir los accidentes producidos en 1999 y 2000 por el vuelo rasante que las gaviotas patiamarillas sobre los trabajadores de salinera que circulan en motocicleta en sus labores de mantenimiento de la explotación salina (Ballesteros, 2006).

En el año 2000 se empieza a controlar de forma ininterrumpida la gaviota patiamarilla, impidiendo su reproducción mediante la eliminación de los nidos con sus puestas en gran parte del Parque, aunque se permite su reproducción en sectores localizados y lejos de las colonias de otras especies de interés.

Las actuaciones sobre los nidos de gaviota patiamarilla ha dado como resultado:

1. Ausencia total de accidentes de los trabajadores de la salinera.
2. Recuperación del número de parejas de las especies afectadas.
3. Inicio de reproducción de otras especies escasas en la Península Ibérica, como es el charrán patinero (*Sterna sandvicensis*), gaviota picofina (*Larus genei*) y gaviota de audouin (*Larus audouinii*).

Sin el control efectivo realizado de la gaviota patiamarilla, se estima que contaría con más de 1000 parejas nidificantes, por lo que es muy probable que algunas especies de elevado interés de conservación se hubieran extinguido, otras tendrían poblaciones residuales y no se hubieran instalado nuevas especies con colonias escasas en la península Ibérica.

– Acciones de conservación Ex-situ

Las especies heridas localizadas en el Parque Regional son trasladadas al Centro de Recuperación de Fauna (CRFS) de “El Valle” (tabla 5).

Tabla 5. Especies de fauna trasladadas al centro de recuperación de fauna silvestre (1999-2010).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TOTAL ESPECIES	18	4	Sin datos	10	15	16	11	Sin datos	13	8	11	11

Fuente: Rey-Pastor *et al.*, (2002) y López *et al.*, (2007, 2008, 2009 y 2010). Elaboración propia.

– Conservación del paisaje y del hábitat

Entre las actividades desarrolladas con mayor efectividad destacan los proyectos de restauración de ecosistemas litorales y dunares ejecutados en el saladar y pinar de Coterillo, playas de La Llana y Centro de Visitantes “Las Salinas”, con la eliminación de especies exóticas como la uña de gato (*Carpobrotus edulis*), pitera (*Agave amaericana*) y gandul (*Nicotiana glauca*), la eliminación de senderos no autorizados y la repoblación con especies autóctonas como el albardín (*Lygeum spartum*), barrón (*Ammophylla arenaria*), lentisco (*Pistacea lentiscus*), enebro (*Juniperus macrocarpa*) y sabina negra (*Juniperus turbinata*).

2.4.2. Gestión del uso público

2.4.2.1. Equipamientos de Uso Público

El Programa de Información, Atención al Visitante y Comunicación Social atiende a los visitantes en un Centro de Visitantes o Punto de Información, cuya ubicación ha ido variando con los años y en función de las necesidades. En concreto, desde su puesta en funcionamiento, se han contado con los siguientes equipamientos de atención al visitante.

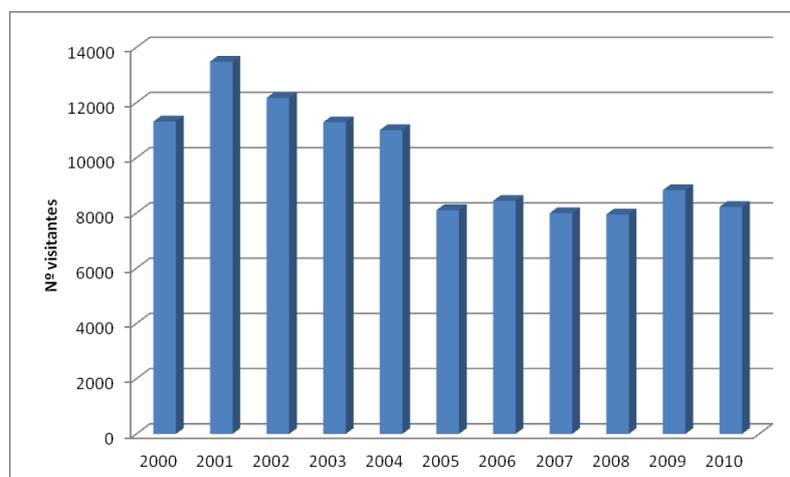
Centro de Visitantes: Centro de Recursos Marinos y Humedales del Litoral, abierto todo el año entre 1997 y 2001. Centro de Visitantes “Las Salinas”) Abierto todo el año desde 2002.

Puntos de Información: Punto de Información de la Playa de la Llana, abierto en verano entre 1990 y 2001. Punto de Información “Molino de la Calcetera”, abierto en verano entre 2000 y 2004. Punto de Información “Charca El Coterillo”, abierto en verano desde 2002.

2.4.2.2. Resultados de la atención al visitante e itinerarios guiados

En la figura 5 se contabilizan el número anual de usuarios atendidos en el Centro de Visitantes “Las Salinas” y en los puntos de información.

Figura 5. Número anual de visitantes informados. Fuente: Ballesteros *et al.*, (2006); Rey-Pastor *et al.*, (2002) y López *et al.*, (2007, 2008, 2009 y 2010).



Elaboración propia.

En la gráfica anterior se observa un descenso de unas 6000-7000 personas anuales en el número de visitantes atendidos a partir de 2005, ya que hasta entonces los contratos del Servicio de Información y Atención al Visitante en los espacios naturales estaban repartidos por diferentes empresas, que disponían de cierta capacidad para acordar con la administración los horarios y días de apertura al público. A partir de 2005 el contrato se asigna a una sola empresa y se acuerda con la Administración la homogeneización de todos los horarios sin tener en consideración las necesidades específicas de atención al visitante de cada espacio protegido.

Situación similar ocurre con los itinerarios guiados ofrecidos por el Servicio de Información del Parque supera el centenar de grupos, con más de 6000 personas atendidas anualmente hasta 2005. A Partir del año siguiente, el número de itinerarios no suele superar el centenar de grupos con menos de 4.000 participantes anuales.

2.4.2.3. Resultados de los sondeos de opinión

Se vienen realizando sondeos de opinión desde el inicio de los servicios de información en 1990, pero el sistema mejora la calidad con la implantación del Sistema Q de Calidad Turística en el Parque Regional en 2006, con dos tipos de encuestas, una general sobre el Parque y otra sobre el Centro de Visitantes y Servicio de Información, supervisadas por auditores externos.

Desde 2007 se vienen cumplimentando anualmente 150 encuestas generales sobre el Parque. Entre 2007 y 2010 se ha entrevistado a una media de 45,5 % de hombres y 54,5 % de mujeres, que de forma mayoritaria provienen de otras comunidades autónomas y en menor medida de la Región de Murcia. Más de la mitad de los encuestados tienen estudios universitarios y casi la mitad visitan el Parque por primera vez. Casi la mitad de los visitantes vienen en su vehículo particular, en grupo organizado o con la familia y el 88 % dice estar “satisfecho” o “muy satisfecho”.

2.4.2.4. Aula de naturaleza y educación ambiental

La administración de la Región de Murcia desarrolla un programa educativo en espacios naturales denominado “Red de Aulas de la Naturaleza”, que comenzó 2004 y está dirigido de forma inicial a escolares, pero de forma progresiva se ha ido ampliando su oferta al público en general, incorporando el resto de niveles educativos, adultos y otros colectivos (Alcántar *et al.*, 2011).

En los municipios del entorno del Parque Regional las campañas de educación ambiental tienen su origen en el año 2000 a través del Programa de Información y Atención al Visitante, cesando su actividad en 2004, coincidiendo con la puesta en funcionamiento de la Red de Aulas de la Naturaleza de la Región de Murcia.

No se disponen de datos sobre actividad educativa en centros escolares en los cursos escolares 2003/2004 y 2004/2005, pero si se tiene constancia que a partir del curso escolar 2006/2007 las actividades de educación ambiental reciben un impulso significativo con personal propio de la Red de Aulas de la Naturaleza de la Región de Murcia, que en el Parque Regional pone en marcha el Taller de Naturaleza “Molino de Quintín”, en donde han participado anualmente unos 1.200 alumnos de más de 40 centros de enseñanza.

2.4.2.5. Actuaciones y mejoras en los equipamientos de Uso Público

La Administración Regional destina en sus presupuestos anuales unos fondos para actuaciones que redunden en la mejora del estado de las infraestructuras y equipamientos de uso público. Dichos fondos, pueden provenir tanto de presupuestos propios, como de proyectos cofinanciados por la Unión Europea u otras administraciones o entidades.

Entre las actuaciones más representativas ejecutadas entre 2001 y 2010 destaca la instalación de paneles sobre la normativa del Parque, interpretación de los hábitats, la flora y la fauna, ampliaciones y mejora de las infraestructuras del Centro de Visitantes, obras en las pasarelas de acceso a las playas, elaboración de contenidos para las audio-guías del Parque, adecuación de senderos, remodelación de aparcamientos.

2.4.2.6. Certificado Q de Calidad Turística

La Q de Calidad Turística es una certificación desarrollada por EUROPARC-España que, en el caso de espacios naturales, acredita que un espacio protegido tiene unos servicios e instalaciones de Uso Público

de calidad, compatibles con los objetivos de conservación y fue implantada en las Salinas de San Pedro del Pinatar en 2006.

Esta norma está vinculada a diez aspectos concretos de Uso Público: dirección, acogida y recreación, información, señalización, educación ambiental e interpretación del patrimonio, reservas, seguridad, limpieza y mantenimiento, gestión ambiental, y seguimiento y evaluación (Dirección General de Medio Natural 2006).

El compromiso por la Calidad va más allá de la Certificación, tras la que se debe realizar una auditoría de seguimiento anualmente y una renovación cada dos años.

2.4.2.7. Reclamaciones y sugerencias

Con las hojas de sugerencias el público visitante puede expresar sus inquietudes, quejas e incluso felicitaciones, por determinadas actuaciones o situaciones que se lleven a cabo en el Parque Regional Salinas de San Pedro.

Entre 2007-2010, del total de inquietudes recogidas por el Servicio de Información del Parque, el 50,6 % son quejas, el 37,8 % son sugerencias y el 11,6 % son felicitaciones.

2.5. Mejora del conocimiento

2.5.1. Colaboración y participación en Proyectos de investigación

La Administración promueve programas de seguimiento y en otros, son las universidades o centros de investigación quienes desarrollan sus propios estudios.

En 2002, construido con fondos europeos, se inauguró el Centro de Investigación y Conservación de Humedales "Las Salinas", con el objetivo de fomentar la investigación sobre humedales, en él se ubicó el Programa de Seguimiento Biológico de Aves Acuáticas y humedales y se intentó desarrollar algún proyecto de investigación, si bien, la investigación sobre humedales no fue dotada con presupuesto propio, por lo que en la práctica su funcionamiento fue muy limitado, escaso y breve en el tiempo.

2.5.2. Programa de Seguimiento Biológico

El Programa de Seguimiento Biológico desarrolla de forma continuada un análisis de la evolución de las poblaciones de aves acuáticas, a la vez que identifica los problemas y amenazas para su conservación.

En el espacio protegido se han citado más de 160 especies de aves, de las que unas 126 especies tienen una presencia regular. Destacan las colonias reproductoras de larolimícolas, algunas de las cuales han propiciado que las Salinas de San Pedro hayan sido designadas como ZEPA, tal es el caso de la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) que mantiene entre 50-100 parejas, la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) con 30-40 parejas, el Charrancito común (*Sterna albifrons*) con unas 200-300 parejas y la Pagaza piconegra (*Gelochelidon nilotica*) con unas 150-200 parejas.

Con respecto al resto de vertebrados, destaca la presencia del fartet (*Aphanius iberus*), pez endémico del levante y sur de la Península Ibérica que se encuentra amenazado, el eslizón ibérico (*Chalcides bedriagai*) y el camaleón común (*Chamaleo chamaleon*) que tiene una densidad de 158,75 camaleones/ha, una de las más altas de España.

2.6. Participación social

En este apartado se incluyen las actuaciones desarrolladas por la Administración:

2.6.1. Junta Rectora del Parque

Según el artículo 92 del PORN, la Junta Rectora es el órgano de participación y de colaboración en la gestión del Parque Regional Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, en los términos previstos en el Decreto 9/1994, de 4 de febrero (BORM nº 36, de 14.02.1994), de constitución y funcionamiento de Juntas Rectoras de Espacios Naturales Protegidos, modificado por Decreto 2/1995, de 3 de febrero (BORM nº 43, de 21.02.95).

Desde la aprobación del PORN en 1995, la Junta Rectora se ha reunido en cuatro ocasiones, la primera en mayo 1996, otra en octubre de 1997, la tercera en diciembre de 2000 y la última en junio de 2001.

2.6.2. Programa de Voluntariado Ambiental

El comienzo del voluntariado ambiental en este Parque Regional se remonta a 1996 en el marco del Programa de Información y Atención al Visitante.

En 2003 nace el Proyecto de Acción de Voluntariado Ambiental "Artemia", que desarrolla sus actuaciones en este Parque Regional, que incluye, entre otras acciones, tareas de ayuda a la nidificación de aves, mejora de hábitats mediante repoblaciones de especies autóctonas y colaboración en la erradicación de las alóctonas, anillamiento científico de aves, ayuda al Programa de Información y al mantenimiento puntual de éste espacio.

Con las acciones desarrolladas durante estos años se han conseguido alcanzar, entre otros, los siguientes objetivos (López *et al.*, 2007; 2008, 2009 y Navarro *et al.*, 2011):

- Favorecer la supervivencia y conservación de especies de fauna y flora, con acciones destinadas a la mejora de hábitat y eliminación de especies vegetales exóticas.
- Estudiar la flora y fauna con la realización de censos y avistamientos.
- Colaborar en acciones de sensibilización ambiental con el Programa de Información del Parque, y en la celebración de días especiales.
- Complementar las tareas de mantenimiento con las de reparación de vallas, acondicionamiento del Jardín del Centro de Visitantes y otras.

Según Navarro *et al.*, (2011) las acciones realizadas tienen un impacto positivo y directo para las especies (censos, anillamiento, elaboración de cajas nido y huras) y vegetación (retirada de especies alóctonas, reforestación con autóctonas), así como para las infraestructuras (eliminación de basuras, arreglo de vallados) y para los propios visitantes (elaboración de paneles de flora y participación en la celebración de Días Mundiales).

El Proyecto de Voluntariado "Artemia" ha organizado entre 2003-2010 una media de 13,5 actividades anuales, con una participación media de 6 voluntarios/actividad.

2.7. Dinamización social

El Equipo de Información fomenta y participa en aquellas actividades relevantes del Parque Regional y su entorno. Además, promueve la implicación de la población, y en especial la población local, en el conocimiento y conservación del Espacio Protegido.

2.7.1. Participación en medios de comunicación

La difusión en los medios de comunicación, sobre todo en el ámbito local, ha tenido como objetivo principal la de difundir y sensibilizar a la población del entorno sobre los valores naturales del Parque, fomentar la participación social en las iniciativas emprendidas por el voluntariado ambiental y publicitar los eventos más relevantes.

2.7.2. Colaboración con otras administraciones, organizaciones y empresas

Otras de las tareas de dinamización social ha sido mantener una comunicación fluida con las diferentes concejalías del ayuntamiento de San Pedro del Pinatar, con el fin de desarrollar acciones conjuntas en diferentes ámbitos relacionados con la conservación.

Así mismo, se ha fomentado la colaboración con otras administraciones, empresas y organizaciones no gubernamentales para el desarrollo de diferentes actividades, como es publicar artículos y envío de noticias en revistas, entrega de material divulgativo, cumplimentación de informes sobre diferentes aspectos de Parque y el uso público.

2.7.3. Acciones formativas del personal del Parque

Desde 2007 se diseña anualmente para el personal del Programa de Información y de Aulas de la Naturaleza una serie de actividades de formación continua entre las que destacan: interpretación del patrimonio, educación ambiental, dinamización social, etc. (López, 2010). Entre 2007 y 2010 se han organizado entre 6 y 12 cursos de formación.

3. CONCLUSIONES

La evaluación de la gestión es uno de los grandes retos a los que se enfrentan los espacios naturales protegidos. La planificación y gestión de las Salinas de San Pedro debe estar basada en el mantenimiento

sostenible de la relación entre la naturaleza y las diversas actividades económicas que se desarrollan en su interior.

Dentro de la evaluación de la gestión, se evalúa, por un lado la “eficacia”, es decir, si la gestión ha alcanzado determinados objetivos y por otro, se realiza una aproximación a la “eficiencia”, es decir, relación entre coste-objetivos.

Con respecto al funcionamiento básico, el desarrollo de los instrumentos de ordenación y planificación 15 años después de la aprobación del PORN, presenta un desarrollo inferior a la mitad del total de los artículos que plantean actuaciones concretas. Se han ejecutado de forma exitosa proyectos de control de especies vegetales exóticas y revegetación con especies autóctonas, se dispone de un Servicio de Información al Visitante con profesionales muy cualificados, de un Centro de Interpretación bien dotado y se ha conseguido recuperar la actividad pesquera tradicional de las Encañizadas. Por otro lado, entre los artículos que no se han puesto en marcha destaca la aplicación de los planes de recuperación de la fauna y flora. La recuperación y conservación de elementos de Interés Cultural. Tampoco se ha asignado un presupuesto anual para el desarrollo del PRUG, una vez que sea aprobado. No se fomenta la participación pública mediante reuniones anuales de la Junta Rectora y no se dispone de un Convenio con la Compañía Salinera. En éste espacio protegido confluyen seis figuras de protección que tienen un ámbito autonómico, europeo e internacional, con unos límites que no coinciden al norte del canal perimetral, en la charca de los Baños de Lodo y en el Puerto de San Pedro.

De la denominada Gestión “proactiva” está teniendo un excelente resultado el control anual de gaviota patiamarilla, que garantiza la ausencia de riesgo de accidentes laborales de trabajadores de salinera, el mantenimiento y la ocupación de motas salineras por parte de un número cada vez mayor de especies de larolimícolas coloniales. Para la conservación del paisaje y del hábitat se han ejecutado proyectos exitosos en el camino de los Molinos y en la Charca de los Baños de Lodo. Sin embargo, se ha dejado al margen la ordenación y gestión territorial a la periferia del Parque, con un desarrollo urbanístico en los límites terrestres externos al área protegida entre el Mojón y Lo Pagán, interrumpida en el sector central, con el desarrollo de infraestructuras de carácter industrial (desaladora y desalobrizadora), donde aún subsisten algunas parcelas agrícolas y saladares marginales. Se ha perdido una hectárea incluida en el PORN por la ampliación de la depuradora de San Pedro del Pinatar, sin el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental y sin ser consultada la Junta Rectora del Parque; la adecuación de un campo de fútbol junto a la urbanización del Mojón y casi todo el jardín municipal “Concejal José Antonio Pérez Henarejos.

De la Gestión del uso público y educación ambiental, el Servicio de Información se ha convertido en uno de los ejes principales de la gestión del Parque por su cercanía a la población local y a los turistas, ya que atiende a más de 8.000 visitantes al año, organiza cerca de un centenar de itinerarios ambientales en los que participan unas 3.000 personas, organiza actividades especiales los días mundiales y desarrolla sondeos de opinión.

Con respecto a la mejora del conocimiento, la Administración Regional promueve un programa de seguimiento de aves acuáticas, con estimas de tendencias de especies.

La Participación social es escasa, en 15 años que tiene de vigencia el PORN, la Junta Rectora se ha reunido solamente en cuatro ocasiones, la última vez en 2001.

La dinamización social presenta unos buenos resultados, sobre todo en mantener una estrecha colaboración con los actores principales entre los que destacan el Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar, Asociación de Vecinos del Mojón y Salinera Española.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTEROS, G.A., BARBERÁ, G., PAVÍA, A. y PRIETO, A. (1999): *Elaboración de Directrices de Protección de Fauna en el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar y Paisaje Protegido de los Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor*. Cota Ambiental-Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Murcia, 231 pp.
- BALLESTEROS, G.A. (2006): *Análisis del estado de conservación del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar*. Murcia: Cota Ambiental S.L.-Consejería de Industria y Medio Ambiente. Murcia, 14 pp.
- MARTÍ, R. y MORAL, J.C. (2003): *Atlas de de las Aves Reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid, 452 pp.

- BIOCYMA. *Memoria Anual de Gestión (2010): Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar*. BIOCYMA-Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Murcia, 2010. 47 pp.
- CONSEJO DE EUROPA (2000): *European Landscape Convention*. Consejo de Europa. Estrasburgo.
- CONSEJO REGIONAL DE ESPACIOS NATURALES DE CASTILLA Y LEÓN (2007): *Informe anual sobre estrategia y resultados de la gestión de los Espacios Naturales Protegidos en Castilla y León 2006*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. Valladolid, 87 pp.
- DE LUCIO, J.V., ATAURI, J.A., MUÑOZ, M., MÚGICA, M., PUERTAS. (2010): *Herramientas para la Evaluación de Áreas Protegidas: Modelo de Memoria de Gestión. Manual08*. EUROPAC-España. Madrid, 123 pp.
- DOUVERE, F. (2008): The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management, *Marine Policy*, 32, pp. 762-771.
- DGA (2004): *La Gestión de los Espacios Naturales Protegidos de Aragón. Memoria divulgativa 2004*. Dirección General del Medio Natural. Departamento de Medio Ambiente. Diputación General de Aragón. Zaragoza, 201 pp.
- DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. (1997): *Boletín Informativo nº 3 del Parque Regional de las Salinas de San Pedro del Pinatar y humedales protegidos de la Región de Murcia nº 3*, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Murcia, 8 pp.
- DIRECCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL (2003): *Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar*, Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Murcia, 256 pp.
- DIRECCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL (2006): *Boletín El Mirador de la Red de Espacios Protegidos de la Región de Murcia nº 17*, Consejería de Industria y Medio Ambiente. Murcia, 7 pp.
- ECOPATRIMONIO (2009): *Memoria Anual de Gestión 2009: Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar*. Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad, Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Murcia, 38 p.
- GARCÍA, L. y HUERCO, E. (2007): *El sistema de indicadores de desarrollo sostenible de los parques naturales del Principado de Asturias (INDES-PAR)*. Boletín EUROPARC-España, pp. 27-32.
- GASTON, K.J., JACKSON, S.F., CANTÚ-SALAZAR, L., CRUZ PIÑÓN, G. (2008): *The Ecological Performance of Protected Areas. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, nº 39, pp. 93-105.
- LÓPEZ, T. (2007): *Memoria de gestión del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar 2006-2007*. Dirección General de Medio Natural. Murcia. 79 pp.
- LÓPEZ, T., DOMÍNGUEZ, S., MORENO, M.A., RAMOS, F. y SAURA, D. (2008): *Programa de Información, Atención al Visitante y Comunicación Social. Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar. Memoria anual*. Consejería de Agricultura y Agua. Murcia. 104 p.
- LÓPEZ, T., RAMOS, F., SAURA, D., GARCÍA, J., CASTEJÓN, N., MORENO, M.A. y GÓMEZ, M.E. (2009): *Programa de Información, Atención al Visitante y Comunicación Social. Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar. Memoria anual 2009*. Consejería de Agricultura y Agua. Murcia, 122 pp.
- LÓPEZ, T., NORTE, M.J., CASTEJÓN, N., GOMEZ, M.E., RAMOS, F. y SAURA, D. (2010): *Programa de Información, Atención al Visitante y Comunicación Social. Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar. Memoria anual 2010*. Murcia: Consejería de Agricultura y Agua. Murcia, 122 pp.
- MALLARACH, J.M., GERMAIN, J., COMAS, E., SABATÉ, X., BASORA, X. i CRUANYES, J. (2008): *Protegit, de fet o de dret? Primera avaluació del sistema d'espais naturals protegits de Catalunya*. Institució Catalana d'Historia Natural. Barcelona, 112 pp.
- NAVARRO, A., GONZÁLEZ, D. y LÓPEZ, J.D. (2011): *Programa de Voluntariado Ambiental en Espacios Naturales Protegidos de la Región de Murcia. Informe final 2010-2011*. Consejería de Presidencia. Murcia, 200 pp.
- PULLIN, A.S., KNIGHT, T.M., STONE, D.A. and CHARMAN, K. (2004): Do conservation managers use scientific evidence to support their decision-making? *Biological Conservation*, 2004, nº 119, pp. 245-252.
- UNEP-WCMC (2008): *State of the world's protected areas: an annual review of global conservation progress*. UNEP-WCMC. Cambridge, 68 p.

PREDICCIÓN METEOROLÓGICA ESTACIONAL Y SU COMUNICACIÓN AL PEQUEÑO AGRICULTOR EN EL NORDESTE DE BRASIL

Manuel Cabalar Fuentes

Departamento de Ciências Humanas e Filosofia
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Bahia-Brasil

RESUMEN

Muchos aspectos de la vida cotidiana de las personas son influenciadas por las condiciones meteorológicas. Este hecho es más claro si la actividad se desarrolla al aire libre, expuesta directamente a los avatares atmosféricos. Bien conocido es el caso de la agricultura y la ganadería, que para tener éxito y rendir adecuadamente necesitan de agua y temperaturas dentro de unos determinados umbrales. En este contexto, las predicciones meteorológicas importan mucho, pues ayudan a los productores a planificar mejor sus actividades, anticiparse a circunstanciales eventos negativos y mejorar, por tanto, las cosechas. Son más vulnerables los pequeños agricultores familiares, sin medios técnicos y con poco o ningún acceso a la información meteorológica, y es peor aún en áreas de Clima irregular como las semiáridas, donde las lluvias caen erráticamente y de vez en cuando las sequías causan grandes estragos precisamente en esos pequeños productores. En este trabajo vamos a hacer una aproximación teórica a la problemática de la comunicación de las predicciones meteorológicas a pequeños agricultores, con atención especial en el *Sertão* (el espacio semiárido del Nordeste de Brasil), completado con una visión previa de los mecanismos atmosféricos y oceánicos que influyen su clima, bien conocidos y monitoreados continuamente, facilitando la predicción anticipada de las condiciones meteorológicas estacionales.

Palabras clave: predicción meteorológica, pequeño agricultor, comunicación, semiárido, *Sertão*, Brasil.

ABSTRACT

Seasonal forecast and its communication to small farmer in Northeast Brazil

Many aspects of people's daily lives are influenced by the weather. This fact become more apparent when it involves outdoor activities, directly exposed to the atmospheric variability. Well known is the case of agriculture and livestock, where it is crucial, within certain thresholds, to perform adequately the need of water and temperature. In this context, the weather forecasts is considered significant, as this helps farmers to plan their activities, anticipate negative events and thereby improving the crop yields.

Usually, small family farmers are the most vulnerable group without technical resources and with low or no access to weather information. Particularly, territories with semi-arid climate, where the rainfalls are erratically and occasionally it can lead to droughts, represent the worse scenario for small producers.

In this paper we make a theoretical approach to the problem of communication of weather forecasts to small farmers, with special focus on *Sertão* (the semi-arid territory in the Northeast of Brazil). For understanding the case study, we complete this article with a previous summary of the atmospheric and oceanic mechanisms that influence their climate, well-known and continuously monitored, providing early prediction of seasonal weather conditions.

Keywords: seasonal forecast, small farmer, communication, semi-arid *Sertão*, Brazil.

1. INTRODUCCIÓN: LAS REGIONES SEMIÁRIDAS COMO EJEMPLO DEL IMPACTO DE LOS EXTREMOS CLIMÁTICOS EN EL MUNDO

A pesar de los avances tecnológicos que la sociedad humana ha experimentado en el último siglo, hasta ahora no ha sido capaz de alcanzar la total invulnerabilidad a las manifestaciones más extremas de

las fuerzas naturales. Terremotos, erupciones volcánicas, tempestades y sequías son eventos naturales que la ciencia nos ha permitido entender y explicar con gran detalle desde su génesis al seguimiento de todos sus estadios de desarrollo, pero no nos ha proporcionado medios para quedar totalmente indemnes a sus efectos. En la mejor de las hipótesis, ha permitido anticipar su ocurrencia y en consecuencia reducir sus impactos. En realidad, no es un atrevimiento decir que hoy en día, los seres humanos son más vulnerables que nunca a los desastres naturales. Con frecuencia los medios de comunicación nos muestran los impactos de numerosas catástrofes alrededor del Mundo, costando la vida de muchas personas y causando importantes daños materiales. El crecimiento continuo de la población, que se ha extendido por lugares remotos y peligrosos antes deshabitados, y como consecuencia directa de este proceso, la instalación de sus hogares, actividades cotidianas e infraestructuras en áreas inadecuadas ha aumentado en alto grado la exposición a los mayores impactos de la naturaleza (esencia del concepto de “Riesgo Natural”) y las catástrofes, consecuentemente, han aumentado su frecuencia y magnitud.

Entre los eventos naturales, la acción del Clima (o más exactamente, los eventos climáticos extremos) han alcanzado una posición particularmente importante en los foros de discusión popular e intelectual. Hace mucho tiempo que se discute sobre la variabilidad climática y el aumento de la nitidez y la frecuencia de los extremos (calor y frío intensos, lluvias torrenciales y sequías largas), que son casi siempre asociados al llamado “Cambio Climático” supuestamente inducido por las actividades humanas. No entra en los objetivos de este trabajo contribuir a este debate, ni indagar si el “Cambio Climático” es real, porque el Clima está siempre cambiando a diversas escalas temporales, ni tampoco discutir si el cambio es producido por el ser humano exclusivamente o también influyen factores naturales.

En cualquier caso, más allá de estas disquisiciones, no existe duda de que hay ciertos lugares en el mundo que, por su posición en el Globo, son frecuentemente influenciados por eventos climáticos extremos, y cuyas poblaciones conviven con ellos desde siempre con mayor o menor fortuna. Un caso paradigmático son las regiones semiáridas, localizadas en los límites de las áreas de influencia de climas húmedos y secos, como una transición entre ambos tipos. Son regiones altamente vulnerables justamente porque su posición de “frontera” climática entre dominios contrastados las convierte en extremadamente irregulares. Fases alternadas de lluvias benéficas y largos períodos secos son su principal seña de identidad. Estas características siempre han llamado la atención de los investigadores, son bien conocidos y estudiados en la literatura científica y ocupan espacios destacados en los manuales de Climatología más célebres. Dentro del dominio de los Climas semiáridos son particularmente conocidos el *Sahel* Africano y el *Sertão* del Nordeste del Brasil (a modo de ejemplo de sus características climáticas, véase la Figura 1), que han hecho correr auténticos ríos de tinta mediática, pero también científica y académica.

Muchas veces, las noticias nos hablan acerca de los episodios de sequía y sus consecuencias devastadoras sobre la actividad agropecuaria y la misma población humana, tal como está ocurriendo precisamente ahora, en los últimos años (desde 2011 hasta ahora) en el *Sertão* nordestino, que está padeciendo una de las peores sequías del último medio siglo. Siempre que esto sucede, todo parece indicar que la sequía es la única culpable de los gravísimos problemas sociales que allí tienen lugar, en una suerte de Determinismo Ambiental que liga de manera fatalista el destino de sus habitantes a los azares climáticos (Winter, 1999). Sin embargo, muchos autores y nosotros mismos creemos que los desastres no son causados solamente por la sequía, por el sencillo motivo de que ésta tiene lugar con frecuencia y los habitantes de estas regiones las conocen bien y saben cómo convivir con ello, y sí por la mala gestión de los recursos naturales (Elias, 1992; Alves, 2008), y los enquistados problemas de acceso a la tierra y extrema desigualdad social (con una oligarquía terrateniente con enorme fuerza política) que caracterizan de siempre esta extensa región. Dicho con otras palabras, los habitantes de esta región de Brasil han adoptado, por una parte, una actitud de *Resiliencia* bastante notable, concepto propio de la Psicología sobre el que no existe una definición universalmente aceptada pero que podemos considerar como “...competencia o un positivo y efectivo afrontamiento en respuesta al riesgo y a la adversidad” (Becoña, 2006: 127), o lo que es lo mismo, la capacidad para responder satisfactoriamente a circunstancias adversas de la vida, en este caso las duras condiciones climáticas. Y por otra parte, no se pueden dejar de lado serios problemas sociales de fondo arraigados desde hace mucho tiempo, manifestados en profundas desigualdades en el acceso a la tierra y al agua cuya importancia es decisiva para entender muchos problemas en tiempos de escasez. Diversos autores han denunciado en repetidas ocasiones este serio problema estructural, que está en la raíz misma de la miseria de gran parte de su población, más allá de las dificultades impuestas por el Clima (Alves, 2008). No obstante, sí hay que admitir que el inadecuado manejo del medio natural empeora aún más la situación. Por ejemplo, Jean Demangeot en su célebre obra “*Los medios “naturales” del globo*”, alude

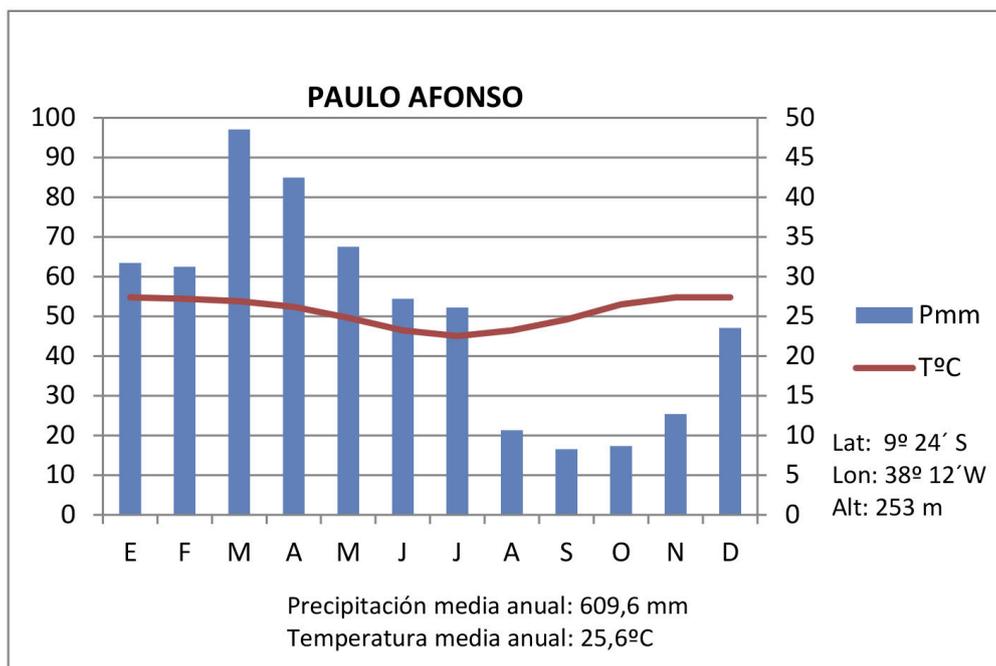
a estos ambientes semiáridos señalando que serían perfectamente habitables si fuesen adecuadamente tratados, cosa que infelizmente no sucede (Demangeot, 1989).

Antes de continuar, conviene detenerse en este punto para aclarar qué entendemos por *Sertão*, pues es un concepto que en Brasil es manejado con mucha frecuencia y aunque desde fuera puede parecer que hace exclusiva referencia al semiárido nordestino, en realidad no es así. Según Filho (2011), el término *Sertão* tiene origen en los colonizadores portugueses y hace referencia, entonces como ahora, a espacios interiores, lejanos, apartados, no necesariamente secos. Es una noción de lejanía, normal en un país tan extenso como Brasil con amplios espacios interiores poco poblados. Eso sí, conviene distinguir de qué *Sertão* se está hablando, y es por ello que Filho (op. cit.) señala que Ab´Saber, uno de los más ilustres geógrafos brasileños, siempre hizo hincapié en este importante detalle. De ahí que en este texto hablemos expresamente de *Sertão* del Nordeste de Brasil, pues es específicamente el que estudiamos y no otros.

2. LOS MECANISMOS REGULADORES DEL CLIMA EN EL NORDESTE DE BRASIL Y SU PREDICCIÓN

Por lo tanto, la adaptación a las condiciones ambientales es clave para evitar o al menos reducir los impactos negativos. Y en el mundo de hoy es también crucial (y técnicamente viable) anticipar eventos y planificar actividades con base en previsiones meteorológicas de medio y largo plazo. El *Sertão*¹ nordestino (Fig. 2) es un área particularmente atrayente para los investigadores por dos razones importantes: las lluvias irregulares, ya referidas, y su status como un clima “extraño”, pues ni su posición latitudinal ni el efecto de abrigo orográfico pueden explicar por sí solos su existencia². Las razones fundamentales hay que buscarlas en la circulación general atmosférica y sus relaciones con la temperatura de los océanos tropicales próximos (Atlántico y Pacífico). Precisamente en esta vía de investigación varios autores han trabajado en profundidad desde hace mucho tiempo.

Figura 1. Diagrama Ombrotérmico de Paulo Afonso (Bahia-Brasil). Período 1961-1990



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología (INMET), Brasil. Elaboración propia.

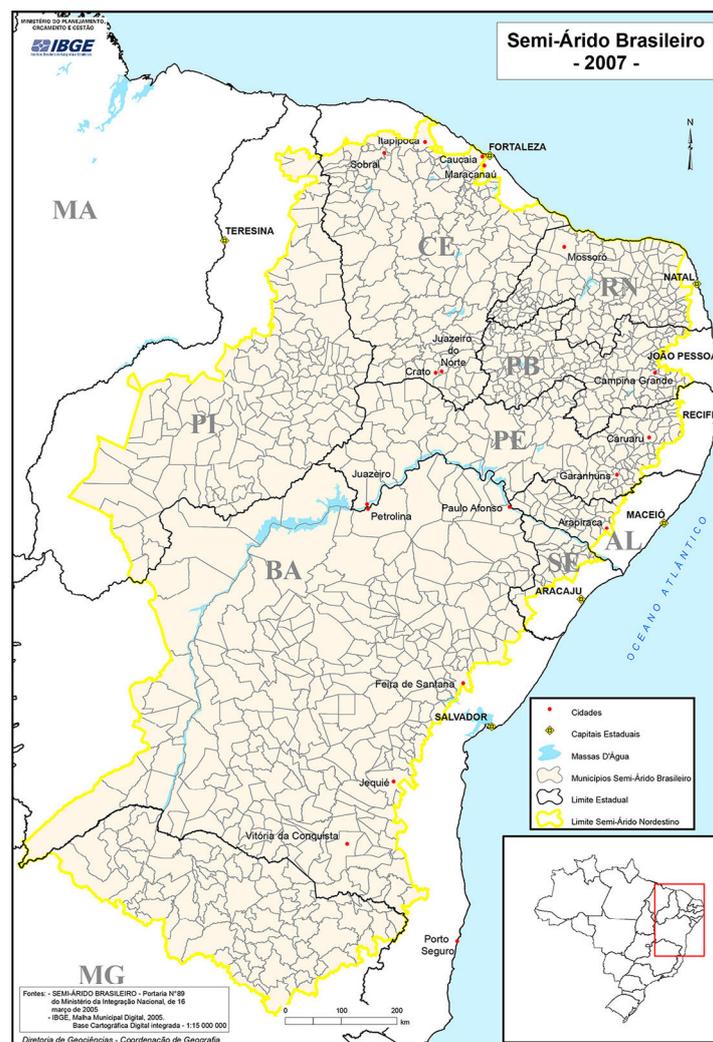
1 Tradicionalmente, el criterio para delimitar el Semiárido en Brasil es la isoyeta de 800 mm anuales de precipitación. El 10 de Marzo de 2005, el *Ministério da Integração Nacional* mantuvo el criterio pluviométrico y añadió otros dos: Índice de Aridez de hasta 0,5 calculado por el balance hídrico del período 1961-1990, y Riesgo de Sequia mayor del 60% tomando como base el período 1970-1990. Con estos criterios, el área Semiárida asciende a 982.563 Km² (SENA, 2007). A modo de comprobación, véase la Figura 2.

2 Ciertos enclaves del *Sertão* nordestino si padecen el efecto de barrera orográfica. Uno de los más conocidos es el área de los Cariris, a sotavento de la Sierra de Borborema (Estado de Ceará), pero son casos concretos dentro de un área semiárida muy extensa.

Podemos citar, entre otros, los trabajos de Nobre y Shukla (1996), Baldicero y Oliveira (2000), Haylock *et al.* (2006), Andreoli y Kayano (2007), Kucharski *et al.* (2008), Nascimento y Palmeira (2008), o Beserra *et al.* (2011), que observan el problema de las teleconexiones atmosfera-océano desde una perspectiva general para el Nordeste brasileño en conjunto, la misma sobre la que indagan Costa y Barbosa (2007) aportando estudios sobre los efectos en la vegetación. También son numerosos los trabajos que estudian este mismo asunto, si bien centrándose en una determinada región, como el ejemplo de Costa *et al.* (2009) para el Estado de Ceará. Otra perspectiva analiza la relación de la variabilidad pluviométrica con el régimen de vientos, tema estudiado por Cavalcante y Alonso (2006).

En todos estos trabajos, si dejamos de lado pequeñas diferencias de matiz, podemos observar una unanimidad casi total en explicar muchas de las variaciones interanuales de precipitación en el *Sertão* nordestino en base a las influencias de las anomalías de temperatura de las aguas del Pacífico y Atlántico tropicales, esto es, los fenómenos El Niño-La Niña y el llamado Dipolo del Atlántico. Conviene, sin embargo, hacer una importante anotación. Las explicaciones clásicas ligaban los períodos de sequía en el Nordeste de Brasil a la ocurrencia concomitante del fenómeno El Niño, pero muchos de los estudios consultados para este trabajo, antes reseñados, ponen en evidencia que tal relación no es tan concluyente como se suponía, o al menos no lo es en todos los casos. Más importancia tiene, en cambio, la temperatura del Atlántico Tropical, como descubren Nobre y Shukla (1996) o Andreoli y Kayano (2007). Aquí sí parece existir un vínculo más claro con las precipitaciones, lo que no deja de ser lógico por una simple cuestión de proximidad: el Atlántico baña directamente el Litoral Nordeste de Brasil.

Figura 2. Delimitación y localización del Semiárido en Brasil



Fuente: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Localización de Paulo Afonso incluida por el autor.

Estos procesos pueden ser detectados con cierta antelación gracias a la continua medición de la temperatura oceánica a través de satélites y buques de investigación, y conociendo el comportamiento habitual de la atmosfera cuando estas oscilaciones de la temperatura oceánica tienen lugar, es posible hacer una previsión razonablemente aproximada sobre las condiciones meteorológicas en los próximos meses, en particular si la precipitación tenderá a ser mayor o menor de las medias climáticas. Sin embargo, las previsiones de este tipo poseen un margen de error que no conviene despreciar, y prueba de esto son trabajos tan ilustrativos como el de Brabo *et al.* (2007) en el que se manifiesta una cierta discrepancia en los resultados de modelos de previsión estacional estadístico-dinámica de la precipitación del Nordeste del Brasil. Además, estas previsiones son *probabilísticas*, es decir, indican una probabilidad de ocurrencia mayor o menor de determinado evento (en este caso, el porcentaje de probabilidades de tener lluvias por encima o por debajo de la media), no indican certezas, y este hecho, como veremos más tarde, lleva a lamentables confusiones y desilusiones entre los usuarios finales de esta información, como pueden ser los agricultores. Entre tanto, no hay duda de que esta información es una inestimable ayuda para la planificación de actividades agrícolas y pecuarias, tanto en términos de estimar las etapas de siembra más adecuadas como una estimación de la cosecha final y las necesidades de irrigación y de alimento para el ganado. La importancia de este tema queda clara en trabajos como los de Azevedo y Santos (2007) o Brabo *et al.* (2008), que prestan atención a los riesgos climáticos para determinados cultivos (algodón) y sobre la sostenibilidad agrohidrometeorológica, teniendo en cuenta la irregularidad de las precipitaciones.

Es por tanto la irregularidad pluviométrica una de las principales señas de identidad del Clima existente en el Semiárido del Nordeste de Brasil, característica que dificulta todavía más la misión de predecir con antelación cómo van a ser las lluvias y eventualmente pone en serios compromisos a los profesionales meteorólogos, que quedan en entredicho si sus previsiones fallan. Es tarea delicada y al mismo tiempo imprescindible informar a la sociedad de las previsiones meteorológicas, y más aún a los agricultores, directamente afectados por los vaivenes atmosféricos. Es precisamente la dificultad de comunicar y hacer entender las previsiones a los pequeños productores la parte central de este trabajo, que pasamos a analizar en el apartado siguiente.

3. LAS DIFICULTADES DE TRANSMITIR PREVISIONES METEOROLÓGICAS ESTACIONALES A PEQUEÑOS AGRICULTORES: ENFOQUES TEÓRICO-PRÁCTICOS Y POSIBILIDADES DE APLICACIÓN EN EL SERTÃO NORDESTINO

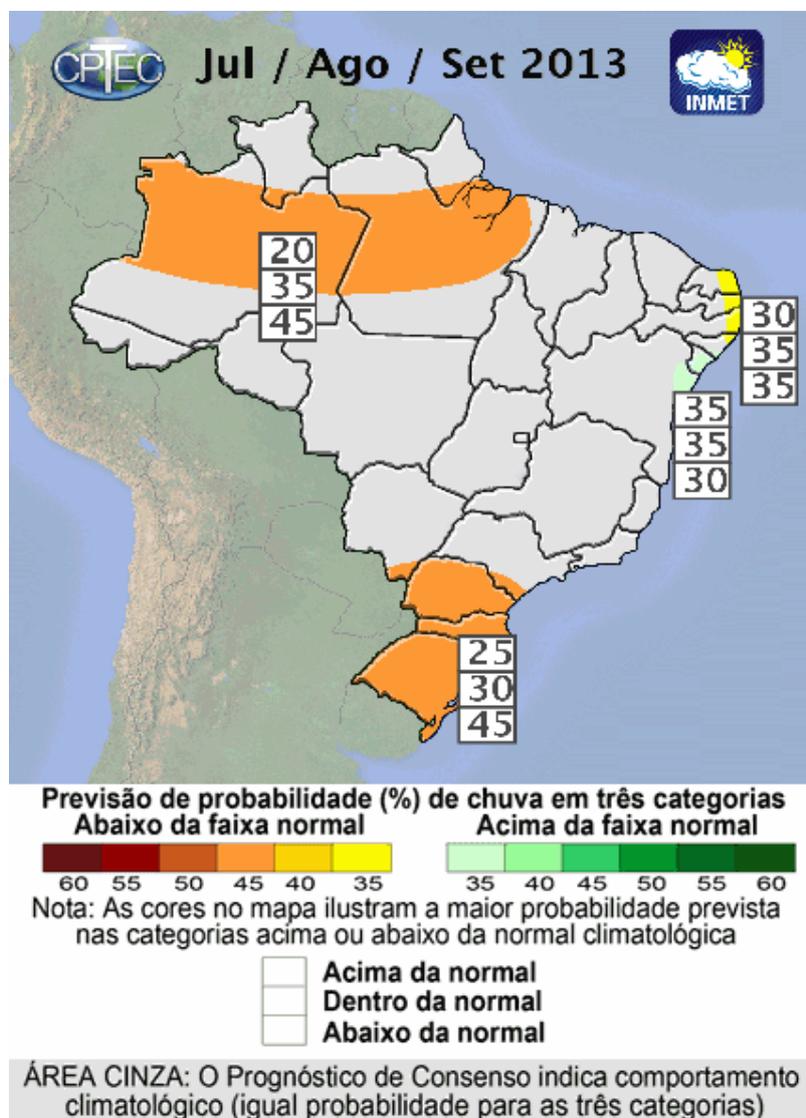
Como hemos visto en el apartado previo, existe la posibilidad de conocer con un cierto margen temporal cómo se comportarán las lluvias en el *Sertão*, teniendo en cuenta la conexión entre las lluvias y el comportamiento térmico de las aguas oceánicas adyacentes. Pero es de la máxima importancia que esta información llegue a todos los interesados, y en particular a los pequeños agricultores que, por un lado, suelen estar más expuestos a los eventos climáticos extremos y, por otro lado, tienen una capacidad de recepción de la información muy limitada. Es pues pertinente saber cómo llega la información meteorológica a estas personas y si es adecuada a sus intereses.

En Brasil existe una previsión trimestral “de consenso” de las condiciones climáticas básicas (precipitación y temperatura) elaborada de común acuerdo por el *Instituto Nacional de Meteorologia* (INMET) y el *Centro de Predição do Tempo e Estudos Climáticos* del *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE-CP-TEC). Este pronóstico es difundido en las páginas web de estos organismos en forma de Boletín (Fig. 3), por los medios de comunicación (menos detallado), y también por otros organismos como el *Instituto de Médio Ambiente e Recursos Hídricos* (INEMA), órgano perteneciente al gobierno del Estado de Bahía, que junto con el pronóstico general para Brasil introduce anotaciones específicas para el estado. Esta previsión toma en consideración múltiples factores atmosféricos y oceánicos de los que se ha hablado anteriormente, y establece la *probabilidad* de que las precipitaciones y las temperaturas sean superiores o inferiores a las normales climáticas. El pronóstico es entonces publicado como X porcentaje de *probabilidad* de ocurrencia. Este método de pronóstico estacional es habitual en las principales agencias meteorológicas del Mundo. El potencial de estos pronósticos para la planificación de actividades agrícolas y pecuarias es muy importante, y realmente una de las razones de su elaboración es precisamente ayudar en este tipo de acciones. Sin embargo, la transmisión de este tipo de información en concreto a pequeños agricultores es una misión de gran complejidad que en el ámbito académico ha encontrado un amplio tratamiento.

Algunos trabajos centran su atención en la perspectiva teórica del asunto, visto como un complejo proceso de comunicación (Taddei, 2008; Weiss *et al.* 2000; Rijks *et al.* 2000; Blench, 1999; Mukhala, 2000),

y otros trabajos, entre tanto, analizan casos concretos partiendo del mismo marco teórico-conceptual en espacios semiáridos como Mali (Hellmuth *et al.*, Zimbabwe (Pitt *et al.* 2002), Burkina Faso (Ingram *et al.* 2002), y el Estado de Ceará en Brasil (Lemos *et al.* 2002; Pennesi, 2007).

Figura 3. Previsión climática “de consenso” de las precipitaciones correspondientes al Trimestre Julio-Agosto-Septiembre de 2013



Fuente: Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil.

El magnífico trabajo de Taddei (2008) recoge perfectamente las bases conceptuales de esta problemática. Este autor señala que el proceso de comunicar la información meteorológica a pequeños agricultores suele ser muy poco efectivo por una razón simple: el mensaje no está adaptado al receptor final. Dicho con otras palabras: los agricultores no comprenden la información porque los servicios meteorológicos y los medios de comunicación lo transmiten en un lenguaje técnico (en el caso de los medios, salpimentado por ciertas dosis de sensacionalismo) que lo transforma en inútil e irrelevante para el destinatario final. A esta dificultad básica se unen otras como la imposibilidad de que las previsiones alcancen una escala local (el agricultor se interesa, como es lógico, por lo que pueda suceder con las lluvias en su pueblo o comarca, no en la totalidad de la región, y los modelos de predicción no tienen ese nivel de detalle), y la difícil comprensión del carácter *probabilístico* de la previsión (como dijimos antes, indica probabilidades y no certezas, por lo que existe un margen de error). Así, es frecuente que cuando una previsión indica que los próximos meses habrá X porcentaje de probabilidades de que las lluvias sean mayores o menores

de lo “normal”, los agricultores perciben esto como dato exacto, de modo que si finalmente sucede lo contrario de lo indicado por el pronóstico (especialmente si se produce sequía habiendo previsión de lluvias generosas) las críticas son duras y se produce una notable pérdida de confianza y de credibilidad en la fuente informativa y en el organismo que elabora y difunde el pronóstico. El mismo concepto de “normal” resulta equivoco para gran parte de los agricultores, pues toma en consideración el volumen total de lluvias y no considera el reparto mensual de las lluvias (regularidad) y si habrá períodos secos intercalados durante la estación lluviosa (los llamados *veranicos* en el *Sertão*), información que si interesa, y mucho, a los agricultores, pues puede comprometer la cosecha mucho más que las cantidades totales de lluvia. Este asunto es altamente delicado en un contexto en el que la agricultura familiar de subsistencia, aún muy poco evolucionada técnicamente, depende de unas lluvias escasas e irregulares para poder dar sustento a gran número de personas. La *Seca* es parte fundamental de la cultura *Sertaneja*, de las condiciones de la naturaleza con las que la gente lucha y a la vez convive desde hace muchas generaciones, y el estado de “ansiedad” por la llegada o no de las lluvias en el momento adecuado siempre está presente en el ánimo de la colectividad. Así, es habitual en el *Sertão* nordestino (y en la totalidad de los espacios con condiciones climáticas similares) que el agricultor no arriesgue su cosecha por unos pronósticos con alto grado de incertidumbre y adopte una estrategia de cultivo en la que mezcle variedades adaptadas a humedad y a sequedad, aún a condición de tener que replantar si la lluvia tarda en llegar (...*estão minimizando a perda de oportunidade da chuva, ainda que desperdiçando sementes. Isso é compreensível, dado o fato de que sementes estão disponíveis no mercado e chuva não está.* TADDEI, 2008, P.82).

Ni siquiera fían toda su suerte a los llamados “*Profetas da Chuva*”, agricultores que pronostican las condiciones de la estación lluviosa observando las señales de la naturaleza, un saber transmitido de padres a hijos: comportamiento de los animales, desarrollo de las plantas o elementos astronómicos, combinado con profunda Fe religiosa (Folhes *et al.* 2007). Estas personas gozan de una elevada credibilidad en el *Sertão*, fundamentalmente porque también son agricultores y “conectan” directamente con los conocimientos y mentalidades del mundo rural (una interesante reseña de la transformación de los “*Profetas da Chuva*” en fenómeno mediático inserido en el imaginario “urbano” del folclore *Sertanejo* puede encontrarse en Taddei, 2009).

Por lo tanto, existe un importante problema de comunicación en el que el mensaje transmitido es inadecuado para el receptor, y este hecho compromete seriamente la credibilidad de la información y de la propia fuente. En este contexto, es de una importancia transcendental adquirir un conocimiento lo más detallado posible de las demandas informativas del receptor final, lo que pasa por conocer su mentalidad y sensibilidad, no menospreciar su experiencia y conocimientos acumulados sobre el medio natural (frecuentemente el agricultor opina que existe una falta de respeto de los conocimientos tradicionales por parte de los organismos que elaboran los pronósticos, gente ajena al *Sertão* que no conoce su realidad como ellos), para poder alcanzar al mayor número posible de personas con un mensaje claro y comprensible.

Un magnífico ejemplo de los peligros que acechan tras la falta de entendimiento entre organismos emisores de pronósticos y agricultores es lo que sucedió con la *Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos* (FUNCEME) en el Estado de Ceará (vid. Lemos *et al.* 2002 y Pennesi, 2007). Esta unidad de la federación brasileña fue pionera en la utilización de pronósticos estacionales en la planificación agrícola, pues desde los años 90 del pasado siglo la FUNCEME elabora y difunde esta información tanto para gestores públicos involucrados en el desarrollo agrario y la gestión de recursos hídricos como para agricultores. Después de una inicial etapa de ilusión y entusiasmo, el modelo no tardó mucho tiempo en quebrar por los problemas señalados anteriormente: lenguaje inadecuado, pronóstico probabilístico mal entendido, escala espacio-temporal poco útil. Los primeros pronósticos “equivocados” derivaron en fuertes disputas y tensiones sociales y políticas (hemos explicado antes que el pronóstico *probabilístico* no contempla la regularidad de las lluvias, solamente la cantidad total) y en un descrédito importante de la FUNCEME, de manera que los agricultores no confían más en estos pronósticos, que consideran desvinculados de la realidad natural (los “*Profetas da Chuva*”, en este contexto, alcanzan especial resonancia en Ceará, vid. Taddei, 2009 y Folhes *et al.* 2007).

Los casos prácticos que hemos consultado para este trabajo (Mali, Burkina Faso y Zimbabwe) incluyen reuniones y entrevistas personales con pequeños agricultores con el objetivo de saber directamente si la información meteorológica llega hasta ellos y de qué manera, así como sus demandas de información, y también para explicarles con claridad qué es y qué supone un pronóstico probabilístico y en última instancia, lo que significan en realidad. Los resultados en todos los casos son los mismos: la

información llega a través de los medios de comunicación (la radio tiene un papel clave por causa de las altas tasas de analfabetismo existente en estas regiones y por su amplia cobertura espacial) y por medio de las agencias de desarrollo agrario, con un lenguaje y unos contenidos inadecuados y/o poco útiles para sus actividades. Salen a la luz los problemas de escala de la información (es técnicamente imposible proporcionar una información de detalle a escala local, pues los modelos no analizan a ese nivel) y de la regularidad de las lluvias. Los agricultores consideran de la mayor importancia para obtener una cosecha abundante saber cuándo comenzará la lluvia (incluidas las lluvias precoces de “pre-estación”), cuánto van a durar y si caerán con regularidad para poder planificar los cultivos y sus ciclos, informaciones éstas que también están fuera del alcance de los modelos de previsión a día de hoy. El problema de la comprensión del carácter probabilístico de la previsión, siempre señalado como uno de los más difíciles de solucionar, es explicado utilizando ejemplos tomados de los juegos de azar, como una caja con 100 papeles de tres colores en proporción a las probabilidades indicadas por el pronóstico (es el caso de Mali estudiado por Hellmuth *et al.*, experimento que permite a los agricultores comprobar que en estos pronósticos, la mayor *probabilidad* de una estación con lluvias abundantes no significa que no exista posibilidad alguna de que al final sea muy seca (en un caso como ese, las *probabilidades* de sacar el papel que indica año seco son pequeñas por el hecho de haber menor número de papeles de ese color, pero no inexistentes).

4. REFLEXIONES FINALES

Las previsiones meteorológicas estacionales, sin ser una ciencia exacta, son una gran ayuda a la hora de planificar actividades agrícolas y ganaderas, pues permiten obtener una visión aproximada de cómo se comportará la atmósfera en el futuro inmediato. Pero esa información debe ser tratada con sumo cuidado para no dar lugar a confusiones, en primer lugar, y en segundo lugar, tiene que ser difundida de manera tal que llegue a los directamente interesados de forma fácil y que sea portadora de un mensaje comprensible. De lo contrario, lo que podría ser una potente herramienta que permita a los pequeños agricultores de áreas sensibles como las semiáridas manejar mejor sus limitados recursos, pasa a ser un elemento extraño y frustrante que empeora aún más la situación. En el caso específico del *Sertão* del Nordeste de Brasil, existe una previsión estacional bien elaborada que, sin embargo, aún no ha conseguido llegar al pequeño agricultor, y allá donde se ha intentado (recordemos el caso de Ceará) ha terminado mal por la falta de entendimiento entre las partes implicadas. Son éstas, por lo tanto, las cuestiones a tener presentes a la hora de aplicar esta valiosa información en el auxilio de los pequeños productores rurales. En el caso del Estado de Bahia, creemos viable aplicar la misma metodología propuesta por los autores aquí estudiados, y ello significa partir de un primer contacto personal con los agricultores aplicando un cuestionario previamente estructurado, combinando preguntas abiertas y cerradas sobre la información meteorológica a la que acceden, cómo acceden a ella, si la entienden, y cómo y qué desearían recibir, además de averiguar sus conocimientos sobre el Clima de la región en base a su experiencia vital. Partiendo de esta valiosa información, en un segundo momento es posible experimentar una nueva forma de transmisión de la información meteorológica, adaptada a sus necesidades y expectativas. Esa vía de comunicación tendría que ser consensuada a partir de las evidencias obtenidas del trabajo con los agricultores y testada con ellos mismos para verificar su funcionamiento. Caso de no funcionar satisfactoriamente, sería sustituida por otra hasta encontrar una que proporcione buenos resultados. En resumen, se persigue como objetivo prioritario proporcionar una información accesible al mayor número de productores posible, tanto desde el punto de vista físico como interpretativo, o dicho de otro modo, que la información meteorológica consiga llegar y que al mismo tiempo pueda ser entendida correctamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. M. (2008): *Entre o combate à seca e a convivência com o Semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento*. Fortaleza, Banco do Nordeste (Teses e Dissertações, 12), 275 pp.
- ANDREOLI, R.V.; KAYANO, M.T. (2007): “A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.22, nº1, pp. 63-74.
- BALDICERO MOLION, L.C.; DE OLIVEIRA BERNARDO, S. (2000): “Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro”, en *Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Rio de Janeiro. pp. 1334-1342.
- BECOÑA, E.; (2006): “Resiliencia: definición, características y utilidad del concepto”, en *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, Vol. II, nº3, pp. 125-146.

- BESERRA LUCENA, D.; GOMES FILHO, M.F.; SERVAIN, J. (2011): “Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no Nordeste do Brasil”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.26, nº2. pp. 297-312.
- BLENCH, R. (1999): “Seasonal climate forecasting: Who can use it and how should it be disseminated?”, en *Natural Resource Perspectives*, nº47. Disponible en Internet (<http://www.odi.org.uk/resources/docs/2871.pdf>). Acceso en 2-08-2012.
- BRABO ALVES, J.M.; ARAÚJO COSTA, A.; SOUSA SOMBRA, S.; BEZERRA CAMPOS, J.N.; DE SOUZA FILHO, F. de A.; PASSOS RODRIGUES MARTINS, E.D.; DA SILVA, E. M.; SANTANA DOS SANTOS, A.C.; BARBOSA, H.; BARBOSA MELCIADES, W.L.; FERRAN MONCUNNIL, D. (2007): “Um estudo inter-comparativo de previsão sazonal estatística-dinâmica de precipitação no Nordeste do Brasil”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.22, nº3. pp. 354-372.
- BRABO ALVES, J.M.; B. CAMPOS, J.N.; B. VIEIRA, V. de P. (2008): “Análise de sustentabilidade agro-hidrometeorológica no estado do Ceará”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.23, nº.1. pp. 103-114.
- CAVALCANTE DE LIMA MOSCATI, M.; ALONSO GAN, M. (2006): “Rainfall variability in the rainy season of semiarid zone of Northeast Brazil (NEB) and its relations to wind regime”, en *International Journal of Climatology*, nº.27, pp. 493-512.
- CAVALCANTI, I.F.A. (2009): *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo, Oficina de Textos. 463 pp.
- COSTA DOS SANTOS, C.A.; BARBOSA DE BRITO, J.I. (2007): “Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.22, nº.3, pp. 303-312.
- COSTA DOS SANTOS, C.A.; BARBOSA DE BRITO, J.I.; RAMANA RAO, T.V.; ALENCAR MENEZES, H.E. (2009): “Tendências dos índices de precipitação no estado do Ceará”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.24, nº.1. pp. 39-47.
- DEMANGEOT, J. (1989): *Los medios “naturales” del globo*. Barcelona, Masson. 251 pp.
- ELIAS DE CASTRO, I. (1992): *O mito da necessidade: discurso e prática do regionalismo nordestino*. Rio de Janeiro, Bertrand do Brasil, 247 pp.
- FILHO, F. D. A. (2011): “Sobre a palavra “Sertão”: origens, significados e usos no Brasil (do ponto de vista da ciência geográfica)”, en *Ciência Geográfica*, Vol. XV (1), pp. 84-87.
- FOLHES, M.T.; DONALD, N. (2007): “Previsões tradicionais de tempo e clima no Ceará: o conhecimento popular à serviço da ciência”, em *Sociedade e Natureza*, nº.19 (2). pp. 19-31.
- HAYLOCK, M.R.; PETERSON, T.C.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIACÃO, Y.M.T; BAEZ, J.; BARROS, V.R.; BERLATO, M.A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GARCIA, V.J.; GRIMM, A.M.; KAROLY, D.; MARENGO, J.A.; MARINO, M.B.; MONCUNILL, D.F.; NECHET, D.; QUINTANA, J.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J.L.; TREBEJO, I.; VINCENT, L.A. (2006): “Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with Sea Surface Temperature”, en *Journal of Climate*, Vol.19, pp. 1490-1512.
- HELLMUTH, M.; DIARRA, D.Z.; VAUGHAN, C.; COUSIN, R.: “Increasing food security with agrometeorological information: Mali’s National Meteorological Service helps farmers manage climate risk”, en *World Resources Report*. Disponible en Internet (http://www.wri.org/sites/default/files/wrr_case_study_increasing_food_security_mali.pdf). Acceso en 2-08-2012.
- INGRAM, K.T.; RONCOLI, M.C.; KIRSHEN, P.H. (2002): “Opportunities and constraints for farmers of West Africa to use seasonal precipitation forecast with Burkina Faso as a case study”, en *Agricultural Systems*, nº74, pp. 331-349.
- KUCHARSKI, F.; POLZIN, D.; HASTENRATH, S. (2008): “Teleconnection mechanisms of Northeast Brazil droughts: modeling and empirical evidence”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.23, nº2, pp. 115-125.
- LEMONS, M.C.; FINAN, T.J.; FOX, R.W.; NELSON, D.R.; TUCKER, J. (2002): “The use of seasonal climate forecasting in policymaking: lessons from Northeast Brazil”, en *Climate Change*, nº55, pp. 479-507
- MARENGO, J. A. (2008): *Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil*. Brasília, Parcerias Estratégicas.
- MUKHALA, E. (2000): “Meteorological services and farmers in Africa: Is there shared meaning?”, en *Sustainable Development Department*, FAO.
- NASCIMENTO BEZERRA, A.C.; PALMEIRA CAVALCANTI, E. (2008): “Energia estática sobre o Norte e Nordeste do Brasil relacionada com a temperatura da superfície do mar”, en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.23, nº2, pp. 239-263.

- NOBRE, P.; SHUKLA, J. (1996): "Variations of Sea Surface Temperature, Wind Stress and Rainfall over the Tropical Atlantic and South America", en *Journal of Climate*, Vol.9, pp. 2464-2479.
- PATT, A.; GWATA, C. (2002): "Effective seasonal climate forecast applications: examining constraints for subsistence farmers in Zimbabwe", en *Global Environment Change*, nº12, pp. 185-195.
- PENNESI, K. (2007): "Improving forecast communication. Linguistic and cultural considerations", en *Bulletin of American Meteorological Society*, Vol.88, nº7, pp. 1033-1044.
- RIJKS, D.; BARADAS, M.W. (2000): "The clients for agrometeorological information", en *Agricultural and Forest Meteorology*, nº103, pp. 27-42.
- SENA PEREIRA JR., J. (2007): *Nova delimitação do Semi-árido brasileiro*, Consultoria Legislativa, Câmara dos Deputados, Brasília. 24 pp.
- TADDEI, R. (2008): "A comunicação social de informações sobre tempo e clima: o ponto de vista do usuário", en *Boletim do SBMET* Agosto-Diciembre 2008. pp. 76-86.
- TADDEI, R. (2009): "Os profetas da chuva do Sertão como produção midiática", Trabajo presentado para la reunión anual de 2009 de la Latin America Studies Association. Disponible en Internet (<http://lasa.international.pitt.edu/members/congress-papers/lasa2009/files/TaddeuRenzo.pdf>) Acceso en 2-08-2012.
- VIEIRA DE AZEVEDO, P.; DOS SANTOS SILVA, F.D. (2007): "Risco climático para o cultivo do algodoeiro na região Nordeste do Brasil", en *Revista Brasileira de Meteorologia*, Vol.22, nº.3. pp. 408-416.
- VVAA (1998): *Análise dos atributos climáticos do Estado da Bahia*. Salvador, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. 85 pp.
- WEISS, A.; VAN CROWDER, L.; BERNARDI, M. (2000): "Communicating agrometeorological information to farming communities", en *Agricultural and Forest Meteorology*, nº103, pp. 185-196.
- WINTER RIBEIRO, R. (1999): "Seca e determinismo: a gênese do discurso do Semi-Árido nordestino", em *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, Vol. 22, pp. 60-91.

GÉNESIS DE TORMENTAS SEVERAS Y SU INCIDENCIA EN LA REGIÓN DE MURCIA

David Espín Sánchez y Asunción Romero Díaz

Departamento de Geografía
Universidad de Murcia

RESUMEN

En el Sureste peninsular son constantes las situaciones de inestabilidad convectiva alimentadas en niveles altos atmosféricos por irrupciones de masas de aire ártica/polar. Bajo estas condiciones, debido al desplazamiento de los núcleos convectivos, las cuencas y valles fluviales intrabéticos son bastante proclives a los meteoros severos, tales como lluvias torrenciales, granizo o descargas eléctricas. Uno de los sistemas más perjudiciales, las supercélulas, suelen gestarse en los meses estivales o tardo-estivales, especialmente con la superficie terrestre muy calentada, acompañado además de altos índices de cizalla y helicidad. En este trabajo se analizan estos factores y las situaciones de inestabilidad convectiva más importantes registradas en la Región de Murcia (Sureste de España) en época reciente. La zona más afectada por las tormentas severas corresponde al norte de la Región, principalmente debido a vaguadas y vórtices fríos de origen ártico/polar marítimo de onda corta. Para ello se han utilizado: (i) los datos de estaciones meteorológicas en superficie y (ii) los sondeos aerológicos disponibles en el área, en particular los relativos a régimen de temperaturas, estratificación térmica vertical e indicadores de inestabilidad atmosférica. Se han obtenido correlaciones entre diferentes variables tormentosas, mostrando, por ejemplo, una buena relación la altitud con el número de días de tormenta, pero no así con las tormentas severas.

Palabras clave: supercélula, convección, cizalladura, vorticidad, Sureste de España.

ABSTRACT

Genesis of severe storms and their incidence in south-eastern Spain

Situations of convective instability fed by irruptions of arctic / polar air at high altitudes are common in the south-east of the Iberian Peninsula. In such conditions, due to the displacement of convective nuclei, the river basins and flood valleys are prone to severe weather activity, such as torrential rainfall, hail or electrical discharges. One of the most threatening systems, the supercell, usually occurs during summer or late summer, when the land is very warm, accompanied by high indices of wind shear and helicity. In this contribution, we analyse these factors and the most recent situations of convective instability recorded in the province of Murcia (SE Spain) in recent years. The part of the province most affected by severe storms was the northern zone, mainly due to shortwave troughs and cold vortices from arctic / polar maritime sources. We use data from surface weather stations and the atmospheric soundings available in the region, particularly those that measure temperature, vertical thermal stratification and indicators of atmospheric instability. The correlations obtained between the different storm variables revealed, for example, a good relation between altitude and the number of stormy days but not severe storms.

Keywords: supercell, convection, wind shear, vorticity, south-eastern Spain.

1. INTRODUCCIÓN

Las tormentas severas se definen como aquellas que generan en superficie vientos muy fuertes o huracanados, granizo inusualmente grande, precipitaciones de carácter torrencial, que provocan inundaciones relámpago, o intenso aparato eléctrico. Dependiendo de las características internas de las diferentes Supercélulas (SP) predominará o será caracterizada por un determinado meteoro.

Las habituales precipitaciones intensas y episodios de fuertes inundaciones en el Mediterráneo español, ha motivado el análisis y estudio de estas situaciones. Los Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), han sido estudiados tanto en la vertiente septentrional (López *et al.*, 1964; García Miralles & Carrasco, 1958; Font Tullot, 1983; Novoa, 1981; Puigdefábregas & Martí, 1983; Llasat, 1987) como en la meridional (Capel, 1990, Olcina, 1994;). Por el contrario, las fuertes células convectivas con génesis de inundaciones relámpago, han sido menos analizadas en España.

En EE.UU. se estudiaron las complejas estructuras convectivas, mediante el estudio de corrientes de aire ascendentes y descendentes (Byers & Braham., 1949), identificadas en los radares meteorológicos con reflectividades de 45 dBZ durante, al menos, cinco minutos (Rogers 1976; Browning, 1977; Foote & Mohr, 1979). Se acuñaron definiciones de tormentas severas, teniendo en cuenta esencialmente la velocidad ascensional (>25 m/s-1), y reflectividades (>45 dBZ) durante al menos 50 minutos (Marwitz, 1972a; Browning, 1977; Jameson & Hymselfield, 1980; Kraus & Marwitz, 1984; Farley *et al.*, 1986). Se llega a dividir a las supercélulas en carácter unicelular o multicelular, siendo las más intensas y de mayor desarrollo vertical las primeras (Carte & Held., 1978; Knight *et al.*, 1982).

En España ha sido menor la aportación al contexto científico internacional y el estudio de supercélulas no se desarrolló hasta la década de los años noventa del siglo XX. Destaca el trabajo de Castro *et al.* (1989) donde concluye que el porcentaje total de supercélulas convectivas con respecto al total peninsular, alcanza un 7%. Mas recientemente destacan los trabajos descriptivos de situaciones concretas de áreas del interior peninsular de Martín & Riosalido (1995), Elizaga *et al.* (2001) o Quirantes (2004, 2007, 2008)

Este artículo, tiene como objetivo principal el estudio de las características de las tormentas “severas”, que afectan a una amplia área del Sureste de España. Por estar este espacio inmensamente ocupado y ser de gran tradición hortofrutícola, el análisis de condiciones severas adquiere aquí especial relevancia. La vulnerabilidad de este tipo de cultivos (e.g. cítricos, hortalizas, etc.) ante el rigor de granizadas y lluvias torrenciales, en ciertos momentos del ciclo vegetativo, hace necesario conocer la magnitud y frecuencia de aparición de fenómenos convectivos severos en el área analizada.

Dentro de este contexto resultan claves ciertas configuraciones sinópticas que favorecen procesos de acusada inestabilidad cuando, por lo general, las precipitaciones son escasas durante todo el año. Aquí se analizan dos ejemplos de estas situaciones, junto con diversos factores locales, para completar la información existente y mejorar el conocimiento sobre el desarrollo de importantes tormentas en la Región de Murcia.

1.1. Área de estudio

La Región de Murcia, en donde se ha realizado este estudio, puede servir de referencia de un ámbito mayor, como es el Sureste de la Península Ibérica (Figura 1). Tiene una superficie de 11.313 km² y está situada en el sector suroriental del dominio morfoestructural de las Cordilleras Béticas. Al norte limita con la zona de transición entre la llanura manchega y las estribaciones prebéticas, lindando con la Comunidad Valenciana (Alicante) y Castilla-La Mancha (Albacete), hacia el oeste con el sector montañoso Bético correspondientes a las provincias andaluzas de Jaén, Granada y Almería. Hacia levante limita con la provincia de Alicante, pero principalmente con el Mar Mediterráneo, y en la frontera meridional con la provincia de Almería. Por tanto, participa de las características levantinas, meseteñas y andaluzas, y posee una variada diversidad paisajística (Romero & Belmonte, 2002). Presenta un gran contraste orográfico con sierras más o menos aisladas que adquieren mayor altitud hacia el noroeste y alternan con valles, depresiones y llanuras (Romero, 2007). Las sierras meridionales están construidas sobre materiales del Bético (s.s), de gran complejidad tectónica, formando la alineación litoral y prelitoral, entre las que destaca la abertura que supone el Campo de Cartagena, que desciende gradualmente desde la sierra de Carrascoy hasta el Mar Menor. Destaca así mismo la gran depresión o corredor del Guadalentín. En el sector centro-septentrional se extiende otra serie de sierras formadas sobre materiales Prebéticos y Subbéticos, mientras que al noroeste se hallan las unidades montañosas más elevadas (>1500 m) formando sierras y, entre ellas, corredores intromontañosos, constituyendo, en muchos casos, cuencas surcadas por los afluentes del río Segura (Moratalla, Argos, Quipar, Mula...).

Figura 1. Localización del área de estudio.



Elaboración propia

La Región cuenta con un gran número de días despejados y de horas de sol al año, lo que unido a periódicas invasiones de aire frío en capas altas de la atmósfera (principalmente en meses estivales o tardo-estivales), propicia la aparición de lluvias de alta intensidad horaria. La temperatura media anual se sitúa en torno a 18°C, las medias de las máximas en los meses de verano superan los 32°C, y las medias de mínimas en los meses de invierno apenas alcanzan los 5°C. La precipitación anual es escasa (300 a 350 mm) y de extrema irregularidad (Geiger, 1973). Con 1.470.069 habitantes (INE, 2012), la mayoría de residentes en la Región de Murcia habita en núcleos urbanos, principalmente en la capital, que constituye el área más poblada.

Las buenas condiciones agronómicas de sus suelos y la bonanza climática, durante gran parte del año, han llevado a la población a basar su economía tradicional en la actividad agrícola. Las cosechas de plantaciones hortícolas y frutales de cítricos han sido exportadas a numerosos países de toda Europa, generando un sector económico de gran importancia. En los últimos años, dicha actividad agrícola ha decrecido de forma significativa, aunque todavía existen muchas explotaciones de regadío, que suelen verse afectadas por heladas ocasionales (García Martín, 2012).

2. METODOLOGÍA

Para el análisis de las características tormentosas en superficie se ha tomado como referencia el número de tormentas anuales, rayos/año y meses de mayor actividad convectiva. Para ello, se han utilizado los datos meteorológicos diarios correspondientes a un total de 25 observatorios, distribuidos por toda la Región, pertenecientes a la red de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). En el estudio de situaciones concretas se han empleado datos de la red SIAM-IMIDA (Sistema de Información Agro-meteorológica del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Alimentario), y de la red SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS). Además se han utilizado también los datos de los Sondeos Atmosféricos que realiza el Centro Meteorológico Territorial (CMT) de Guadalupe-Murcia. La caracterización de este fenómeno se ha completado mediante la relación de diferentes variables convectivas.

Los parámetros físicos del aire medidos por estos sondeos han permitido también analizar diversos índices de estabilidad atmosférica, especialmente útiles para definir las características de la convección: CAPE (*Convective Available Potential Energy*), CINS (*Convective Inhibition*), L.I (Lifted Index), SHOW (Showalter Index) y TT (*Total of Totals Index*). El CAPE nos dará información acerca de la energía disponible en una parcela de aire para la convección o para el ascenso, y CINS es el índice de inhibición convectiva. El L.I representa la diferencia de temperatura entre el ambiente y una parcela de aire a 500 hPa, mientras que el índice SHOW hace referencia a la probabilidad de precipitación. Por último el índice TT es comúnmente aplicado en la predicción de climas severos. Su cálculo depende de dos medidas de estabilidad vertical, una que incluye como parámetro la humedad (Cross Total-CT) y otra que no lo hace (Vertical Total – VT) (Doswell & Schultz, 2006). Se considera, por tanto, situación o día inestable cuando se alcanzan valores de CAPE > 0, LI < 0, SHOW > 3 y TT > 45

Se ha realizado un análisis sinóptico de las dos situaciones de convección severa más importantes de la última década y su evolución atmosférica. Dicho análisis se basa en la interpretación de mapas sinópticos proporcionados por el NCEP (NOAA) (*National Centre Environmental Prediction-National Oceanic and Atmospheric Administration*), disponibles en el archivo de la web Wetterzentrale, con análisis de isobaras en superficie y topografía geopotencial a 850 y 500 hPa. Así mismo, relevantes han sido las imágenes capturadas por el satélite METEOSAT de la web NOAA.

Por último, se han analizado los caudales circulantes durante los episodios concretos, obtenidos de la base de datos del SAIH de la Cuenca Hidrográfica del Segura.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Factores, génesis y desarrollo de células convectivas

La mayor frecuencia de episodios convectivos severos, suele producirse en los meses estivales y tardo-estivales, cuando tiene lugar un equilibrio entre valores térmicos elevados en superficie e invasiones de masas de aire más frías en capas medias y altas atmosféricas. Estas circunstancias desencadenan procesos atmosféricos termoconvectivos que generan nubosidad cumuliforme de gran desarrollo vertical (Olcina *et al*, 1996). Así mismo, de gran importancia para la generación de la columna nubígena, es la presencia de importantes valores higrométricos en dicha columna, pero es especialmente relevante en niveles bajos o superficie, donde se requiere un flujo marítimo procedente del Mediterráneo, la gran mayoría de las veces como consecuencia del mecanismo de circulación estival asociado a la fachada mediterránea peninsular. La presencia de isotermas más bajas y a menor altitud equipotencial (500 hPa) favorece el descenso altitudinalmente del nivel de condensación atmosférico-altitud a la cual, con grandes porcentajes higrométricos, empiezan a condensar las burbujas cálidas ascendentes de la superficie. Si la columna atmosférica presenta unas condiciones baroclínicas de humedad e inestabilidad, los torreones nubosos llegarán hasta la Tropopausa (11-13 km) en nuestras latitudes, formando grandes formaciones nubosas de *Cumulonimbus*. Así pues, resulta fundamental que el gradiente térmico entre la superficie y niveles medios-altos atmosféricos (500 hPa) sea elevado, creando pues, unas condiciones de mucha inestabilidad, lo que unido a condiciones de convergencia horizontal en superficie (choque de masas de aire) y divergencia en altura, creadas por la zona de máxima advección de vorticidad relativa ciclónica asociada a las vaguadas árticas y polares, genera importantes movimientos ascensionales y de descenso de aire en el interior del *Cumulonimbus* con génesis de lluvias intensas.

Tras el análisis realizado se puede considerar que la Región de Murcia tiene una actividad tormentosa medio-baja, aunque con un alto grado de heterogeneidad (Tabla 1), fruto principalmente de su compleja orografía. Presenta además características de los rasgos tormentosos de Andalucía, Albacete y proximidad al mar Mediterráneo.

El área de mayor actividad convectiva es la conformada por la línea de enclaves montañosos del Noroeste de la Región de Murcia (Taibilla, Cerezo, Buitre, Gavilán y Burete), con valores cercanos a 20 días de tormenta anuales. Esto no solamente responde a factores orográficos (altitud y fuertes pendientes), sino también a la línea de convergencia de vientos en superficie (ponientes y levantes), que en época estival y tardo-estival suele configurarse en el sector occidental de la Región. Por el contrario, la menor actividad se centra en las inmediaciones del prelitoral y litoral sur, (Mazarrón-Águilas-Lorca), con valores que se quedan por debajo de 10 días anuales. En definitiva, el número máximo de días de tormentas severas se da al norte de la provincia, en el Altiplano Jumilla-Yecla, siendo en el resto de menor importancia (González Márquez, 2006).

Septiembre, aparece como el mes más tormentoso, aunque no siempre es así, en zonas del interior y Altiplano es agosto el de mayor actividad. En el sur de la provincia, la máxima actividad convectiva se da

en los meses otoñales de octubre y noviembre. La mínima actividad tiene lugar en enero, excepto en el sur y en el mar, en donde el mínimo es en julio

Atendiendo a la relación existente entre diferentes variables (Figura 2), se observa, que existe una cierta correlación entre el número de días de tormentas usuales y altitud ($r^2 = 0,62$). Es decir, a mayor altitud se da un mayor número de tormentas al año, explicado en parte porque generalmente los lugares más altos suelen corresponderse con áreas montañosas con mayores pendientes, en donde los rayos solares inciden de forma más perpendicular y actúan como puntos de disparo más eficaces de masas de aire. Por el contrario, la relación directa entre el número de días de tormentas severas y la altitud, es nula ($r^2 = 0,07$). Existe una vinculación directa, entre el número de tormentas anuales y el número de rayos por año ($r^2 = 0,70$), explicado en parte debido a que a mayor número de tormentas las descargas eléctricas serán más frecuentes. También se puede atribuir una relación directa entre el número de descargas de rayos y la altitud ($r^2 = 0,58$) teniendo en cuenta que en puntos más altos se registran más descargas eléctricas, en parte motivadas por el mayor número de tormentas al año. Por último, es preciso señalar que en el territorio murciano no existe concordancia entre los meses de mayor actividad tormentosa con el resto de factores, a pesar de que predomina el mes de septiembre, pero lo cierto es que no existe una estratificación mensual dependiendo de la cantidad tormentosa al año.

Tabla 1. Caracterización de las tormentas en la Región de Murcia.

Observatorio	Días tormenta/año	Días tormenta severa/año	Rayo/Año	Mes máxima actividad	Mes mínima actividad	Altitud (m)
Casas de Alfaro	18,0	0,3	111	Junio	Enero	1280
Cañada de la C.	15,3	0,2	98	Junio	Enero	1271
Barranda	15,6	0,0	87	Agosto	Enero	838
Moratalla	19,2	0,3	128	Septiembre	Enero	680
Bullas	14,7	0,1	83	Septiembre	Diciembre	645
Zarcilla de R.	12,7	0,0	69	Mayo	Enero	640
Cehegín	16,3	0,1	91	Septiembre	Enero	572
Yecla	15,0	0,9	168	Agosto	Diciembre	570
Jumilla	14,6	0,3	93	Agosto	Enero	502
P. Lumbreras	9,9	0,1	45	Septiembre	Diciembre	465
Calasparra	16,4	0,1	94	Septiembre	Diciembre	390
Mula	12,4	0,2	68	Septiembre	Diciembre	320
Lorca	9,4	0,0	35	Octubre	Noviembre	320
Totana	8,9	0,0	35	Octubre	Marzo	225
Abanilla	10,7	0,0	60	Septiembre	Marzo	222
Alhama de M.	10,4	0,0	35	Septiembre	Diciembre	210
Cieza	12,2	0,1	55	Septiembre	Enero	188
Fuente Álamo	8,2	0,1	34	Octubre	Julio	140
Archena	12,1	0,3	73	Agosto	Diciembre	100
Alcantarilla	8,4	0,0	43	Septiembre	Enero	89
Murcia	9,6	0,0	47	Septiembre	Enero	66
Mazarrón	6,8	0,2	49	Octubre	Marzo	58
Águilas	7,4	0,2	52	Febrero	Marzo	20
Cartagena	7,7	0,2	51	Noviembre	Febrero	15
San Javier	9,9	0,2	77	Septiembre	Julio	2

Fuente: AEMET. Elaboración propia.

El cambio de intensidad y dirección del viento en niveles altos atmosféricos, la cizalladura, tiene gran importancia en el inicio de la convección. Con fuertes índices suelen producirse importantes tormentas unicelulares acompañadas de granizo con grandes desarrollos, surgidos especialmente en el flanco derecho (Grandia & Marwitz., 1975; Browning, 1977). Dicha cizalladura, cuando es unidireccional, produce rotación con eje horizontal. Si en su recorrido se alimenta en niveles bajos troposféricos de vorticidad (*streamwise*), el movimiento de la tormenta comenzará a desviarse o a propagarse de forma anómala según el vector medio de la cizalladura vertical del viento (Quirantes, 2008), factor clave para la determinación o no de una Supercélula.

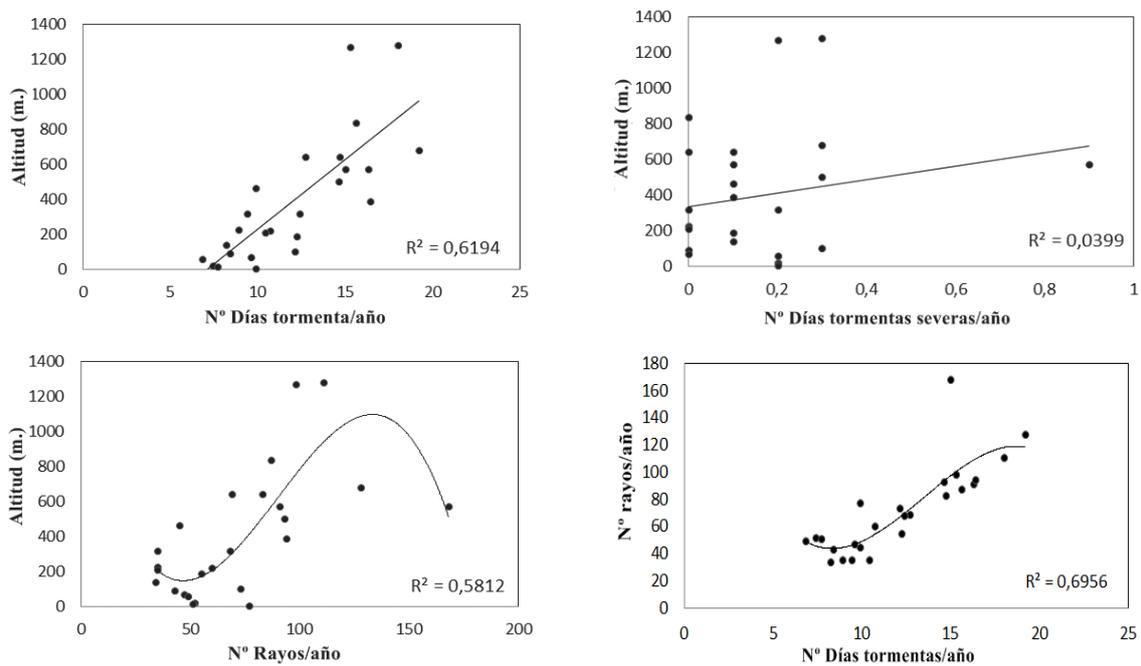
La helicidad relativa a la tormenta (SHR) juega un papel principal. Sauvageot (1982), propone que la mayoría de desarrollos nubosos súbitos o asociados a Supercélulas se localizan a la derecha de la estructura. Otros autores mantienen versiones diferentes, como los localizados a la izquierda (Browning, 1977), los que surgen de forma aleatoria (Carte & Held, 1978) o los desarrollados al sureste de la célula más madura (Musil *et al.*, 1976).

Según Browning (1977) la determinación de la dirección de una tormenta convencional debe basarse en la propia dinámica circulatoria general atmosférica, predominando en nuestra zona la dirección SW-NE (Font Tullot, 1983; Gedzelman, 1985).

En la génesis de tormentas severas o SP los movimientos ascensionales pueden superar los 25 m/s (Figura 3), debido a las enérgicas ráfagas de viento verticales. Son alimentadas por el continuo aporte de calor latente de condensación (Cuadrat y Pita, 1997).

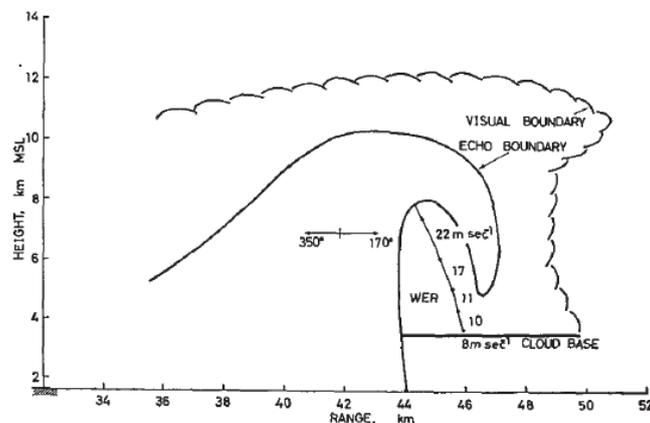
En la fase de madurez aparece una intensa corriente ascendente y en continua rotación, llamada mesociclón (Doswell & Burgués, 1993). Se halla localizado frecuentemente en niveles medios y tiene un diámetro medio de 5 a 8 km. Dicha corriente rotatorial o "Updraft" puede girar en dos direcciones (ciclónica o mesociclón; o anticiclónica o mesoanticiclón).

Figura 2. Correlación entre diferentes variables tormentosas.



Fuente: AEMET. Elaboración propia.

Figura 3. Corte vertical de una supercélula convectiva.



Fuente: Marwitz (1972b)

3.2. Efectos generados en superficie: meteoros severos

Debido a la complejidad y virulencia en la formación y organización de dichas estructuras convectivas, sin duda, se trata de las perturbaciones atmosféricas con la mayor capacidad de generar meteoros severos.

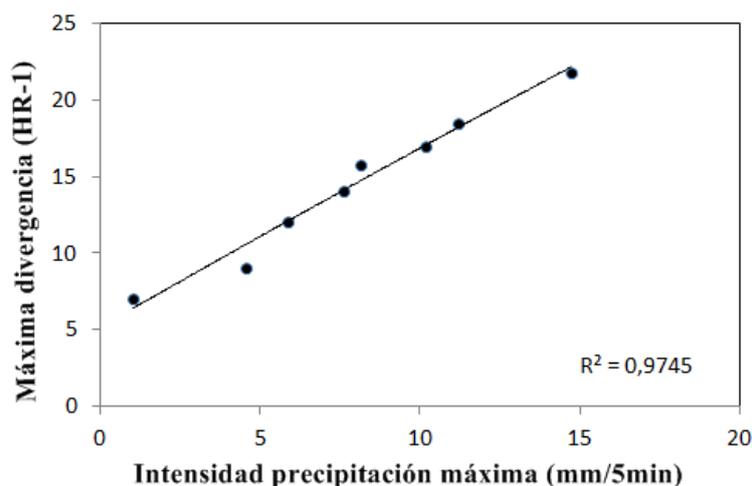
3.2.1. Precipitaciones intensas

Las precipitaciones intensas, quizás el meteoro severo más frecuente de cuántos aparecen, se caracteriza esencialmente por la aparición de lluvia de alta intensidad horaria en muy corto espacio de tiempo, generando “inundaciones relámpago”. A diferencia de los CSM (Complejos Sistemas de Mesoescala) que actúan descargando precipitación incluso durante varios días, las supercélulas convectivas lo hacen en apenas unas horas, es decir, generan importantísimas cantidades de precipitación en un cortísimo intervalo horario, lo cual, debido a la excepcional intensidad, genera “inundaciones relámpago” (*flash flood*). Según la WMO (1986) los récords mundiales de precipitación en corto espacio de tiempo se registraron durante sendas SP en el interior de EE.UU, acumulando en el primer caso –Texas, 31 mayo 1935- hasta 559 mm en 3 h 15 min, con picos de hasta 231 mm/h durante 5 minutos consecutivos (recordar que para catalogar de lluvia torrencial la intensidad ha de superar los 60 mm/h). A nivel nacional, los efectos (igualmente desastrosos) aunque sin la virulencia ejercida en el cinturón de tornados de EE.UU, también han sido relevantes en los últimos años desde el punto de vista de la intensidad de las precipitaciones, como los registros espectaculares en sólo unas horas de 240 mm el 23 de mayo de 2007 en Alcázar de San Juan (C. Real); 110 mm en Alcañiz (Teruel) el 16 de agosto de 2003 o el mismo registro de Pedro Muñoz (C. Real) el 22 de abril de 2006.

En la Región de Murcia no se han encontrado cantidades de precipitación en corto espacio de tiempo tan importantes como se registran a nivel nacional, pero sí que se han producido aguaceros repentinos como consecuencia principalmente de fenómenos de onda corta o retrogresión (Capel Molina & Olcina Cantos, 1993). Los valores más sobresalientes de lluvia en el menor espacio de tiempo, han tenido lugar en enclaves situados en el interior montañoso murciano, como Calasparra (72,5 mm) o Moratalla (69,5 mm) durante los días 25 y 26 de julio de 1986, o los 69,3 mm registrados el 9 de junio de 2008 en El Chaparral (Cehegín).

Intensidades de lluvias tan extremas (Figura 4) se producen por varias combinaciones: i) altos valores de flujo de entrada tormentosos, humedad y flujo de área de entrada; ii) extensión reducida del área afectada por la precipitación, iii) grandes tasas de disminución de agua almacenada en las nubes y iv) pequeñas pérdidas de agua en la tormenta mediante evaporación (Smith *et al.*, 2001).

Figura 4. Correlación entre intensidad máxima de precipitación y máxima divergencia en altura.



Fuente: Byers (1949).

3.2.2. Aparato eléctrico

Otro meteoro severo, frecuentemente caracterizado en los núcleos tormentosos, es el rayo, secundado por relámpagos (rayos nube-nube) y truenos. Las fortísimas corrientes de aire que tienen lugar en los cu-

mulonimbos separan de forma muy efectiva las cargas positivas de las negativas dentro de la nube, lo que provoca a su vez que se vaya estableciendo una enorme diferencia de potencial dentro de la propia nube y entre la base de la nube y el suelo. Así pues, la acumulación de cargas en la base es tal que convierte al aire en un extraordinario conductor de la electricidad y comienza a establecerse un canal de comunicación hacia abajo que es el que recorrerá el rayo en una fracción de segundo hasta impactar violentamente en la superficie (Viñas, 2008). Dichas descargas, reciben el nombre de impactos nube-tierra, mientras que las descargas que tienen lugar entre dos zonas de la misma nube, son los relámpagos. Es preciso señalar, los riesgos substanciales que generan en la población humana y vegetal, no solamente mediante alcance directo, sino también mediante los llamados “rayos dormidos”, es decir, aquellos que tras impactar con un objeto (madera, suelo...) no liberan toda la energía acumulada, y queda almacenada en forma de energía latente, liberándose tiempo después y pudiendo ocasionar, en el peor de los casos, un incendio forestal.

A nivel de estudio, la mayor cantidad de descargas eléctricas coincide con las zonas más prolíficas en cuanto a generación de tormentas severas, este es el de caso del norte de la Región (Altiplano). Con diferencia, los valores más elevados se dan en Yecla, con casi 170 rayos al año en un radio de 10 km, seguido a cierta distancia por enclaves montañosos del noroeste murciano, con valores entre 80 y 120. En el resto de la Región de Murcia, los valores son mucho más modestos, y casi siempre por debajo de 60.

3.2.3. Granizo

Debido a su carácter localizado, el granizo, es uno de los meteoros que más daños económicos produce. La aparición del granizo o pedrisco, responde al crecimiento de dichas partículas de hielo del interior del Cumulonimbus, como resultado de los rápidos ascensos y descensos de las corrientes de aire, que le privan por efecto gravitacional de depositarse en superficie. Sólo cuando el tamaño es considerablemente grande (Figura 5), y por tanto el peso es superior a la fuerza de empuje de las corrientes ascensionales, termina por precipitar. Es preciso considerar, que el tamaño o diámetro de la piedra de granizo se basa en la potencia adquirida por el Cumulonimbus y por el número de cíclicos ascensos y descensos dentro de la nube, pudiéndose catalogar observando en el interior del pedrisco los diferentes anillos concéntricos.

Figura 5: Granizada en Avilés (Lorca) el 29 de agosto de 2011.



Fuente: Ramón García Pérez (2011)

Los resultados negativos para personas y enseres pueden ser muy importantes, pero en el caso de la agricultura llegan a ser catastróficos (Figura 5). Aparecen valores especialmente considerables en zonas montañosas de la Región de Murcia (Moratalla) de hasta 5,5 jornadas de granizo al año en “Bebedor de Abajo” o 1,6 en “Cañada de la Cruz”. Abril, Mayo y Junio son los meses con mayores posibilidades de sufrir granizadas (González Ortíz, 1984).

3.2.4. Fuerte vientos

Las supercélulas convectivas provocan, en innumerables ocasiones, rachas de viento muy fuertes o incluso huracanadas (>120 km/h.) y tornados.

Se estima, que en España, se producen más de un centenar de tornados al año, si bien la gran mayoría pasan desapercibidos. Según la escala de *Fujita y Pearson*, la entidad de los tornados registrados ha tenido una fuerza F0 a F3 durante los últimos años. Cabe destacar los registrados en la Cordillera Ibérica, como el de Sigüenza (Guadalajara) el 12 de septiembre de 1996, o el de Eschucha (Teruel) el 11 de agosto de 2001.

La actividad tordánica en la Región de Murcia es más bien escasa, no contabilizándose ningún fenómeno severo asociado a tornados durante las últimas décadas. No obstante, se han producido situaciones de fuertes vientos, aunque sin llegar a la entidad de los generados por estos sistemas. Uno de los episodios asociados a tormentas secas más relevantes de los últimos años en la Región de Murcia, tuvo lugar durante la tarde del 11 de agosto de 2012, donde se registró una racha máxima de viento de 127,1 km/h. en la estación meteorológica del Pico del Relojero (Murcia). Durante el episodio causado por un *heatburst* o “reventón cálido”, se produjo una caída de presión atmosférica de 3 hPa y un ascenso térmico de 4,7°C en una hora y media.

3.3. Análisis del episodio de lluvia y granizo de 16-17 de octubre de 2003 con fenómeno de vórtice frío aislado en altura

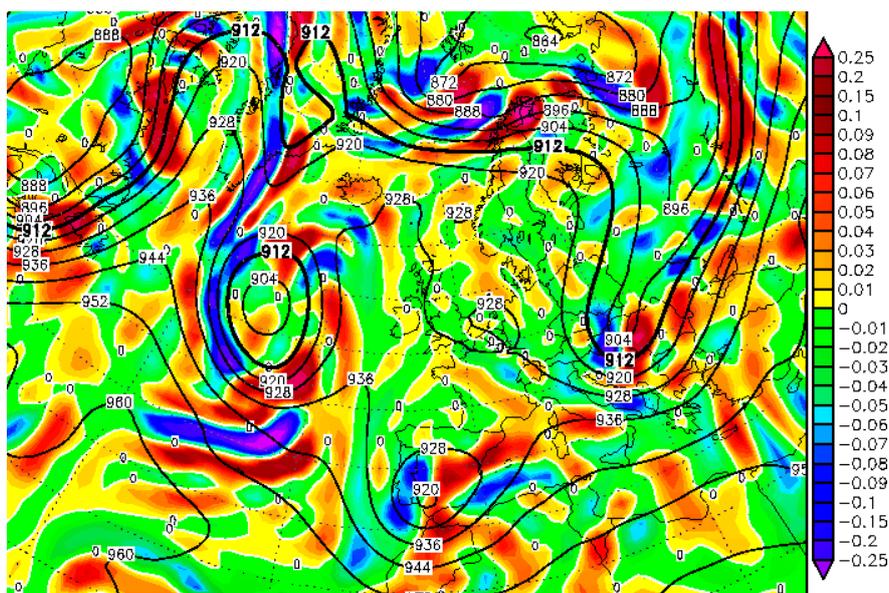
Como uno de los ejemplos de tormenta severa se ha seleccionado el episodio que tuvo lugar a mediados de octubre de 2003. En esta ocasión, la gran mayoría de la Región de Murcia sufrió un fuerte episodio de lluvias torrenciales asociadas a potentes células convectivas y situaciones de granizo.

A partir del día 9, se instala sobre el Suroeste europeo una dorsal subtropical marítima (eje W-E). Debido al empuje ejercido por las perturbaciones polares, la dorsal anticiclónica se retira hacia el Mediterráneo central, afectando a la fachada mediterránea española y proporcionando días muy calurosos (>30°C) en relación a la época del año. En estas jornadas se produce una importante advección subtropical en niveles bajos troposféricos (850 hPa) sobre el Sureste Peninsular, con temperaturas para el día 12 de 15,4°C a 1.569 m.

A partir del día 13, a 500 hPa, se aprecia nítidamente como las potentes perturbaciones de Terranova y Groenlandia se descuelgan introduciendo una masa de aire polar marítimo. Se conforma una vaguada (eje NNO-SSE) con la génesis de un vórtice frío aislado en altura, posteriormente secluido de ésta.

El día 16, jornada central del episodio de lluvias intensas y granizadas, se produce una acusada inestabilidad en la mitad meridional peninsular, como consecuencia de los efectos termodinámicos ejercidos por el vórtice frío, y a vientos marítimos muy débiles en superficie (Figura 6).

Figura 6. Advección de vorticidad absoluta a 300 hPa Geopotencial para el 17 de octubre de 2003 00 UTC.



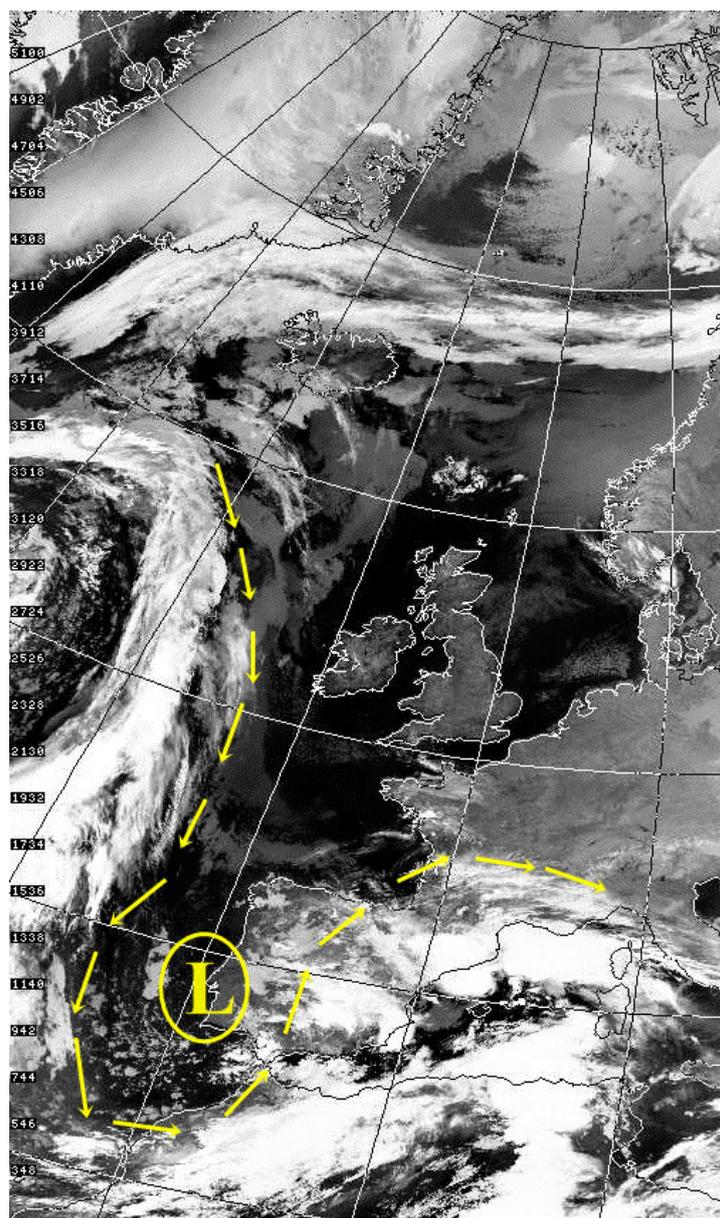
Fuente: www.wetter3.de

Con el inicio de la jornada, a nivel superficial tiene lugar un proceso de ligera ciclogénesis. Se conforma una pequeña depresión sobre el Cabo de San Vicente (1011 hPa) con la génesis de un frente frío asociado.

El sistema convectivo se desplaza hacia el este durante la mañana, ubicándose a las 15 UTC sobre las provincias de Málaga y Córdoba. A las 18 UTC el conjunto convectivo está formado por dos grandes áreas tormentosas. Una de ellas, ocupa la mitad sureste peninsular interior (Albacete, Murcia y Alicante).

Horas después (00 UTC) la principal actividad convectiva se centra en las provincias de Murcia y Alicante, con aparición de importante nubosidad convectiva e intensos chubascos (Figura 7).

Figura 7. Nubosidad cumuliforme en el SE de España y vórtice frío insertado en el seno de la vaguada. Válido para el 17 de octubre de 2003. 02 UTC.



Fuente: NOAA Satellite and Information Service (NESDIS)

El análisis del sondeo del 17 de octubre de 2003 a las 00 UTC, en el observatorio CMT de Guadalupe (Murcia) refleja, en niveles medios y altos de la atmósfera, una importante saturación atmosférica, con valores de humedad relativa por encima del 90% tanto en superficie, como en capas altas (3.704 a 4.398 m valores entre 88-91%). Como consecuencia de las condiciones inestables durante la jornada, el nivel de condensación convectivo es muy bajo, apareciendo a 946 hPa (600 m).

Las zonas más afectadas durante el episodio de lluvias intensas, fueron principalmente el sector central de la Región de Murcia (Mula, área metropolitana de Murcia, Valle de Ricote) y Campo de Cartagena (Tabla 2). En zonas situadas entre los municipios de Bullas y Mula, se registran más de 125 mm, el 35% del total acumulado en 2003. La intensidad de las precipitaciones fue elevada, registrándose en Mula 53,1 mm en una hora y 96,7 mm en apenas dos horas.

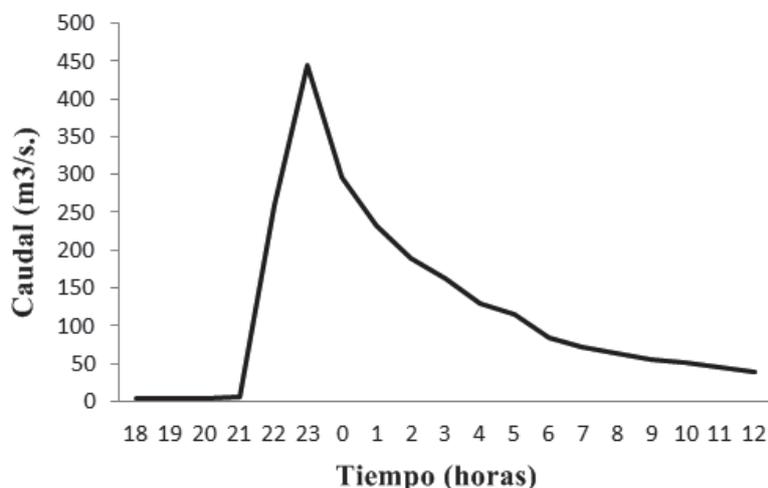
Tabla 2. Precipitación máxima en la Región de Murcia durante el intenso episodio lluvioso del 16 y 17 de octubre de 2003.

Estación	Precipitación (mm)
Río Mula (Mula)	126,5
Alhama de Murcia	109,8
T. de Cotillas (La Pilica)	92,8
Mula (Yéchar)	86,2
M. de Segura (El Llano)	77,8
Emb. Mayés (Ojós)	72,8
Torre Pacheco	56,1
Emb. Puentes (Lorca)	51,4
Mula	50,8
La Unión (Roche)	50,6
Tinajón (Ulea)	50,0
Emb. Ojós	48,8
Las Encebras (Jumilla)	46,3
Ojós (El Cajal)	45,2
Fuente Álamo (Balsapintada)	44,4
Cartagena (La Aljorra)	42,8
Emb. Cenajo (Moratalla)	41,1
Emb. Cierva (Mula)	37,9
Emb. Pliego (Mula)	34,0
Librilla (La Egesa)	27,6

Fuente: Confederación Hidrográfica Segura (SAIH) e Imida (SIAM)

Muchos sistemas fluviales de la Cuenca del Segura se vieron afectados por una rápida crecida. Los caudales llegaron a 336,6 y 361,3 m³/s en Rambla Salada y Río Mula respectivamente. Los daños sufridos en Albudeite y Campos del Río fueron considerables debido a la enorme cantidad de agua que circulaba por el río Mula. El embalse de Los Rodeos, situado en la desembocadura del río Mula con el Segura, laminó gran parte del caudal, pero los caudales de Rambla Salada (sin presa de regulación) contribuyeron a que en el paraje de La Contraparada, el pico de caudal alcanzara los 445,1 m³/s (Figura 8), que hubo que derivar por las acequias, ya que el canal actual del río Segura está dimensionado a 400 m³/s.

Figura 8. Hidrograma de la avenida del Río Segura (Contraparada) en el episodio del 16-17 de octubre de 2003.



Fuente: CHS

La gran cantidad de agua acumulada en extensas zonas del Sureste Peninsular, permitió el aumento significativo del nivel almacenado, con una subida total de 6,57 hm³. Los mayores ascensos absolutos correspondieron a los dos grandes embalses del río Mundo (Talave y Camarillas) con un aumento de 1,68 y 2,71 hm³ respectivamente. También importante fue la subida de volumen en el Embalse de la Pedrera (Orihuela) con un ascenso de 1,8 Hm³.

3.4. Episodio de aguaceros y granizo del 20 de septiembre de 2010 con fenómeno de vaguada polar de onda corta

Durante la jornada del 20 septiembre de 2010 una depresión fría gestada en una onda de aire ártica, es la responsable de generar un fuerte episodio de tormentas severas y células convectivas generalizadas por toda la geografía regional, desencadenando en fuertes escenarios de granizo y lluvias con intensidades torrenciales. Varios fueron los factores responsables de dicha inestabilidad convectiva.

Desde principios de mes el panorama sinóptico europeo viene marcado por una circulación de bajo índice, con un tránsito totalmente zonal, que se encarga de generar flujos de componente Oeste sobre la Península Ibérica. Alimentada en altura, (predominando durante la casi totalidad de la primera quincena de septiembre), se advierte la presencia de la potente cresta subtropical africana que arrastra una masa de aire cálido a la zona de estudio (15,2°C a 850 hPa), imponiendo en la fachada mediterránea unas condiciones de estabilidad con ausencia de precipitaciones (debido a la anomalía negativa pluviométrica y registros de temperatura máxima normales o superiores a la media de dicho mes). La advección cálida, por tanto, se refleja en los valores térmicos en superficie, como lo demuestran las tres jornadas consecutivas (6-8 septiembre) donde se registraron 35,8, 36,5 y 37,9°C en Mula.

Durante jornadas precedentes, a partir del 10 de este mes, el panorama sinóptico desemboca en un bloqueo por bifurcación con aparición de un vórtice frío aislado en el Atlántico central –sobre las Islas Madeira- y un núcleo de altas presiones situado al SW de las Islas Británicas. Este tipo de situación ocasiona, una advección de aire subtropical continental sobre la mitad meridional peninsular (20°C en 850 hPa). Durante dicha jornada, se registran temperaturas elevadas (33°C en Mula, 32°C en Calasparra o 31°C en Blanca).

El día 15, la DANA continua firmemente posicionada al Este de las Islas Azores, a la vez que se produce una progresiva disminución del índice de circulación zonal, originando la formación de una depresión fría gestada en una onda de aire polar al sur de la Península Itálica. Con una clara formación en Omega, la Península Ibérica sigue en su totalidad bajo el influjo de una transgresión de aire sahariano, reforzada en altura por una potente cresta de aire subtropical que proporciona una total estabilidad, pero que en los días sucesivos desplazará su eje hacia el Mediterráneo central por la profundización de la vaguada del Atlántico. El día 17, la mencionada vaguada se desplaza hacia el Oeste de la Península Ibérica, mientras que en la fachada mediterránea todavía sigue caldeándose la superficie, debido a la continua, pero cada vez menos intensa, advección sahariana en niveles bajos. Los valores térmicos continúan igualmente elevados, alcanzándose registros de 34°C en Mula, y 32°C en Yéchar y Murcia.

La situación cambia radicalmente durante las jornadas posteriores, debido al desplazamiento a oriente de la vaguada de onda muy corta (cuyo eje NNE-SSW), la cual se situaba primitivamente frente a las costas atlánticas portuguesas, a la intensificación de la expansión ártica, y a la posterior reactivación del área de mayor advección de vorticidad –sector delantero- de la vaguada, que progresivamente se desplaza hacia la fachada mediterránea. Con esta situación se producen ya los primeros chubascos tormentosos en Jumilla (16,6 mm), Murcia (8,8 mm), Calasparra (7,8 mm), La Unión (4,6 mm)... a la vez que los valores térmicos experimentan un moderado descenso, respecto a jornadas precedentes (entre 2-3°C). La inestabilidad aumenta el día 20. El eje de la onda ártica comienza a desplazarse hacia el Mediterráneo situándose a las 00 h. entorno a los 2-3° latitud O, configurándose de este modo el sureste peninsular como el área de mayor advección de vorticidad. En superficie, se produce la entrada de un flujo marítimo con origen mediterráneo que aporta aire cálido y húmedo, dominado por vientos del primer y segundo cuadrante, debido a un pequeño desarrollo ciclogénico sobre Alborán. Los flujos marítimos, vehiculados directamente hacia las costas murcianas experimentaron procesos de “forcing” al chocar contra la orografía montañosa del interior murciano. Su posterior evolución pseudoadiabática serviría de partida de punto de disparo y la generación de potentes nubes de desarrollo vertical.

El estudio de la evolución de las condiciones de nubosidad durante la jornada, revela, según el canal de vapor de agua, el progresivo desplazamiento hacia la zona mediterránea de la zona divergente de la va-

guada. Así pues, asociado a dicha zona, el sistema convectivo se adentra en la Península durante la mañana, por el Sureste peninsular, concretamente por el litoral almeriense, generando los primeros chubascos débiles en la provincia homónima. A las 12 UTC la imagen del Meteosat presenta al conjunto convectivo sobre el Sistema Ibérico, aunque todavía no generaría inestabilidad en el área de estudio, habida cuenta de que la columna atmosférica no presentaba las condiciones oportunas. La atmósfera, por tanto, tenía un perfil teóricamente inestable, pero las condiciones atmosféricas todavía no presentaban signos de convección. Con estas condiciones atmosféricas, se generó nubosidad estratiforme situada entre los 3000 y los 4000 m, dejando algunas lloviznas generalizadas, pero con intensidades débiles en general.

A medida que avanza la tarde (15:00 a 16:00 h.) la principal actividad convectiva se centra en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (especialmente sobre Cuenca y Albacete), y enérgicamente también empezaba a desarrollarse nubosidad convectiva sobre las zonas montañosas en la Comarca del Noroeste. El análisis del sondeo del 20 de septiembre de 2010 a las 12 UTC en el observatorio CMT de Guadalupe (Murcia), refleja como la capa inestable (nivel de condensación) se situaba a partir de los 928 hPa (830 m), mientras que el nivel de la Tropopausa llegaba a 12.510 m. Es importante considerar, como la columna atmosférica en niveles bajos y medios troposféricos, muestra una enorme saturación atmosférica, con cantidades higrométricas por encima del 90% desde 994 a 531 hPa (654 a 5.345 m).

Las lluvias de esta jornada, son generalizadas por la geografía regional, excepto en el Campo de Cartagena y litoral meridional. Destacan las cantidades caídas en El Chaparral (67,4 mm), La Zarza (60,4 mm) o el Embalse del Talave (Albacete) con 50,0 mm (Tabla 3). Todas estas precipitaciones se producen en régimen tormentoso, llegando a conformarse incluso una potente supercélula de alta precipitación que deja el acumulado total de El Chaparral (67,4 mm) en apenas 34 minutos. De forma puntual se alcanzaron intensidades torrenciales superiores a los 300 mm/h. Según el radar de Murcia, durante ese espacio de tiempo, se dieron en la zona de El Chaparral reflectividades medias de 48 dBz, registrándose un pico máximo de 54 dBz sobre las 17:20 h. En la misma pedanía también se anotó la caída de granizo, pero este no fue demasiado abundante y con un tamaño máximo parecido al de un garbanzo.

El día 21, la onda ártica se desplaza hacia el norte de la Península Itálica, instalando el centro de su eje sobre el Golfo de León. Así mismo, sobre la Península Ibérica se produce una nueva irrupción cálida sahariana, pero muy testimonial, ya que durante las próximas jornadas se produce la llegada de otra vaguada de onda corta de origen ártico, que se encargaría de inestabilizar la atmósfera durante los días precedentes (15 mm en Abanilla o 9 mm en Fortuna). Se sucedían por tanto circulaciones meridianas, con continuos reajustes térmicos producidos en la troposfera media, dentro del juego de transferencias energéticas necesario en el balance energético a nivel planetario (Quereda Sala, 1989).

Durante las horas posteriores a las precipitaciones convectivas, aumentaron los caudales circulantes por diversos puntos de la Cuenca Hidrográfica del Segura, especialmente aquellas zonas colindantes a las más afectadas. En ese sentido, destacó la ligera subida del cauce del tramo medio-bajo del río Segura entre la ciudad de Murcia y Orihuela, donde el caudal punta entre las 23:00 h y las 05:00 h del día 21 llegó a ser de 10,1 m³/s en Alquerías, 13,4 en Huertos y finalmente 15,9 m³/s a la altura de Orihuela. Es preciso comentar, que el caudal medio en estos puntos apenas llega a 3,3 m³/s. El resto de cauces de la Región experimentaron un leve aumento, que en todo caso fue muy poco relevante.

El aumento de caudal, repercutió en la entrada de caudales a diversos embalses de la zona, entre los que destacó el Embalse de la Pedrera (Orihuela), el cual llegó a registrar una entrada de 0,48 hm³ en apenas unas horas, con una entrada máxima de 0,17 hm³/hora (15:00-16:00 h). También más o menos sobresalientes fueron las entradas en el embalse del Mayés y azud de Ojós en el municipio homónimo, en los que las entradas fueron de 0,32 y 0,55 hm³ respectivamente durante el episodio, con puntas horarias que llegaron a 0,06 hm³/hora en el último caso. También fue importante la entrada de volumen de agua en la cabecera del río Segura, concretamente los 0,59 hm³ que entraron al Embalse del Cenajo, con un máxima de 0,08 hm³/hora a las 01:00 h. del día 21. En total, durante las 48 horas del episodio (20 y 21 de septiembre de 2010) se acumularon en los embalses de la Cuenca un montante de 3,06 hm³.

4. CONCLUSIONES

Del análisis realizado, se desprende que periódicamente, y en especial, la zona interior de la Región de Murcia se encuentra afectada por mecanismos de precipitación convectiva intensa que, en muchas ocasiones, puede adquirir cierto grado de severidad, cuando el gradiente térmico vertical entre superficie y niveles altos atmosféricos es anormalmente más elevado de los habituales.

El estudio de las características de los fenómenos tormentosos ha permitido extraer interesantes consideraciones:

- 1) La Región de Murcia, como gran parte del Sureste de España, a pesar de no tener una especial relevancia en fenómenos tormentosos, en comparación con otras áreas de la Península Ibérica, si participa regularmente de estas situaciones:
 - i) El eje del noroeste montañoso de la Región de Murcia, con valores cercanos a 20 días de tormentas anuales, es el que presenta una mayor actividad convectiva. El litoral meridional, por el contrario, presenta los menores valores (< 10 días/año).
 - ii) El mayor número de tormentas severas al año se producen en el Altiplano (norte de la Región de Murcia) con 0.9 días/año preferentemente en época estival y tardo-estival.
 - iii) Septiembre se comporta como el mes más tormentoso del año, aunque en zonas de interior es agosto el mes con máxima actividad.
 - iv) Se ha encontrado una correlación directa entre altitud y número de tormentas al año ($R^2=0.62$), aunque dicha reciprocidad desaparece completamente cuando aparecen las tormentas severas (muchos más anárquicas).
- 2) Las condiciones sinópticas que más suelen contribuir a la formación y desarrollo de dichas estructuras son las vaguadas y vórtices fríos de origen ártico/polar marítimo y, en menor medida, los fenómenos de retrogresión (origen continental) sobre la cuenca occidental mediterránea.
- 3) Las vaguadas que centran su eje (N-S) sobre el centro de la Península Ibérica, genera un área de difluencia en niveles altos atmosféricos y advección de vorticidad positiva. Esto unido a vientos marítimos en superficie genera importantes zonas de inestabilidad convectiva en el Sureste de la Península Ibérica.

BIBLIOGRAFÍA

- BROWNING, K.A. (1977): "The structure and mechanism of hailstorms". *Meteorological Monography*, N°38, pp. 1-39.
- BYERS, H.R., BRAHAM, JR. R.R. (1949): *The Thunderstorm*. US. Dept. of Commerce. Washington D.C.
- CAPEL MOLINA, J.J. (1990): "Ciclogénesis violenta en el Mediterráneo. La inundación de Málaga de noviembre de 1989". *Papeles de Geografía*, N°16, pp. 9-33.
- CAPEL MOLINA, J.J., OLCINA CANTOS, J. (1993): "Ondas cortas atmosféricas estivales y fenómenos tormentosos con granizo en el Sureste Peninsular Ibérico". *Papeles de Geografía*, N°19, pp. 1-35.
- CARTE, A., HELD, G. (1978): "Variability of hailstorm of the South African Plateau". *Journal of Applied Meteorology*, N°17 (3), pp. 365-373.
- CASTRO, A., SÁNCHEZ, J.L., FRAILE, R., MADRID, J.L. (1989): "Análisis de la estructura de las tormentas del Valle Medio del Ebro". *Boletín. San. Veg. Plagas*, N°15, pp. 149-160.
- CUADRAT, J.M., PITA, M.F. (1997): *Climatología*. Ed. Cátedra. Madrid. 496 pp.
- DOSWELL, C.A, BURGUÉS, D.W. (1993): "Tornadoes and tornadic storms: A review of conceptual models. The tornado: it's Structure, Dynamics, Prediction and Hazards". *Geophysical Monography*, N°79, pp. 161-172.
- DOSWELL, C.A, SCHULTZ, D.M. (2006): "On the use of indices and parameters in forecasting severe storm". *Electronic Journal Severe Storm Meteorology*, N°1 (1-3): pp. 1-14.
- ELIZAGA, F, MARTÍN, E, CARRETERO, O., SAN AMBROSIO, I. (2001): "Diagnóstico y Predicción de la Convección Profunda". *Nota técnica 35 del STAP, Servicio de Técnicas de Análisis y Predicción*. INM. Ministerio de Medio Ambiente.
- FARLEY, R.D., ORVILLE, H.D., ENGLISH, M. (1986): "Numerical simulations of the seeding of feeder cells: Alberta hailstorm case of 26 July 1983". *Preprints 10th Conference Weather Mod.* Arlington V.A, pp 78-83.
- FONT TULLOT, I. (1983): "Algunas observaciones sobre las lluvias excepcionales en la vertiente mediterránea española". *Estudios Geográficos*, N°44 (170-171), pp. 55-60.
- FOOTE, G.B., MOHR, C.G. (1979): "Results of a randomized hail supression experiment in Northeast Colorado. Part IV: Post hoc stratification by storm intensity and type". *Journal of Applied Meteorology*, N°18, pp. 1589-1600.
- GARCÍA MARTÍN, F.M. (2012): "Dinámicas de crecimiento de la Huerta de Murcia y similitudes con el Véneto italiano". *V Jornadas de Introducción a la Investigación de la UPCT* 5: pp. 21-23.

- GARCÍA MIRALLES, V., CARRASCO ANDREU, U. (1958): "Lluvias de intensidad y extensión extraordinarias causantes de las inundaciones de 13 y 14 de octubre de 1957, en las provincias de Valencia, Castellón y Alicante". Servicio Meteorológico Nacional. Madrid.
- GEDZELMAN, S.D. (1985): "Atmospheric Circulation Systems". *Handbook of Applied Meteorology*, N°1 p. 22.
- GEIGER, F. (1973): "El Sureste español y los problemas de la aridez". *Revista de Geografía* N° 7 (1-2), pp. 166-209.
- GRANDIA, K.L., MARWITZ, J.D. (1975): "Observational investigations of entrainment withing the wear echo region". *Monthly Weather Review*, N°103 (3), pp. 227-234.
- GONZÁLEZ ORTÍZ, J.L. (1984): *El Noroeste murciano*. Ediciones Mediterráneo. Murcia. 432 pp.
- GONZÁLEZ MÁRQUEZ, J. (2006): "Climatología de tormentas en España". *Meteored y Divulgameteo*, p. 57.
- INE (2012): *Censo de población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística. Madrid.
- JAMESON, A.R., HYMSFIELD, A.J. (1980): "Hail growth mechanisms in a Colorado storm. Part I: Dual-Wavelength Radar observations". *Journal of Atmospheric Science* N°37 (8), pp. 1763-1778.
- KNIGHT, A.C., SMITH, P., WADE, C. (1982): "Storm Types and Some Radar Reflectivity Characteristics". *The National Hail Research Experiment*, N°1, pp. 81-93.
- KRAUSS, T.W., MARWITZ, J.D. (1984): "Precipitation processes withing an Alberta supercell hailstorm". *Journal of Atmospheric Science*, N°41 (6), pp. 1025-1034.
- LLASAT BOTIJA, M.C. (1987): *Episodios de lluvias copiosas en Cataluña: génesis, evolución y factores coadyuvantes*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 543 pp.
- LÓPEZ BUSTOS, A, COLL ORTEGA, J.M., LLANSO DE VIÑAIS, J.M., ESPINOSA TRANCO, R. (1964): *Resúmenes y conclusiones de los estudios sobre las avenidas del Vallés en 1962*. C.H.E. Madrid.
- MARTIN, F, RIOSALIDO, R. (1995): "Modelos Conceptuales a Mesoescala: Tormentas vistas por radar". *Módulos de enseñanza por ordenador*. INM.
- MARWITZ, J.D. (1972a): "The structure and motion of severe hailstorms: Part I: Supercell storms". *Journal of Applied Meteorology*, N°11, pp. 166-179.
- MARWITZ, J.D. (1972b): "The structure and motion of severe hailstorms: Part III: Severely Sheared Storms". *Journal of Applied Meteorology*, N°11, pp. 189-201.
- MUSIL, D.J., MAY, E.L., SMITH, P.L., SNAD, JR W.R. (1976): "Structure of an envolving hailstorm. Part IV". *Monthly Weather Review*, N°104 (5), pp. 596-602.
- NOVOA, M. (1981): *Precipitaciones intensas en la Cuenca del Pirineo Oriental. Causas, efectos y previsión*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Comisaría de Aguas del Pirineo Oriental.
- OLCINA CANTOS, J. (1994): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*. Ed. Penthalón. Madrid.
- OLCINA CANTOS, J., RICO AMORÓS, A.M, JIMÉNEZ RODRÍGUEZ, A. (1996): "Las tormentas de granizo en la Comunidad Valenciana: cartografía de riesgo en la actividad agraria". *Investigaciones Geográficas*, N°19, pp. 5-29.
- PUIGDEFÁBREGAS, J., MARTÍ BONO, C. (1983): "Consecuencias geomorfológicas de las lluvias de noviembre de 1982 en las cabeceras de algunos valles pirenaicos". *Estudios Geográficos*, N°170-171, pp. 275-289.
- QUEREDA SALA, J. (1989): *La ciclogénesis y las gotas frías en el Mediterráneo occidental*. Diputació de Castelló. 135 pp.
- QUIRANTES CALVO, J. A. (2004): "Reportaje sobre los efectos de Tornado asociado a la Supercélula de Alcañiz (Teruel) del 23 de julio de 2003". *Revista de Aficionados a la Meteorológica (RAM)*, N°17.
- QUIRANTES CALVO, J. A. (2007): Supercélulas en España. *Boletín de la Asociación Meteorológica Española (AME)*, N°17, pp. 22-26.
- QUIRANTES CALVO, J. A. (2008): *Nociones básicas sobre Supercélulas*. INM-AEMET. Madrid.
- ROGERS, R.R. (1976): *Física de nubes*. Ed. Reverté. Barcelona.
- ROMERO DÍAZ, A., BELMONTE SERRATO, F. (2002): "Los paisajes geomorfológicos de la Región de Murcia como recurso turístico". *Cuadernos de Turismo* N°9, pp. 123-142.
- ROMERO DÍAZ, A. (2007): El relieve. In A. Romero Díaz & F. Alonso Sarria (Coords.) *Atlas Global de la Región de Murcia*. La Verdad CMM S.A., pp. 136-145.
- SAUVAGEOT, H. (1982): *Radarmeteorologie. Teledetection active de l'Atmosphere*. Ed. Eyrolles. Paris.
- SMITH, J.A., ZHANG, Y., DOSWELL, C.A. III, (2001): "Extreme Rainfall and flooding from supercell thunderstorms" *Journal Hydrometeorology*, N°2, pp. 469-489.
- VIÑAS, J.M, (2008): "Rayos y truenos". *Lo que hay que saber. El Mundo*, pp. 8-9.
- WMO (1986): *Manual for estimation of probable maximum precipitation*. World Meteorological Organization. Operational Hydrology. Report N°1, 297 pp.

ESTUDIO DE LA ISLA DE CALOR DE LA CIUDAD DE ALICANTE

Jorge Martínez Martínez

Máster en Climatología y Medios de Comunicación por la Universidad de Barcelona

RESUMEN

El fenómeno de isla de calor es tema actual y de gran trascendencia dentro de los estudios de clima urbano. A pesar de ello y de su tamaño poblacional, la ciudad de Alicante todavía no ha sido objeto de una investigación a fondo sobre dicha anomalía térmica. En este sentido, este artículo pretende de alguna manera iniciar estas investigaciones, dando lugar a unas primeras pautas de localización del máximo térmico y distribución de la isla de calor. Utilizando el método de los transectos se ha realizado la toma de temperaturas durante 10 días, dando lugar a la aparición de tres morfologías de isla de calor claramente definidas: la fuerte, débil y desplazada, que cuenta con un importante carácter geográfico. Así pues, podemos dar respuesta a una primera hipótesis sobre la existencia de este fenómeno en Alicante, puesto que de media, el centro de la isla marca 4,5°C más de temperatura sobre el punto frío o áreas urbanas menos cálidas.

Palabras clave: Clima urbano, isla de calor urbano, Alicante, transectos, configuración espacial, punto caliente.

ABSTRACT

Study of the urban heat island in Alicante

The phenomenon of the urban heat island is a current and importance issue in the urban climate studies. In spite of this and its population size, the city of Alicante has not been the subject of in depth research about the thermal anomaly as mentioned before. In this sense, this article expects to start these investigations in some way, giving rise to the first guidelines of location of the thermal maximum and distribution of the heat island. Using the method of the transects, the temperature measures have been carried out for 10 days, giving rise to the emergence of three morphologies of urban heat island clearly defined: the strong, the weak and the urban heat island in motion, which has an important geographic nature. Therefore, we can respond to the first hypothesis on the existence of this phenomenon in Alicante since on average, the center of the island marks 4.5°C warmer on the cold spot or urban areas less warm.

Key words: urban climate, urban heat island, Alicante, transects, spatial configuration, hot spot.

1. INTRODUCCIÓN

Fernando Chueca Goitia, en su célebre obra de 1968, "*Breve historia del urbanismo*", ya argumentaba que la ciudad podía estudiarse desde distintos ángulos: desde la historia, desde la geografía, desde la economía, desde la política, desde la sociología, etc. Así pues, el estudio de la ciudad o de lo urbano es una actividad que desde los orígenes mismos en que el ser humano decide organizarse en comunidades ha preocupado al mundo científico. Su relación con el espacio implica un doble proceso, de concentración de la población y de expansión espacial sobre un territorio al que va modificando drásticamente.

Y así es como podemos enlazar a unas ciencias que participan también en la ciudad, ciencias sobre las que dicho autor no se refiere, como son Climatología y Meteorología. Este hecho es de vital importancia ya que a los estudiosos de ambas disciplinas deben abordar el hecho de que la ciudad o urbe sea capaz de modificar las características atmosféricas del área geográfica concreta donde se insertan.

Así, la ciudad ha generado una serie de causas, que como veremos después dan lugar a lo que se ha denominado como isla de calor urbana, y en este sentido, el objetivo primordial de este trabajo de investigación científico es evidenciar la presencia de este fenómeno en la ciudad española de Alicante. Esto nos induce a desarrollar dos hipótesis sobre las que se va a asentar esta memoria:

1. La existencia o no de una isla de calor en la ciudad de Alicante y dar explicación a su intensidad y distribución geográfica.
2. Comprobar hasta qué punto las características espaciales y climáticas modifican este fenómeno dentro de nuestra área de estudio.

2. ESTUDIO DEL CLIMA URBANO

Este hecho concreto que hemos indicado, la variación de las características climáticas de un lugar por la ciudad, es un hecho de relevante trascendencia y actualidad, pero no obstante, su estudio no es novedoso. Debemos remontarnos a la Historia Antigua, con griegos y romanos, para observar los primeros estudios y preocupaciones sobre el clima urbano. Es a Hipócrates al que podríamos señalar como el primer científico preocupado por los cambios en la naturaleza introducidos por la ciudad, ya que en su obra denominada “*De los aires, de las aguas y de los lugares*” (S. V a. C.), ya relaciona el aire distinto de las ciudades. Séneca, más tarde, en el S. I se lamenta del aire pestilente de Roma, los cuales le provocaban hasta cambios de humor al abandonar la ciudad, introduciendo, por tanto, problemas ambientales en las urbes.

Siglos después, en la Edad Media, el hacinamiento y concentración de la población en ciudades amuralladas, sumado a la escasez de sistemas de recogida y reciclado de basuras, provoca efectos reconocidos, como los cambios producidos en la composición del aire. Londres, como ciudad importante, en esta época y en siglos posteriores, constituye el ejemplo más representativo de contaminación urbana, teniendo que recurrir a la prohibición de quema de carbón en la ciudad, a partir del siglo XII, y especialmente durante el siglo XVI.

Serán, por tanto, varios los autores que tomarán a la capital británica como objeto de estudio de sus obras. Autores tales como John Evelyn, con la obra “*Fumifugium*” (1661), donde se publica el considerado como primer tratado sobre contaminación atmosférica urbana u otros científico, como son Epp, que se centrará en Múnich o Luke Howard, que realizará una propuesta científica para la clasificación de nubes. Otro estudioso de las islas de calor urbanas, es el francés Emilien Renou (1815-1902), el cual detecta el calentamiento anómalo del centro de París con respecto a la periferia. Estos estudios urbanos conocerán un impulso y mejora, gracias a las redes de observación meteorológica que a finales del siglo XIX, comenzarán a emplear datos meteorológicos para analizar las alteraciones climáticas urbanas.

No obstante, el empleo de datos de observatorios únicamente permite conocer las diferencias entre puntos muy concretos. Por tanto, supuso de vital importancia la novedosa metodología que introducirán varios estudiosos del clima urbano en el estudio del mismo, como por ejemplo, Schmidt en Viena y Pepler en Karlsruhe, que introducirán vehículos a motor con aparatos de medida para obtener numerosos datos mediante itinerarios por toda la ciudad, para calcular las diferencias de temperatura entre diversos puntos.

Después de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), el crecimiento económico, industrial y, sobre todo, territorial de prácticamente la mayoría de asentamiento urbanos, conlleva en que el estudio del clima urbano tenga repercusión en todos los rincones del planeta, tanto a mano de los científicos, geógrafos y físicos, en mayor medida, como a nivel de las instituciones. Así, la celebración de 1968 de un Symposium internacional sobre climas urbanos, promovido por la Organización Meteorológica Mundial, en 1970, impulsaron las investigaciones de climatología urbana de base local, centradas, sobre todo en el reconocimiento de la isla de calor de distintas ciudades. También debemos citar a Chandler, como impulsor del estudio de la isla de calor, tras la publicación de su obra en 1965.

Todos los continentes tienen ya ciudades con un estudio sobre su isla de calor, dándose sobre todo en Europa, Norteamérica y Japón, desde este punto de vista, los más importantes son (Tabla 1):

CONTINENTE	CIUDAD	AUTOR	AÑO
EUROPA	París	Dettwiller	1970
	Plymouth	Millward	1976
	Glasgow	Hartley	1977
	Roma	Colacino	1978-1982
	Utrecht	Van Duk	1980
	Cracovia	Morawska y Cebulak	1981
	Viena	Bernhofer	1984
NORTEAMÉRICA	Nueva York	Bornstein	1968-1972
	Montreal	Oke, East y Maxwell	1971 y 1975
	Ciudad de México	Jáuregui	1973
SUDAMÉRICA	Rio de Janeiro	Gallego	1972
	Sao Paulo	Lombardo	1985
ASIA	Hiroshima	Shitara	1957
		Fukuoka y Nobuyuki	1980
	Tokyo	Kayane	1964
		Sasakura	1965
		Nishizawa	1979
Delhi	Bahl y Padmanabharmurty	1979 y 1982	
ÁFRICA	Nairobi	Okoola	1979

Las peculiaridades climáticas y meteorológicas de las ciudades con respecto su entorno es algo que en nuestro país ya se anunciaba mediante las memorias de viajeros y cronistas allá por el siglo XVI. No obstante, no será hasta el siglo XIX en que se extraigan consideraciones de tipo climático, gracias en gran medida a las mediciones de aparatos meteorológicos instalados en algunas ciudades, la primera de ellas, Barcelona en Enero de 1780.

En este sentido, los estudios e investigaciones sobre el clima urbano e isla de calor en España son muy actuales, ya que hasta la década de los años 80. Se comienza a utilizar el método de los recorridos con medidas directas para detectar la isla de calor en las ciudades españolas, actividad que corresponderá en mayor medida al trabajo y esfuerzo de los geógrafos. Así, Madrid será la ciudad en tratarse su isla de calor, con la colaboración conjunta del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Autónoma de Madrid. Posteriormente los casos de Barcelona y otras ciudades catalanas, con los estudios de Carreras, Marín, Martín Vide, Moreno y Sabín, Valencia o Zaragoza serán tratados en este tipo de estudios. Estos trabajos también se han tratado incluso en los archipiélagos balear y canario, con los trabajos de Serra Pardo para Ibiza y Ruiz-Flaño y otros, para Las Palmas de Gran Canaria.

3. EL FENÓMENO DE ISLA DE CALOR

Este fenómeno conocido en inglés como Urban Heat Island (UHI), se define como anomalía térmica positiva en la parte central de las ciudades por contraste con la periferia. A menudo presenta forma concéntrica con las isothermas, abrazando el centro del área urbana, con preferencia en su mayor desarrollo en las horas nocturnas. En ciudades atravesadas por ríos pueden aparecer diferentes islas separadas por este hecho físico, el cual aparece como un canal frío.

Varios son los autores que han coincidido en enumerar las causas que contribuyen a generar este fenómeno:

- 1) Un mayor almacenamiento del calor durante el día en la ciudad, debido a las propiedades térmicas y caloríficas de los materiales de construcción urbanos y su devolución a la atmósfera durante la noche. Durante el día estos materiales se van calentando progresivamente, si bien de un modo más lento que el suelo de ámbitos rurales, desnudos o con vegetación, y durante la noche, se va enfriando, también muy lentamente, a diferencia de estos suelos. Este diferente enfriamiento explica la mayor intensidad nocturna del fenómeno.
- 2) La producción de calor antropogénico procedente de las diferentes actividades y procesos de combustión que se llevan a cabo en las áreas urbanas e industriales, como el transporte, la calefacción, alumbrado, etc.
- 3) La disminución de la evaporación, debido a la sustitución de la superficie natural originaria por un suelo asfaltado o pavimentado, de características diferentes y a la eficacia de los sistemas de drenaje urbanos. Esto propicia una rápida escorrentía de las aguas caídas con un episodio de lluvias, mientras que por otra parte, se impide el almacenamiento de esta en la superficie.
- 4) Una menor pérdida del calor sensible, debido a la reducción de la velocidad del viento por rozamiento de los flujos aéreos contra las diferentes formas y estructuras de la ciudad, que ofrecen una mayor resistencia a éste, actuando como parapetos.
- 5) Un aumento de la absorción de radiación solar, debido al efecto de captura que produce la singular geometría que presentan las calles y los edificios y que contribuye, a su vez, a un albedo relativamente bajo. La radiación solar incidente sufre múltiples reflexiones en las fachadas y en el suelo, quedando atrapada entre las calles, generando lo que se conoce como “cañón urbano” (Moreno García, 1993).
- 6) Reducción del factor de visión del cielo, incidiendo sobre la pérdida de calor durante la noche por irradiación, debido de nuevo a las características geométricas de calles y edificios.
- 7) La radiación de onda larga es emitida del suelo hacia la atmósfera y ante el obstáculo que representa la presencia partículas de contaminantes en la atmósfera urbana, es absorbida en parte de esta radiación por dicha capa, volviendo a remitir dicha capa hacia el suelo. Esto impide el paso de la radiación de onda larga hacia niveles atmosférico superiores y su pérdida al espacio.

Así pues, como podemos observar, las causas generadoras de este fenómeno no son lineales o continuas en el tiempo, y por lo tanto, podemos establecer el llamado “horario de la isla de calor”, es decir, un factor temporal que dependiendo de las horas del día o estación del año, tendremos una intensidad mayor o menor de este hecho. Así, la isla de calor presenta un ritmo diario diferente, puesto que durante el día la intensidad es mínima, incluso puede que el ámbito urbano se mantenga a menor temperatura que el rural, ya que en este ámbito son menores los lugares situados a cubierto. Por el contrario, la anomalía positiva de temperatura es máxima en la ciudad a las horas nocturnas, generalmente después de la puesta del sol,

ya que el campo sufre un enfriamiento más fuerte, fruto de la irradiación nocturna. Además podemos asegurar incluso, que en grandes áreas metropolitanas, la diferencia puede perdurar hasta cerca del amanecer y, por tanto, afectar a las temperaturas mínimas.

En cuanto al ritmo estacional, la isla de calor se intensifica en invierno con situaciones de calma anticiclónica y escasa nubosidad o bien con vientos débiles y cielos despejados o poco nubosos. No obstante, diversos estudios muestran que dependiendo de la ciudad estudiada, este fenómeno puede ser también intenso durante la época estival, como por ejemplo, el estudio llevado a cabo por Serra Pardo sobre la ciudad de Ibiza, la cual registra una isla de calor media durante invierno y verano similar, de 3°C. O también la mayor intensidad durante el verano en una ciudad del Hemisferio Sur, como es Santiago de Chile, según las investigaciones de Pablo Sarricolea de 2012.

Así, la aparición de este fenómeno de isla de calor sobre una ciudad conlleva una serie de características:

La intensidad de un episodio concreto de isla de calor, que se obtiene mediante la diferencia máxima de temperatura entre un punto urbano y otro rural o periférico. Hay que tener en cuenta que la medición de ambas temperaturas ha de darse sin una diferencia de tiempo considerable y que ambos puntos deben ser geográficamente comparables, sobre todo haciendo referencia a la altura sobre el nivel del mar.

Forma o configuración espacial que queda reflejada gráficamente mediante la disposición de las isothermas. Aquí participan factores urbanos, tales como la altura de los edificios, factor de visión del cielo, etc. siendo muy concreta en cada ciudad.

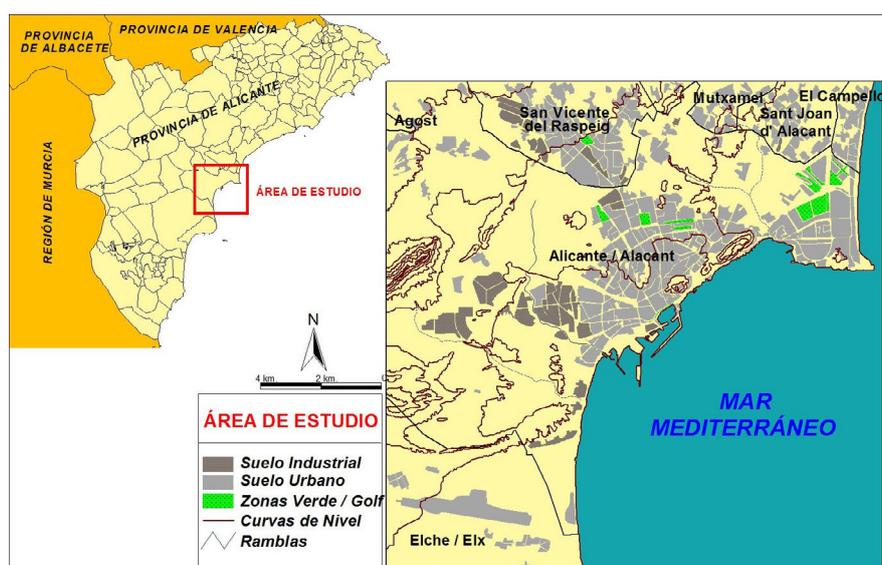
Localización del máximo térmico que hace referencia al punto geográfico donde se nos sitúa la intensidad máxima del municipio. Esta característica dependerá también de factores urbanos pero también de situaciones sinópticas concretas, como la situación sinóptica o dirección del viento dominante, que puede desplazar dicho centro.

4. ÁREA DE ESTUDIO

Por tanto, este estudio está centrada en el fenómeno de la isla de calor y particularmente la que se produce sobre la ciudad de Alicante. Esta ciudad, capital de la provincia homónima se encuentra en el Sureste de la Península Ibérica, a unos 38° 20' 43" latitud Norte y a 0° 28' 59" longitud Oeste y a una altura de 0 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a aspectos demográficos, estamos haciendo referencia a una ciudad importante dentro del conjunto español, ya que en sus poco más de 201 km², se concentran 334.678 habitantes (según datos oficiales del INE a 1 de Enero de 2012), por tanto una densidad de 1.662 habitantes por km², constituyendo la segunda población del País Valenciano y la 11^a de España. Así pues estas peculiaridades demográficas pueden hacernos hablar, sin temor a equivocarnos de la proliferación de una isla de calor dentro de esta ciudad, anomalía que se verá condicionada por una serie de factores o características particulares de este ámbito que van a ser expuestos a continuación.

Imagen 1. Mapa del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

4.1. Características físicas

Tanto el término municipal de Alicante, como su población más directa, San Vicente del Raspeig, por la que también se ha trazado el estudio de este trabajo pertenecen a la comarca de L'Alacantí o Huerta de Alicante. Esta comarca presenta espacios abiertos que ocupan la mayor parte de la superficie, materiales sedimentarios blandos del Cretácico y Triásico con materiales Cuaternarios encostrados, elevándose sobre ellos, de modo aislado, enérgicos relieves montañosos, tales como la Serra de Fontcalent. Por otra lado, la cobertura mesozoica, constituida por estratos alternantes de margas, arcillas afectadas por la erosión constituyen cárcavas y barrancos, zonas de debilidad tectónica por las que discurren ramblas y ramblizos de escasa escorrentía.

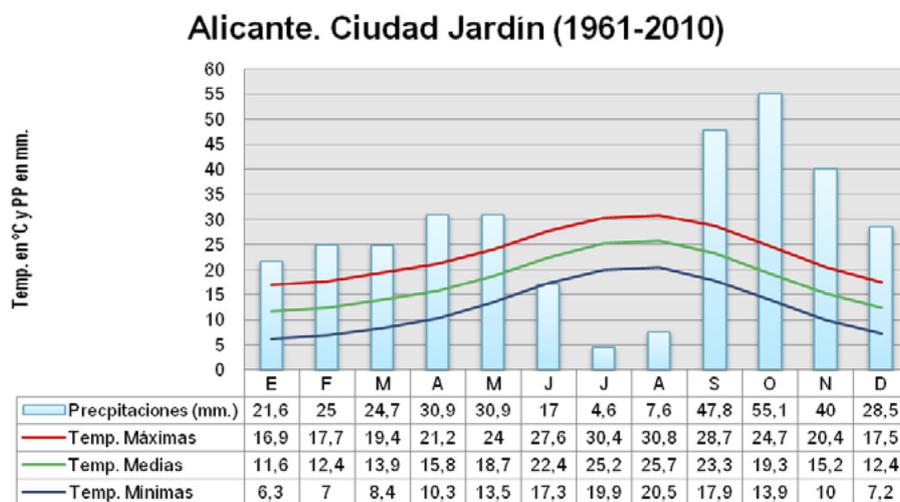
El litoral debe su actual morfología a la neotectónica, causa de la reestructuración de bloques costeros que han modificado el antiguo perfil litoral: dovelas elevadas como el Cap de L'Horta, pero también Serra Grossa y Benacantil, las cuales superiores a los 130 mts. de altitud. También pueden advertirse zonas de material detrítico transportados por el sistema de drenaje y dinámica marítima, dando lugar así a playas y barras arena como Muchavista o el Postiguet y algunas veces de grava, playa de Campello o zona de Babel, profundamente integradas en el tejido urbano y modificadas por la acción turística.

Por otra parte, fruto de las escasas precipitaciones totales anuales de la región, la ciudad de Alicante no está atravesada por ningún curso fluvial importante, dándose una escorrentía intermitente a base de ramblas de funcionamiento espasmódico. Así nuestra área de estudio presenta una amplia ratícula de barrancos y ramblas destacando el barranco de Agua Amarga, con 70,8 km² de cuenca vertiente y el Barranco de las Ovejas, de 226,6 km². Al Noreste de la ciudad, aparece una antigua zona pantanosa, la playa de L'Albufereta, desecada en 1928 y sobre la que drena la cuenca de la Rambla d'Orgègia, que recoge la escorrentía de la pequeñas colinas que marcan el borde oriental de la Huerta, lomas de Garbinet y loma Redonda.

Las condiciones climáticas, temperaturas y precipitaciones nos enmarcan esta ciudad como un área inmersa plenamente en el dominio climático mediterráneo del Hemisferio Norte. Así pues, teniendo en cuenta las temperaturas registradas por la estación oficial de AEMET, situada en el barrio de Ciudad Jardín, nos muestra un temperatura media anual de 18°C y 334,7 mm. Observamos unos inviernos suaves con unas mínimas medias que no bajan de los 10°C, dándose en mínimo en Enero con 11,6°C. Las máximas por su parte son cálidas, ya que superan las máximas superan los 30°C en los meses estivales, que sumado a la alta humedad que perdura durante esta época en Alicante, agrava la sensación de bochorno y por tanto, de temperatura sensible.

Las precipitaciones, como hemos comentado anteriormente se insertan dentro de unas características puramente mediterráneas del Sureste español, es decir, una estación seca, verano con sequías potentes y una estación lluviosa, otoño, sobretudo meses de Septiembre y Octubre con precipitaciones de fuerte intensidad horaria debido al caldeoamiento excesivo del Mar Mediterráneo durante los meses anteriores.

Gráfico 1. Climograma perteneciente a la estación oficial de AEMET en Ciudad Jardín.



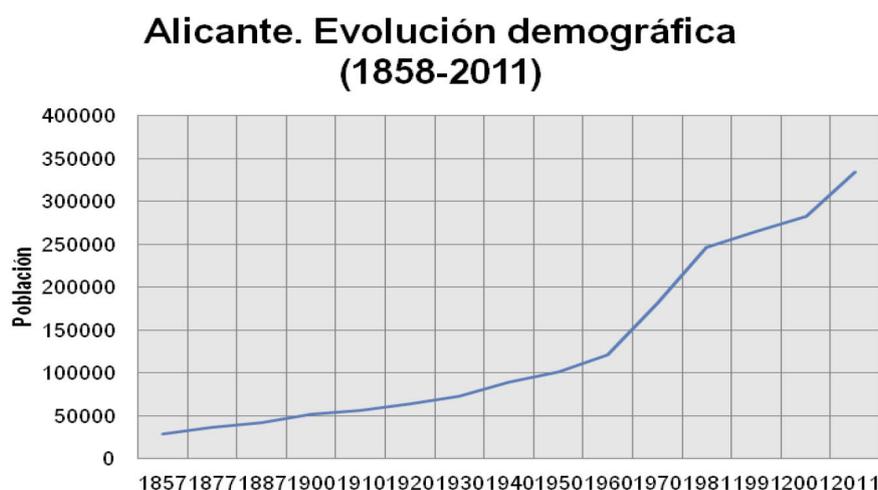
Fuente: AEMET

4.2. Características humanas

Como se ha argumentado anteriormente, el fenómeno de isla de calor urbana depende directamente no sólo del número de habitantes que concentre una población, sino también de cómo se ha llevado a cabo ese proceso de urbanización y las distintas tipologías urbanas, edificatorias y materiales que se dan dentro de su seno. De este punto de vista, Alicante ha tenido un desarrollo característico, que condiciona la distribución de su isla de calor urbana.

Al iniciarse el siglo XX, Alicante ocupaba una extensión total de aproximadamente 178,1 has. y una población total de 51.874 habitantes. En la actualidad estos se elevan hasta las 2783 has. y 334.678 habitantes, es decir, un crecimiento del urbano del 1463,8% y poblacional de 545,3%, tan sólo en 112 años.

Gráfico 2. Evolución demográfica de Alicante.



Fuente: INE.

Durante el primer tercio de siglo, el incremento poblacional fue sostenido hasta 1930, ya que por aquel entonces eran 73.071 habitantes, con unas pautas demográficas que ya hablaban de crecimiento vegetativo moderno, es decir, mortalidad y natalidad decrecientes al mismo tiempo. Se produjeron también en estos años numerosos cambios urbanísticos en la ciudad, con la aparición de barrios nuevos de forma espontánea, como Los Ángeles y otros con cierto pretensión urbanística como la Ciudad Jardín o el Barrio Obrero, al mismo tiempo, que se producen algunas transformaciones dentro de la urbe ya levantada, como la prolongación de la avenida Alfonso el Sabio o el desmonte de la Muntanyeta.

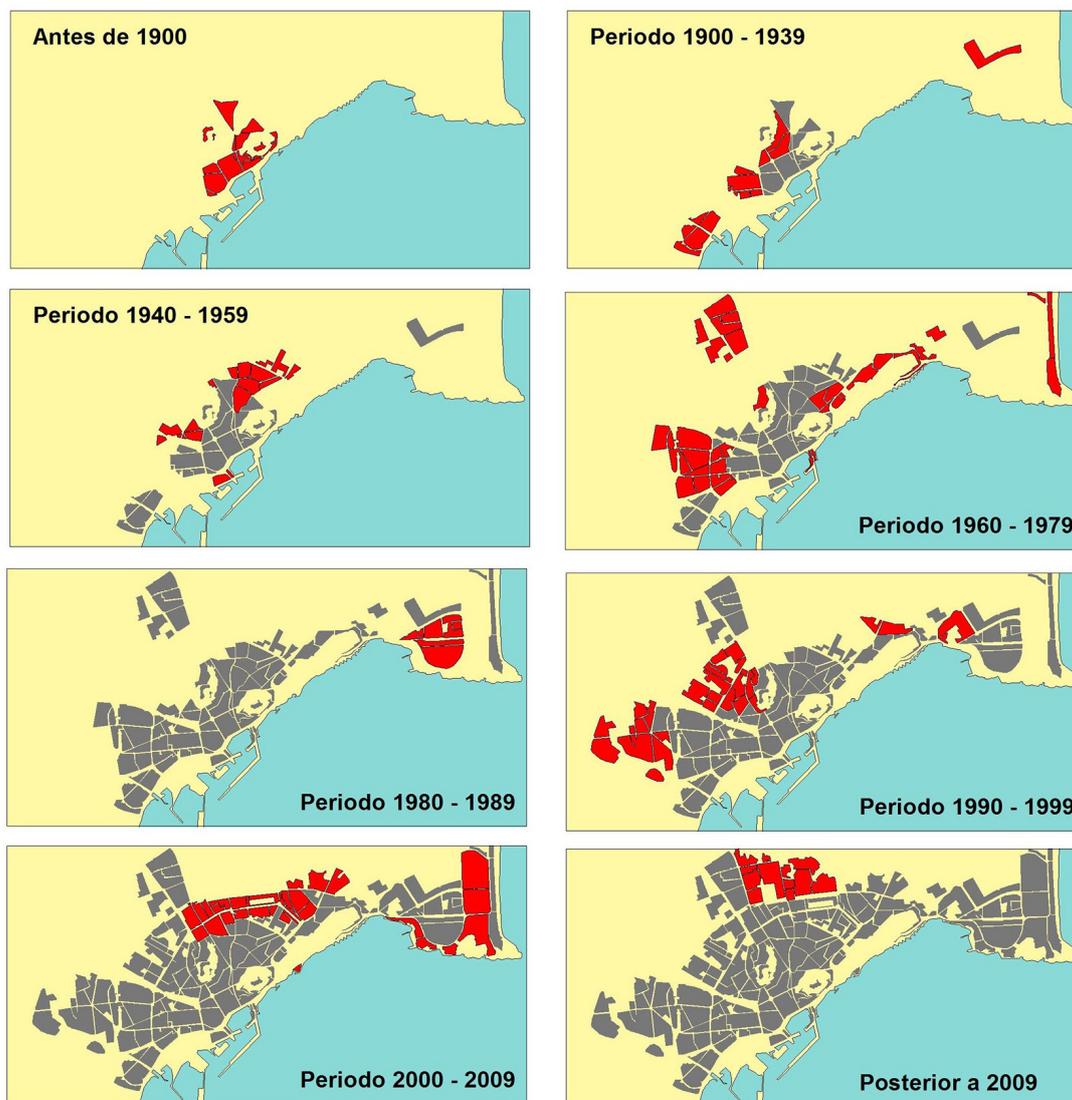
En la década de los 30, y pese a la Guerra Civil, la ciudad fue creciendo en efectivos, hasta llegar en 1937 holgadamente a los 100.000 habitantes debido a la emigración forzosa de guerra, al convertirse Alicante en tierra de asilo para quienes huían de las turbulencias bélicas. En las décadas siguientes, este crecimiento demográfico será pausado debido a las miserias de los primeros años de franquismo, aunque a nivel urbanístico hay que destacar el aprovechamiento de los bombardeos padecidos durante el conflicto bélico para introducir reformas urbanas e iniciar el equipamiento del litoral de la playa de San Juan y Muchavista. De esta forma la ciudad empezará a especializarse en el sector servicios.

Será a partir de la segunda mitad del siglo XX, concretamente la década de los 60, cuando Alicante conozca un crecimiento tanto demográfico como poblacional excesivo, fruto de la política desarrollista al uso de aquellos años. Ese crecimiento urbano procedía ya de la década anterior, pero ahora incrementa su velocidad además va imponiendo el uso del automóvil familiar. El aumento del tamaño de la ciudad y la especialización de diversas áreas, obligaban a un movimiento permanente de la población entre sus diversas calles, que se van convirtiendo en puras arterias de tráfico automovilístico, con su consiguiente congestión y contaminación.

Para paliar en alguna medida los graves problemas de tráfico de la ciudad, tan sólo en 1989 el parque de vehículos aumentó en 11000 unidades, se dio prioridad por la construcción de grandes vías de circunvalación como Gran Vía y la Vía Parque. Estas enormes avenidas, con amplios terrenos de zonas verdes, resuelven tanto problemas de conexión de la ciudad, como también el acceso de tráfico a distintos barrios

periféricos. El colapso de la economía del mercado inmobiliario del ladrillo y la situación de parálisis económica mundial, también ha repercutido en el crecimiento tanto demográfico como poblacional de Alicante, resultando un periodo de crecimiento poblacional y urbano muy escaso (sólo ha crecido 2928 habitantes desde 2008).

Imagen 2. Desarrollo urbano de Alicante desde principios del siglo XX.



Fuente: Elaboración propia a partir de la Oficina Virtual del Catastro.

5. METODOLOGÍA

El estudio del fenómeno se ha llevado a cabo mediante la toma sistemática de medidas de temperatura sobre el propio terreno, a través de recorridos o transectos realizados con vehículos a motor por toda la ciudad. Éste ha sido el método utilizado para la realización de este trabajo, recogiendo el testigo de la metodología que, como hemos citado en el anterior apartado de estudio del clima urbano, introduce en 1930 Schmidt en la ciudad de Viena.

Esta técnica de estudio del fenómeno sobre el que estamos hablando es más preciso que las observaciones procedentes de los observatorios meteorológicos convencionales, ya que la finalidad principal de éstos es muy distinta en un orden de escala espacial y, por lo tanto, sus datos sólo pueden servir como referencia (Carreras *et al.*,1990) y teniendo en cuenta además, que en la ciudad de Alicante sólo contamos con dos observatorios oficiales, el de Ciudad Jardín y el ubicado en el aeropuerto de El Altet. En

este sentido, se diseñaron cuatro transectos diferentes que cruzan tanto la capital alicantina como municipios y pedanías limítrofes para poder abarcar la intensidad del fenómeno en mayor espacio posible. Por tanto, en conjunto podemos hablar de un recorrido con una longitud total sensiblemente superior a los 44 kilómetros, entre los que se reparten los 55 puntos en los que se han ido captando las temperaturas, configurando una malla de puntos densa que se distribuyen cada 800 metros aproximadamente aunque en irregular distribución.

El instrumental utilizado con el que se realizaron las observaciones ha consistido en una estación termo-higrométrica digital Hanna, modelo HI-8064, con una sonda a una altura de 1,5 metros de altura, pinzada a la ventanilla del copiloto del automóvil. Dicho aparato presenta una baja inercia, por lo que, tal como indican las especificaciones de los mismos, se usó con el vehículo en marcha a una velocidad que siempre y cuando se ha podido ha sido en promedio de unos 40 km/h por carreteras intraurbanas y unos 60 km/h fuera de las mismas.

Las mediciones se llevaron en 10 fechas concretas, ya que por problemas de disponibilidad del autor se llevaron a cabo 9 durante el invierno de 2012-2013, en fechas 6, 7, 26, 27 y 28 de Diciembre del primer año, 3 y 4 de Enero y 6 y 7 de Febrero del segundo y una en Primavera, aunque el segundo día de dicha estación, es decir, el 22 de Marzo, por lo que tampoco se registraron valores de temperatura muy distintos. Por tanto, podemos hablar de que esta memoria ha contado con el tratamiento de 550 datos térmicos.

No obstante, se ha de tener en cuenta que los datos térmicos que se reflejan en esta memoria no son los datos registrados *in situ* con la estación termo-higrométrica, puesto que estos datos ha tenido que pasar por un filtro o como se ha querido llamar “corrección” para evitar el paso del tiempo transcurridos mientras que medían los mismos. Al realizar las tomas en horas de gran concentración de tráfico en algunos días y la longitud del recorrido, la duración de los transectos ha ido variando según el día de toma, pero en promedio esta actividad ha llevado 79 minutos diariamente, a los que hay que sumar el tiempo que transcurre en el desplazamiento del final de un transecto y hasta el inicio del siguiente, hablando por tanto, de 116 minutos totales de media. En la tabla 2 se refleja la hora de inicio y final desde la toma del primer punto hasta la toma de punto 55, teniendo en cuenta duración total de cada día y duración sólo durante los transectos:

DÍA	FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL MINUTOS	MINUTOS EN TRANSECTOS
1.	06/12/2012	21:23	23:30	127	81
2.	07/12/2012	21:07	23:20	133	86
3.	26/12/2012	21:06	23:10	124	83
4.	27/12/2012	20:37	22:48	131	82
5.	28/12/2012	20:32	22:39	127	86
6.	03/01/2013	20:55	22:55	120	76
7.	04/01/2013	21:01	22:39	98	82
8.	06/02/2013	21:02	22:55	113	81
9.	07/02/2013	22:51	0:23	92	64
10.	22/03/2013	22:35	0:15	100	72
MEDIA				116	79

En este sentido, debemos tener en cuenta que la temperatura del aire, como variable meteorológica que es, no es lineal en el tiempo, sino que puede experimentar cambios débiles o bruscos con el paso de las horas y que por tanto, la temperatura que se daba al iniciar los transectos no era la misma que al finalizar. Por tanto, y como hemos anunciado arriba se procedió a una “corrección” de datos con el fin de evitar que la diferencia de temperatura entre sectores más cálidos y sectores más fríos sea lógica y no resultarnos una intensidad de la isla de calor que para nada sería lógica. Para realizar esta operación se ha utilizado la temperatura registrada durante las diversas horas en la estación oficial de AEMET que se sitúa en el aeropuerto de El Altet, por situarse a una altura de 43 metros sobre el nivel del mar, es decir, a una altura no muy alejada de la de los puntos de toma y, por tanto, sin tener que echar mano del gradiente de estado medio, es decir, de pérdida o ganancia de 0,65 °C cada 100 metros. El ejercicio se basa en calcular el número de décimas de diferencia entre una hora y otra y después dividir las entre 60 minutos para ver cada cuantos minutos se ha pérdida o ganando una de estas décimas que serán sumadas o restadas a la temperatura registrada *in situ* de cada punto dentro de un determinado segmento de minutos. Por ejemplo, si se han perdido 0,6°C de una hora a otra, sumaremos una décima cada diez minutos, por lo que

todas aquellos datos tomados entre la media hora y los 40 minutos, se les ha sumado tres décimas y así sucesivamente.

Después, una vez corregidos todos los datos, se ha procedido a extraer el mínimo diario y restarle la diferencia de este con el resto de datos, siendo esta diferencia la que se ha representado en los mapas de isotermas y por tanto, son estos datos con los que se pretende explicar la configuración del fenómeno de isla de calor en la ciudad de Alicante. El último paso final consiste en la elaboración de los mapas, que han sido realizados previamente con el programa Surfer 8, el cual permite realizar automáticamente mapas de isotermas, para posteriormente mejorarlos manualmente con el programa Arc View, con el que se ha perfilado el diseño final de la cartografía.

Así pues, y antes de entrar en materia con la distribución de la isla de calor en la ciudad de Alicante, es de vital importancia que tratemos el recorrido de cada uno de los transectos y la ubicación de los puntos de toma (imagen 3):



El orden de descripción de cada transecto viene determinado por el orden que se ha llevado a la hora de recorrerlos:

a) *Transecto Axial*

El primer transecto ha sido bautizado como axial, que con una dirección prácticamente en diagonal de Noroeste a Sureste, parte el área de estudio en dos mitades. El inicio se ubica en el centro de la población vecina de San Vicente del Raspeig hasta el final de la Rambla de Méndez Núñez en su contacto con la Explanada de España, en un total de 12 puntos de toma repartidos entre los 7100 metros aproxi-

madamente que tiene el recorrido. La decisión de incluir al municipio de San Vicente del Raspeig en la investigación revista en que con una población de 55.100 habitantes (según INE a 1 de Enero de 2012), es una población suficientemente grande como para generar su propia isla de calor y que este trabajo de investigación pueda servir de apertura para el estudio de este campo.

Así pues, hablamos de un recorrido que comienza dentro de la principal avenida de San Vicente, la Avenida Castelar y que por lo tanto, hasta abandonar esta población, nos encontramos que una trama urbana densa de edificios de varias alturas. A la salida de la urbe sanvicentina nos topamos con las instalaciones de la Universidad de Alicante por su flanco Este en una vía amplia, Avenida de Alicante, que ocupa los terrenos del antiguo aeródromo militar de Rabasa y que empezó a funcionar en Octubre de 1979 y cuya terreno, si bien está pavimentado con adoquines tiene una extensión arbórea y herbácea reseñable, lo que conlleva la pérdida rápida del calor diurno durante las horas nocturnas. En esta avenida amplia comunica con la capital alicantina por el Norte, por barrios importantes como Los Ángeles o Barrio de Campoamor, donde se percibe una densidad constructiva y automovilística bastante densa, reduciéndose el factor de visión del cielo y sin apenas vegetación. El final de este transecto, como hemos indicado es establecido en la Rambla de Méndez Núñez. Actualmente, esta vía se presenta como una importante arteria comercial y lúdica, con una situación encajada entre edificios de gran altura y denso tráfico, pudiendo adelantar que será sin duda uno de los “puntos calientes” del fenómeno que tratamos.

b) Transecto Centro

El segundo transecto, el centro, comienza en el Plaza de Santa Faz, pedanía de 666 habitantes (Fuente: INE a 1 de Enero de 2011), en el que se ubica el monasterio del mismo nombre, lugar de culto y devoción del pueblo alicantino. Concluye en la salida a la Autovía Alicante-Madrid por la Carretera Ocaña, Polígono Industrial del Pla de la Vallonga, es decir, 11800 metros de longitud, para un total de 15 puntos de toma. Tiene una dirección general Noreste-Suroeste, conectando con las principales vías y avenidas del centro neurálgico de la ciudad alicantina.

Constituye un recorrido importante para el estudio del fenómeno, puesto que si bien empieza y acaba en zonas rurales o de escaso poblamiento urbano, la parte central del mismo se desarrollará en la principal vía de tráfico y comercial de todo Alicante, como es la unión Alfonso el Sabio – Avenida de la Estación. Es de destacar el paso por el principal curso fluvial, el Barranco de Las Ovejas, punto 14, pues como se ha estudiado, los ríos constituyen pasadizos por los que se desliza el aire frío o caliente, como se observará más adelante.

c) Transecto Litoral

El transecto litoral es el de mayor longitud, que recorre las vías paralelas a la costa, desde la Plaza de La Coruña en la Playa de San Juan hasta la pedanía de El Altet, ya en el término municipal de Elche. Así pues, el recorrido total de este tercer transecto tiene una dirección generalmente de Noreste a Suroeste, paralelo prácticamente al transecto centro, con 18 puntos de toma repartidos en una longitud total de 19300 metros. La intención de haber llegado al término municipal de Elche responde a las mismas pretensiones que con San Vicente del Raspeig, además el Aeropuerto de El Altet se inserta ya en este municipio en un área completamente despoblada por lo que supone un punto de interés para el trabajo.

Es un recorrido que presentan características similares con respecto al Transecto Centro, es decir, con un sector central que transcurre por vías neurálgicas de acceso y salida de la ciudad, como es la ronda litoral formada por las vías Avenida Condé de Valledano, la Avenida de Loring y Avenida de Elche, teniendo contacto por tanto con hitos emblemáticos de la ciudad como la Playa del Postiguet o los paseos de La Explanada-Canalejas. Los primeros cinco puntos de toma, no obstante, se insertan dentro del complejo turístico de urbanizaciones y residencias del Cabo del Cap de l'Horta, zona con calles de amplias avenidas y edificaciones de poca altura.

El tramo final del trayecto como hemos indicado se da en la N-332 que une los términos de Elche y Alicante, con un paisaje completamente despoblado, puesto que esta vía se inserta aquí sobre zonas lacustres y salubres, con vegetación halófila de hierbas bajas y arbustos en su mayoría y a una altitud sobre el nivel del mar que no superará los 3 metros. Esta vía nos está marcando ya el acceso el Aeropuerto de El Altet y la pedanía del mismo nombre.

d) Transecto Gran Vía

El último transecto que se ha recorrido cada día de toma es el Gran Vía, denominado así por que ocupa toda la extensión de esta vía, que como recordemos, se levantó a principios de la década de los 90, con el fin de convertirse en una enorme arteria de descongestión del tráfico intraurbano. Así pues, este

trayecto tiene una longitud total de 6100 metros, tomándose registros en 10 puntos concretos. Las características de la vía, por tanto serán iguales durante todo el espacio de tiempo, siendo una vía de doble sentido en ambos lados, con unos márgenes ocupados por vegetación de origen antrópica, destacando sobre todo las arecáceas.

Al tener esta vía disposición semicircular, podemos hablar de una dirección general Sureste – Noroeste. Comenzando en la Rotonda del Barco, puerta de acceso a la ciudad por la Autovía de Madrid y finalizaremos el transecto en la intersección con Avenida de Denia, que anteriormente nos sirvió de toma de temperatura como punto 5 del transecto centro.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS. LA ISLA DE CALOR DE ALICANTE

Como hemos enunciado anteriormente la isla de calor depende de una serie de factores intrínsecos para su mayor o menor intensidad dentro de una urbe, como por ejemplo se ha hablado del “horario” o de factores geográficos. En este sentido, las características meteorológicas o atmosféricas del día de toma de registros también nos condicionan las características, es decir, intensidad, distribución y localización del máximo, siendo viento y nubosidad los factores modificadores de estos conceptos. Es con días despejados o poco nubosos y vientos débiles o en calma, cuando se registra la mayor intensidad del fenómeno.

Por tanto, a la hora de hablar del fenómeno y su repercusión territorial en la ciudad de Alicante, debemos advertir las características meteorológicas de los días en los que se han registrado las temperaturas. Hay que advertir, en este sentido, que ante la falta de disponibilidad temporal del autor, podríamos hablar de que muchos días no han sido los más adecuados para el cálculo de la isla de calor alicantina, ya que debemos destacar el excepcional invierno ventoso de flujos de componente oeste, que ha padecido el litoral levantino español. No obstante, se intentará convertir estas desventajas en oportunidades para conseguir una mayor exposición de las características de la isla de calor alicantina.

Así pues, debemos establecer una clasificación clara de tipos de isla de calor dependiendo de las situaciones sinópticas concretas, clasificación que puede verse perfectamente ilustrada con la distribución de las isotermas. Se han detectado tres tipos claros de isla de calor en la ciudad de Alicante:

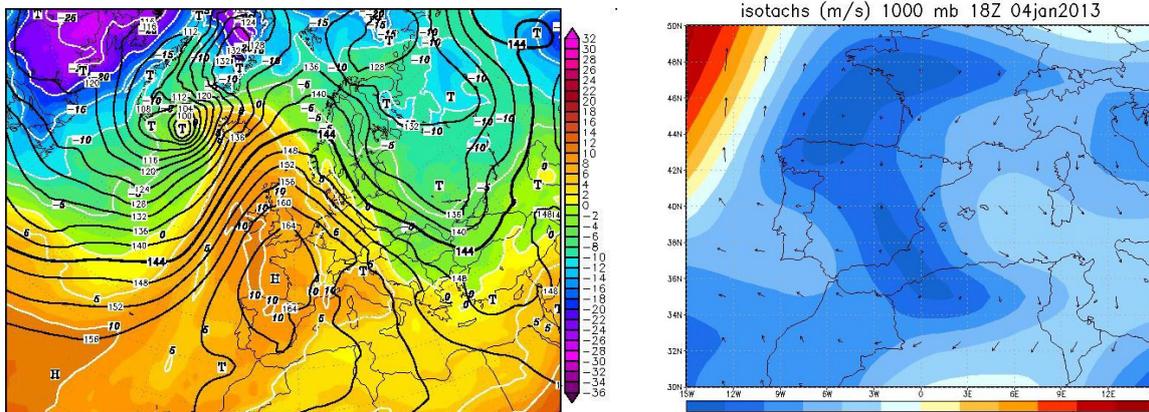
a) Isla de calor fuerte.

Este tipo de isla de calor responde a aquellos días en los que se ha registrado diferencia de temperatura entre la máxima registrada y la mínima superior a 5°C. Estos días fueron el 26 y 28 de Diciembre de 2012, 4 de Enero y 22 de Marzo de 2013, percibiendo un máximo de intensidad que siempre se ha dado en la zona cercana al litoral, es decir, puerto y Avenida de Villajoyosa, correspondiendo a los puntos de Oficina de Turismo-Rambla de Méndez Núñez, Playa de El Postiguet y Avenida de Villajoyosa. La intensidad ha podido ocupar mayor o menor territorio pero siempre quedando restringida a este sector, donde debemos de destacar la presencia de la Rambla de Méndez Núñez en su contacto con la Explanada de España que ha sido capaz de registrar una media para este tipo de isla de calor de 5,4°C. Descendiendo en una diferencia menor de temperatura pero aún así elevada, se percibe que en estos días, la concentración del calor se daba sobre todo en el área urbana de la capital alicantina, con temperaturas que en los casos más débiles de isla de calor superan aún así, ampliamente los 2°C, caso del 26 de Diciembre y en otros casos de mayor intensidad como el 28 de Diciembre, prácticamente todo el centro urbano superaba los 4°C de diferencia sobre el mínimo.

En cuanto a la ubicación del mínimo en esta isla de calor debemos apuntar que ha ido variando, ya que si en los días de Diciembre el mínimo se registró en los últimos puntos del transecto litoral, en O.A.M.I. para el 26 y la N-332 para el 28, en los otros dos días el mínimo se registró al comienzo del transecto centro, siendo siempre en el punto 2, correspondiente a Caravanas Ferrero. En otros centros de población estudiadas como San Vicente del Raspeig, podemos hablar de una intensidad que decrece a medida que nos desplazamos desde el centro urbano, punto sobre todo de Calle Jorge Juan con Avenida de Castelar, hacia el Sur, donde es en el ámbito de la Universidad de Alicante, donde se registro menor fuerza del fenómeno.

La situación sinóptica que depara esta intensidad elevada de la isla de calor en Alicante responde a unas características atmosféricas excelentes para captar la mayor fuerza del fenómeno. Hablamos de una situación anticiclónica invernal, con un campo de altas presiones situado en la cercanías de la Península Ibérica, y que por tanto, comporta cielo despejado con algunas bandas de nubes altas y un viento débil que en ningún momento supere los 15-20 km/h.

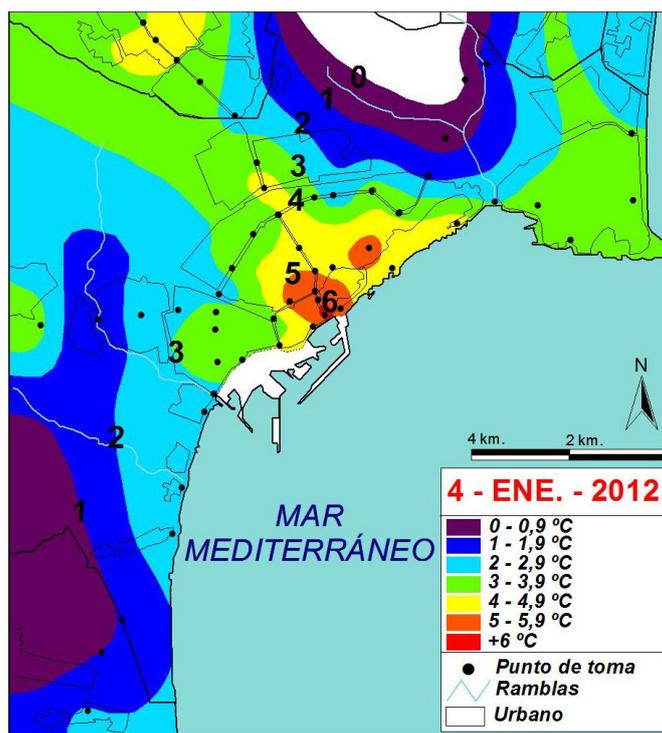
Tabla 3. En las imágenes superiores corresponden al geopotencial a 850 hPa del 4 de Enero de 2013 a las 18:00 UTC y el campo de isotacas del mismo día y hora.



Fuente: Geopotencial extraído de www.wetter3.de y campo de isotacas de los plots disponibles de <http://gama.am.ub.es/castellano/castellano.htm>

Estas situaciones sinópticas deparó la configuración de la siguiente isla de calor:

Imagen 4. Configuración de la isla de calor del 4 de Enero de 2012. Se observa que el mínimo se desplaza hacia el Norte del área de estudio, siendo importante esa corriente de Norte, es decir, aire más frío que se canaliza por la Rambla d'Orgègia.



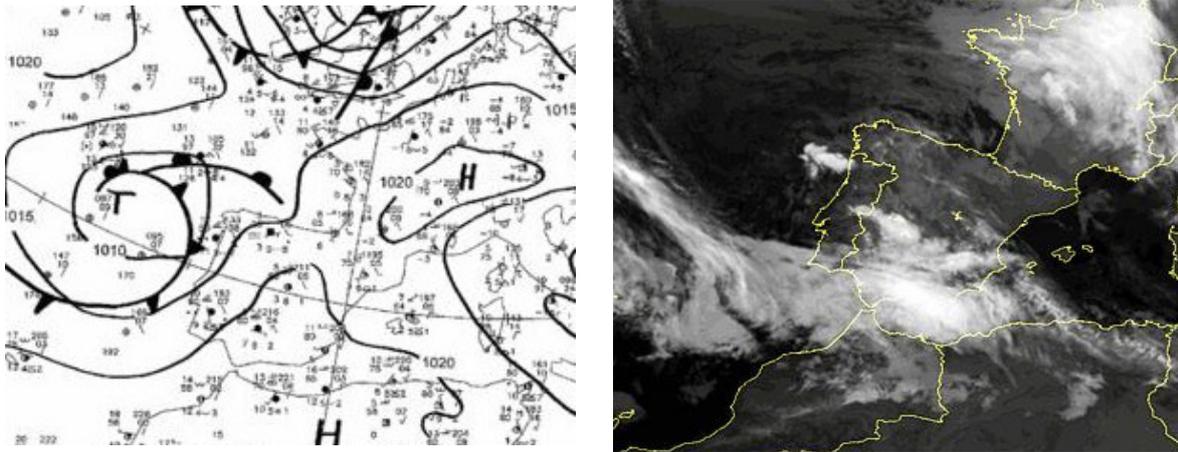
b) Isla de calor débil o sin isla

Se ha optado por denominar isla de calor débil o sin fenómeno reseñable cuando la diferencia entre el máximo y el mínimo registrado es igual o inferior a 4°C. Esto no significa que 4°C sean escasos a la hora de hablar de una isla de calor débil, pero este registro se detectó tan sólo un día y además en una zona que queda fuera de los lugares más cálidos, por lo que podemos llegar a pensar que este registro se obtuvo por una situación atmosférica concreta. Este punto corresponde al inicio de la avenida Óscar Esplà, punto 10 del transecto litoral.

Esta distribución se ha presentando como fruto de una situación atmosférica de cielo parcialmente nuboso, con bandas de nubes altas y medias que durante gran parte del día ha estado tapando el cielo,

impidiendo que los materiales de construcción urbanos absorbiesen todo el calor latente que con cielo completamente despejado sucede. Esto sucedió los días 6 y 7 de Diciembre de 2012, donde una borrasca situada en el frente a las costas de Galicia que entre la madrugada de ambos días se desplazó hacia el Golfo de Cádiz, trajo bastante nubosidad asociada de tipo medio y alto, tapando toda la mitad Sur de la península. El día 7, a la hora de la toma de los registros térmicos, la nubosidad prácticamente había desaparecido, si acaso algunos cirros o cirrocúmulos, pero lo que difuminó realmente el fenómeno de isla de calor en la ciudad fue el viento que se sopló de componente Oeste y Suroeste con una racha máxima que llegó en las primeras horas de la noche a los 35-40 km/h.

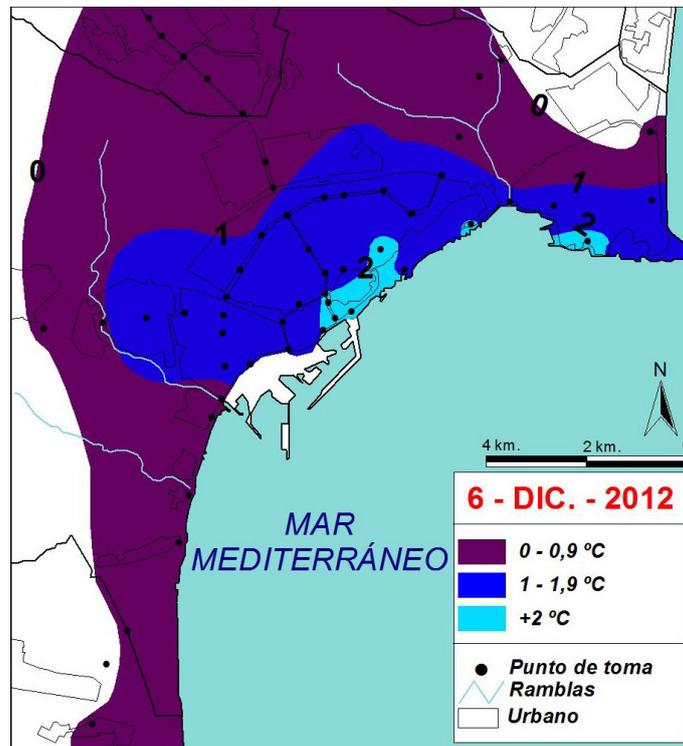
Tabla 4. Reanálisis de la situación sinóptica en superficie el 6 de Diciembre a las 18:00 UTC e imagen del canal infrarrojo del satélite EUMETSAT el 7 de Diciembre a las 00:00 UTC.



Fuentes respectivas: www.wetter3.de y www.sat24.com

Situación que dibujó el día 6 de Diciembre la siguiente isla de calor:

Imagen 5. Configuración de la isla de calor del día 6 de Diciembre de 2012. Al día siguiente, la disposición fue la misma, pero con una intensidad de 3°C en la zona de la Rambla de Méndez Núñez puesto que la nubosidad fue menor este día y sí hubo una radiación mayor que el día anterior.



c) Isla de calor desplazada

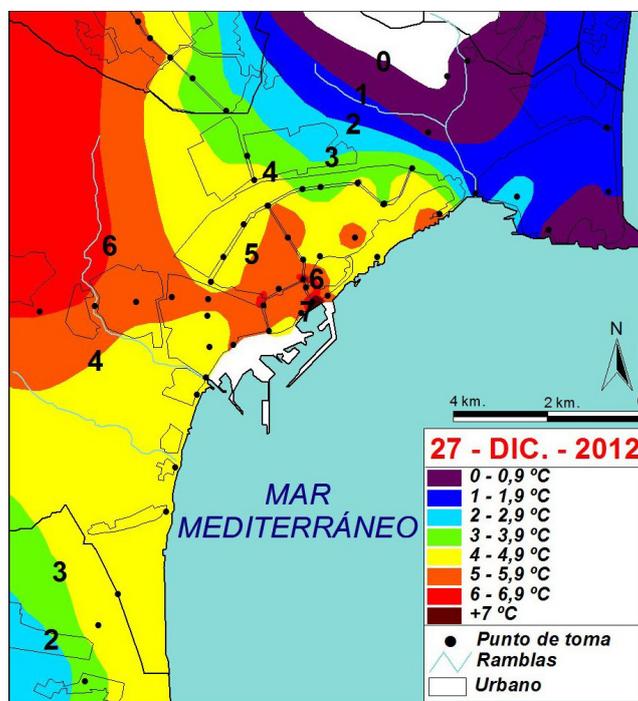
La configuración que en este tipo de isla de calor adoptan las isothermas podríamos definirla como un caso regional o local, en el que se puede asegurar que sólo se produce en la ciudad de Alicante. Se nos presenta una isla de calor en el que el máximo de intensidad sigue dándose en el mismo ámbito que se ha dado en otras tipologías, pero con la salvedad de que en ámbitos del Oeste de la ciudad, áreas industriales prácticamente despobladas han registrado en torno a los 5-6°C de diferencia con la mínima. Podemos hablar entonces de un aire cálido que se ha conectado por varios motivos desde este sector, más frío en otros días, hacia el centro.

Para explicar esta situación de microclima entran en juego el factor meteorológico y el geográfico. El primer factor se explica por las situaciones sinópticas de estos, primero el 27 de Diciembre con una situación anticiclónica en el centro peninsular, pero con una borrasca ubicada en el Mar Cantábrico que atraía vientos del Norte-Noroeste al Sureste peninsular. En cambio, el día 6 de Febrero, el campo de altas presiones se situaba en el Atlántico pero a su vez, en el centro del continente europeo se posicionaba un fuerte sistema de bajas presiones. La situación geográfica de margen de ambos campos isobáricos del área mediterránea peninsular hacía que los vientos de dirección Norte en mayor medida, fuesen de gran velocidad, superándose en Alicante, tanto el día 6 como el 7 de Febrero los 80 km/h.

La parte geográfica que explica la singular formación de esta isla de calor es la posición transversal a vientos del Noroeste y Norte de una cadena montañosa en las cercanías de la ciudad de Alicante. Estamos hablando de la Serra Fontcalent, que con sus 446 metros, se ofrece como un murallón de disposición Su-roeste o Noreste. Este murallón ejerce un efecto muy conocido en Meteorología como es el Efecto Foehn que se explica como un flujo que en contacto con una extensión orográfica asciende por la vertiente a barlovento, enfriándose y pudiendo originar nubes y precipitaciones, con lo cual una porción de su carga higrométrica queda en la vertiente a barlovento, mientras que, desde la vertiente a sotavento la formación nubosa originada parece cortada a pico, bruscamente, es el llamado muro de Foehn. El descenso por la vertiente a sotavento se hace con el gradiente de la adiabática seca, en consecuencia ese viento, ahora catabático, registra mayor temperatura y posee menor humedad relativa.

Así pues, todos los sectores del área de estudio ubicados a sotavento de esta sierra conocen ese calentamiento debido a ese viento fuerte y por ello el origen de denominar a esta isla de calor de desplazada. La configuración de esta isla de calor es la siguiente:

Imagen 6. Configuración de la isla de calor del día 27 de Diciembre de 2012.

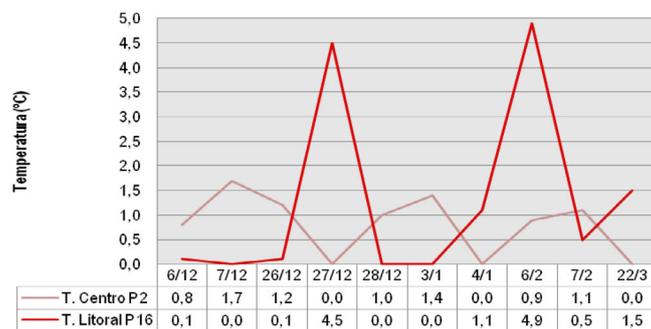


Este día se alcanzó el máximo de intensidad de la isla de calor, con 7°C entre la Rambla de Méndez Núñez y la Avenida de Denia a la altura del negocio de Caravanas Ferrero. Este hecho también venía impulsado por la situación anticiclónica que hemos comentado anteriormente que se alargaba varios

días, amén de que como se observa el aire cálido y seco se canaliza por la Avenida de Orihuela y las vías del ferrocarril y desaguando en el centro urbano. Se aprecia que la salida de la Autovía a Madrid, último punto del transecto centro alcanzó dicho día una diferencia de 6,1°C, sorprendiendo puesto que es un área prácticamente deshabitada. Podemos señalar además que el Este del área de estudio, que queda fuera de la influencia del Efecto Foehn es claramente más frío.

Que la distribución de la isla de calor de Alicante queda modificada por los parámetros aducidos se demuestra perfectamente si comparamos los dos puntos a priori más fríos de todos en los que se han tomado temperaturas. Estamos hablando del punto 2 del transecto centro, Caravanas Ferrero y el punto 16 del litoral, la N-332, los cuales presentan la diferencia media más baja, 0,8 y 1,3°C respectivamente, amén de haber sido los puntos más fríos 3 días cada uno. Podemos observar en la gráfica como la nacional, que queda dentro de la influencia del viento Foehn rectifica su normal funcionamiento dentro del fenómeno que estamos demostrando. Esto evidentemente, tendrá su repercusión a la hora de hablar de la morfología media de la isla de calor de Alicante:

Gráfico 3. Diferencia del punto 2 del transecto centro y punto 16 del litoral con respecto al mínimo diario.

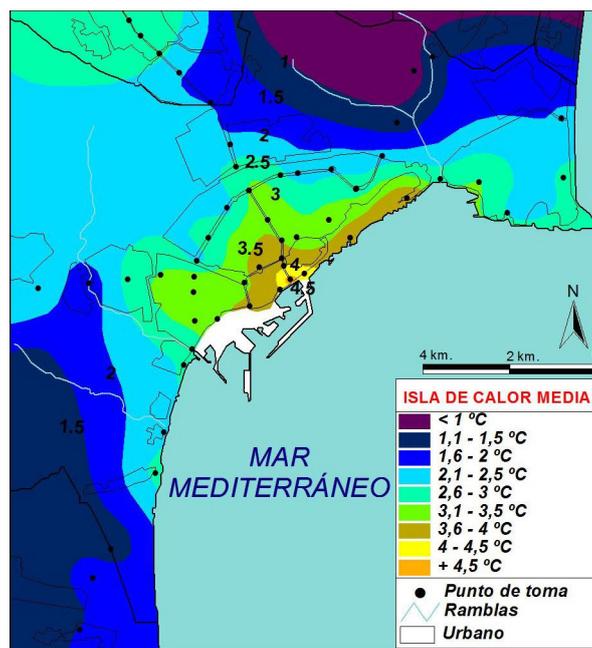


Puede apreciarse que cuando uno registra una gran diferencia respecto al mínimo el otro se presenta precisamente como ese mínimo diario o es uno de los mínimos.

7. CONCLUSIONES

Con todo ello, estamos en disposición de presentar el núcleo de este trabajo de investigación, es decir, cuál es la distribución y forma de la isla de calor de la ciudad de Alicante y dónde se sitúa su punto de máxima intensidad. La isla de calor de Alicante se distribuye de la siguiente manera:

Imagen 7. Isla de calor media de la ciudad de Alicante.



Tenemos por tanto, una isla de calor que se manifiesta en una serie de características:

- 1) El centro de máxima intensidad se da siempre en el mismo punto o área, con alguna variación diaria, independientemente de la morfología que adquiera el fenómeno de isla de calor. Esta área de máxima intensidad se da en la Rambla de Méndez Núñez en su contacto con la Explanada de España, que llega a una diferencia media de 4,5°, que constituye un punto rodeado por una densidad urbanística compacta y de circulación de vehículos y personas importante. Este punto queda flanqueado por todos sus puntos cardinales por un área de también gran intensidad, como son la Playa de El Postiguet, la Oficina de Turismo y el inicio de la Avenida Óscar Esplá, en la entrada al puerto industrial. Al sur de este centro de máxima intensidad se ubica el mar, pero la concentración del tráfico rodado que circula por la ronda litoral (Avenida Conde de Vallellano y la Avenida de Loring) y el murallón que representan tanto Explanada como Paseo de Canalejas impiden que la influencia marítima atenúe el fenómeno de isla de calor.
- 2) A partir de este centro de máxima intensidad, la isla de calor alicantina va descendiendo paulatinamente hacia las afueras de la urbe, siendo más intensa en aquellos sectores que pertenecen al centro urbano, de trama urbana densa y que por tanto, están más transitado, como el nodo Alfonso el Sabio-Avenida de la Estación, que se mueve alrededor de los 4°C. Las zonas más periféricas de la aglomeración urbana son más frías, aún a pesar de ser nodos de fuerte tráfico rodado, puesto que se presentan como espacios más abiertos, tanto urbana como edificatoriamente, como es el caso de la Gran Vía y Vía Parque.
- 3) Los ríos-rambla que flanquean Alicante por el Suroeste y Noreste, apenas tiene importancia en la morfología media del fenómeno y en días de episodio fuerte o débil. Sólo el Barranco de las Ovejas con vientos del Noroeste intensos que provocan Efecto Foehn hacia la ciudad, es capaz de crear un canal de aire cálido que modifica la distribución de la intensidad del fenómeno.
- 4) Municipios limítrofes a la capital, como San Vicente del Raspeig, presentan su propia isla de calor, con un sector central en torno a los 2,5°C más sobre el mínimo diario. La pedanía de El Altet en cambio, presenta una isla de calor media apenas reseñable, fuertemente influida por los días de isla de calor desplazada.
- 5) Observando el mapa de isla de calor media de Alicante se concluye que la zona al Suroeste de la ciudad, donde se ubica el Aeropuerto de El Altet, es sensiblemente más cálida que el Noreste de la ciudad, alrededores de la pedanía de Santa Faz, donde se ubica el punto más frío. Esta diferencia radica básicamente en la ubicación de la Serra de Fontcalent situada en el sector occidental y el Efecto Foehn que es capaz de crear, induciendo una anomalía térmica cálida en esta zona.
- 6) Hay que dejar claro que esta isla de calor es la que ha resultado teniendo en cuenta los distintos transectos a lo largo de toda la ciudad de Alicante. En la realidad, esta isla de calor puede verse modificada puesto que hay áreas de la ciudad en los que ha resultado muy difícil medir la temperatura bien por problemas de tráfico como el Barrio de la Cruz o por problemas de accesibilidad como el Monte del Benacantil o Serra Grossa, que han quedado integrados en las bandas de isoterma.

BIBLIOGRAFÍA

- GIL OLCINA, A. (dir.) (1990): *Historia de la provincia de Alicante. Geografía tomo 1, volúmenes 1 y 2*. Ediciones Mediterráneo. Murcia.
- GIL OLCINA, A. (dir.) (2001): *Cartografía temática de las tierras alicantinas*. Edita Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante. Alicante, 119 pp.
- GIL OLCINA, A. y OLCINA CANTOS, J. (1999): *Climatología básica*. Ed. Ariel Geografía. Barcelona, 387 pp.
- GOZÁLVEZ PÉREZ, V. (Dir) (1990): *Comarca de l'Alacantí*. Edita Mancomunidad de l'Alacantí. Alicante, 248 pp.
- MAZÓN MARTÍNEZ, T. (1994): *La configuración del paisaje urbano en Alicante (1960-1990)*. Edita Instituto de cultura Juan Gil Albert, Diputación de Alicante. Alicante, 221 pp.
- MORENO GARCÍA, M. C. (1993): *Estudio del clima urbano de Barcelona: la isla de calor*. Ed. Oikos-Tau. Barcelona, 193 pp.
- MORENO GARCÍA, M. C. (1999): *Climatología Urbana*. Ed. Universitat de Barcelona. Barcelona, 71 pp.
- ROSELLÓ VERGER, VICENÇ M. (1995): *Geografía del País Valenciano*. Ed. Alfons el Magnànim. Valencia, 640 pp.

SERRA PARDO, J. A. (2007): “Estudio de la isla de calor de la ciudad de Ibiza” en *Revista de Investigaciones Geográficas del Instituto Universitario de Alicante*, N°44, 19 pp.

VVAA (1990): *Historia de Alicante Tomo 2*. Edita Ayuntamiento de Alicante, Patronato para la Conmemoración del Quinto Centenario de la Ciudad de Alicante y Diario Información. Alicante, 839 pp.

VVAA (2008): “La isla de calor en Las Palmas de Gran Canaria: intensidad, distribución y factores condicionantes” en *Boletín de la AGE*, N°47, 19 pp.

EL COSTE ENERGÉTICO DE LA DESALINIZACIÓN EN EL PROGRAMA A.G.U.A.

Alberto del Villar García

Departamento de Economía y Dirección de Empresas
Universidad de Alcalá

RESUMEN

Tras la derogación del trasvase del Ebro por el Real Decreto 2/2004 y la promulgación de la Ley 11/2005 de modificación del Plan Hidrológico Nacional, se reorientó la política del agua para satisfacer las nuevas necesidades de agua en el arco mediterráneo peninsular por medio de la desalinización. Esta política se ha centrado en un conjunto de actuaciones a través del llamado Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua). Las actuaciones en materia de desalinización de dicho programa se han materializado en la construcción de 16 nuevas plantas desalinizadoras con una capacidad de producción de casi 350 hm³.

Del conjunto de estas actuaciones, al menos 6 de ellas pretendían satisfacer, de manera parcial, las necesidades de agua de unas 244.000 hectáreas de regadío, con un volumen de unos 155,37 hm³. En 2008, el coste por metro cúbico estimado de producción, en las seis plantas destinadas a riego agrícola ascendía a 0,8634 €. El coste energético suponía aproximadamente un 52% de los costes de operación y mantenimiento, y un 39% de los costes totales (0,3373 €/m³). Este coste se estimó con una factura energética que recogía un precio de la energía en el entorno de 0,08 €/kwh. En 2012 el precio de la energía se sitúa por encima de 0,14 €/kwh, un 65% superior al calculado para 2008. Este incremento se traduce en un aumento de la factura por esta fuente de recursos calculado en unos 0,21 €/m³.

Palabras clave: Desalinización, coste energético, Programa AGUA.

ABSTRACT

Energy Cost of Desalination in the A.G.U.A. Program

Water Policy was reoriented in 2005, after Ebro Water Transfer abolition, to meet new water needs in the Mediterranean area through desalination. This policy has focused on a series of measures across the program called AGUA (Measures for the Management and Use of Water, in Spanish acronym). This Program has materialized in the construction of 16 new desalination plants with an average production about 350 Mm³.

At least 6 of these plants covers part of the water needs to 244,000 ha, with an average water production about 155.37 Mm³. In 2008, Average water production cost was estimated about € 0.8634. Energy costs suppose nearly 52% of operating and maintenance costs, and 39% of total cost (€ 0.3373). This cost was estimated from a low cost energy (0.08 €/kwh). In 2012, energy prices are located at 0.14 €/kwh, about 65% up from the estimated in 2008. This energy fare increase supposes a water average cost increase about € 0.21.

Keywords: Desalination, energy cost, AGUA Program.

1. INTRODUCCIÓN

Tras la derogación del trasvase del Ebro por el Real Decreto 2/2004 y la promulgación de la Ley 11/2005 de modificación del Plan Hidrológico Nacional, se reorientó la política del agua para satisfacer las nuevas necesidades de agua en el arco mediterráneo peninsular por medio de la desalinización.

Contacto: alberto.delvillar@uah.es

Esta política se ha centrado en un conjunto de actuaciones a través del llamado Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua). Las actuaciones en materia de desalinización de dicho programa se han materializado en la construcción de 17 nuevas plantas desalinizadoras con una capacidad de producción de casi 350 hm³. Del conjunto de estas actuaciones, al menos 6 de ellas pretendían satisfacer, de manera parcial, las necesidades de agua de unas 244.000 hectáreas, con un volumen de unos 155,37 hm³.

A través de la información obtenida de los Informes de Viabilidad de Proyectos, establecidos a partir de la Ley 11/2005, es posible acceder a realizar un análisis financiero referente a los proyectos hidráulicos financiados desde el Ministerio de Medio Ambiente¹. En total, se pueden analizar unos 16 proyectos que se han aprobado en los últimos años referidos a esta tipología.

La cuantía de la inversión es importante ascendiendo a unos 1.119 millones de Euros presupuestados, 68,7 millones de Euros de media por cada instalación. La población y superficie de riego afectada es importante, teniendo destino a servicios de abastecimiento urbano el 54% de los volúmenes desalinizados (189,1 hm³), siendo el 46% restante para usos en regadíos (155,3 hm³).

Tabla 1. Información y unidades físicas de los proyectos de desalinización

NOMBRE ACTUACIÓN (IVP)	Población	Superficie Riego	Volumen
Desalinizadora Torreveja (ATS) (Riego)	2.400.000	125.000	80.000.000
Desalinizadora Bajo Almanzora (Almería)	139.812	24.000	20.000.000
Desalinizadora de Telde (Canarias)	93.645	0	5.600.000
Desalinizadora de Andratx (Mallorca)	526.454	0	4.900.000
Desalinizadora de Valdelentisco (Murcia)	1.294.694	6.000	70.200.000
Desalobrador de Adra (Almería)	23.195	0	3.380.000
Desalinizadora Bahía de Alcudia (Mallorca)	48.636	0	4.900.000
Desalación Campo de Dalias (Almería)	164.592	15.715	30.000.000
Acondicionamiento Desalinizadora de Roque Prieto (Guía)	55.203	-	-
Desalinizadora de Oropesa del Mar (Castellón)	41.226	0	16.000.000
Desalinizadora de Sagunto (Camp de Morvedre)	62.500	0	8.000.000
Ampliación Desalinizadora de El Mojón (Murcia)	0	41.562	5.870.000
Ampliación Desalinizadora de Águilas (Murcia)	130.858	31.500	40.000.000
Desalinizadora de Denia (Marina Alta)	40.601	0	8.400.000
Desalinizadora de Moncófar (Castellón)	52.135	0	11.680.000
Desalinizadora de Mutxamel (Alicante)	443.261	0	17.500.000
Desalinizadora de la Costa del Sol (Málaga)	766.050	0	18.250.000
	6.282.862	243.777	344.680.000

Fuente: Informes de Viabilidad de Proyectos (Artículo 46.5 Ley de Aguas). Elaboración propia. Cifras en habitantes, hectáreas y metros cúbicos.

A partir de la información contenida en la documentación pública disponible, se obtienen unos indicadores referidos a los costes de producción y de sus distintos componentes. Estos datos se utilizarán para analizar de manera independiente alguna de estas partidas, con la finalidad de efectuar un análisis de sensibilidad.

El objetivo pretendido es determinar el alcance de ciertas políticas sectoriales sobre actuaciones que desarrollan un sector estratégico de la economía española, e inciden en la incertidumbre de los procesos de toma de decisiones.

La razón fundamental estriba en comprobar cómo algunas políticas de corte transversal presentan incidencias significativas sobre sectores estratégicos con alcance dispar en regiones que pueden tener una cierta dependencia estratégica de algún recurso productivo (caso del agua o energía).

¹ <http://www.magrama.gob.es/es/agua/planes-y-estrategias/informes-de-viabilidad-de-obras-hidraulicas/>

Este trabajo se estructura en tres partes. En primer lugar se analizan los costes de diseño de las instalaciones dedicadas a los procesos de desalinización, desde una óptica centrada en la evolución de la tecnología y los rendimientos energéticos. A continuación se analiza el coste de las actuaciones del Programa A.G.U.A. en materia de desalinización, contemplando la estructura de costes de las 16 instalaciones sobre las que se dispone de una cierta información detallada. Por último, se acomete un análisis de sensibilidad sobre esta estructura de costes a partir de uno de sus componentes, considerado el más incierto y volátil, como es el coste energético.

2. EL COSTE DE LAS ACTUACIONES EN MATERIA DE DESALINIZACIÓN

En este apartado se van a tratar los distintos elementos que conforman los costes financieros de producción y explotación de las plantas desalinizadoras instaladas en España. Para ello, se analizará en primer término el estado y evolución de la cuestión de la desalinización para, a continuación, analizar los costes de los proyectos de esta naturaleza que han pasado el trámite de análisis de viabilidad previsto en el Artículo 46.5 de la Ley de Aguas.

2.1. Evolución de la desalinización

Existen muchas referencias respecto de los costes de la desalinización en los últimos años en España. Se ha analizado la evolución de estos costes en numerosos trabajos y con diferentes criterios.

Generalmente las variables y datos recogidos en estos análisis no se refieren a costes propiamente de los procesos y de las actuaciones. Los indicadores ofrecidos internacionalmente y a nivel nacional se refieren a precios de adjudicación y de concesiones, que no incluyen la parte que es financiada por fondos de ayuda al desarrollo, fondos europeos, financiación pública estatal, y otra no cubierta a través de las tarifas.

En las últimas décadas los costes medios por unidad de agua producida (metro cúbico) en las plantas desalinizadoras ha descendido a la par que lo hacía el consumo energético. El consumo energético es una parte fundamental del coste del proceso de desalación y su reducción se asocia con la disminución del coste de producción.

Desde 1970, año de instalación de la primera planta de producción de agua potable a partir de agua salada (Lanzarote), la evolución del coste ha ido ligada a la mejora tecnológica y reducción del consumo energético.

Tabla 2. Evolución del coste unitario de producción de agua a través de desalinizadoras

Año	Kwh/m ³	€/m ³
1970	22	2,1
1980	18	1,8
1985	15	1,11
1988	13	1,1
1989	8,5	0,96
1990	6,2	0,75
1992	5,8	0,72
1992	5,5	0,69
1996	5,3	0,66
1998	4,8	0,52
1999	4,5	0,52
2000	4,0	0,5
2001	3,7	0,49
2002	3,5	0,48
2003	3,3	0,46

Fuente: Etxaniz, J. (2005), Curso de Desalación AEDyR.

Si en 1970 se precisaban 22 kilovatios hora para producir un metro cúbico de agua desalinizada, en 2003 este cociente había descendido hasta 3,3 kilovatios hora por metro cúbico². Con ello, el coste energético, y con ello el coste de producción por unidad de agua (metro cúbico), se ha ido reduciendo paulatinamente a lo largo de las últimas décadas hasta llegar a estas estimaciones de 0,46 €/m³, e incluso inferiores a esta cifra.

No solamente los costes energéticos se han reducido en los últimos años, también otros costes como los de reposición de membranas y mantenimiento han acompañado esta tendencia a la baja, lo que unido a una progresiva reducción de los costes de inversión por unidad instalada y búsqueda de mayores economías de escala que se traducen en una repercusión vía amortizaciones por unidad producida cada vez menor.

En 2004, el Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX) realizó un análisis de los costes de desalación con previsiones basadas en grandes instalaciones (superiores a una capacidad de más de 60.000 m³/día) a plena ocupación y con precios de la energía estables. Los resultados de estos estudios sirvieron de base para poner en marcha el proyecto de desalinización generalizada del Programa A.G.U.A., dado que, según estos estudios, los costes de producción unitarios podían alcanzar valores inferiores a 0,40 € por metro cúbico, tal y como se refleja en la tabla 3.

Tabla 3. Evolución de los costes del agua desalinizada

	Unidades	1995	2002	2004	2010
1. Bases de cálculo					
Coste de inversión	€/m ³ – día	890	610	600	590
Amortización	Años	15	15	15	15
Interés	%	10	4	4	4
Consumo energía	kWh/m ³	5,3	4,1	3,6	2,9
Precio energía	€/kWh	0,077	0,048	0,048	0,048
2. Costes parciales					
Energía	€/m ³	0,408	0,196	0,172	0,139
Personal	€/m ³	0,036	0,036	0,030	0,025
Productos Químicos	€/m ³	0,030	0,028	0,028	0,030
Mantenimiento	€/m ³	0,024	0,024	0,024	0,024
Membranas	€/m ³	0,018	0,018	0,016	0,014
TOTAL EXPLOTACIÓN	€/m ³	0,516	0,302	0,270	0,232
TOTAL AMORTIZACIÓN	€/m ³	0,337	0,170	0,168	0,165
COSTE TOTAL	€/m³	0,853	0,472	0,438	0,397

Fuente: Torres (2004). Agua de mar, toma abierta, entrega en cota 100 a 15 Km.

Otros autores, en fechas más recientes, corroboran estos cálculos señalando costes de explotación por debajo del umbral de 0,45 €/m³. Es el caso de Estevan (2008), quien señala que en términos actuales se puede estimar que los costes de explotación unitarios, sin incluir costes de inversión, para una planta de una capacidad alrededor de 30.000 metros cúbicos diarios, por medio de la tecnología de ósmosis inversa, a plena ocupación anual, se sitúa en una horquilla comprendida entre los 0,35 €/m³ y los 0,45 €/m³. Estas cifras, como es lógico, dependiendo de factores diversos como es el punto de entrega, tamaño de la planta, condiciones de la toma, etc.

Como se indica en el trabajo de Estevan (2008: 5-6), los costes de entrega pueden llegar a distorsionar en cierta forma los niveles de costes unitarios. Estos costes no proceden, en justicia, de los procesos de desalinización. Son costes de transporte como los de cualquier otra estación potabilizadora que, siguiendo el criterio de estandarización propuesto por el CEDEX³, oscilan entre 0,04 €/m³ y 0,06 €/m³.

2 Al menos en términos de ensayos de laboratorio. Existe un límite en la tecnología actual para el bombeo a alta presión que se cifra en unos 2,9 kWh/m³, por debajo de este límite no resulta posible vencer la presión osmótica. A esta energía hay que añadir otros bombeos e impulsiones para captar el agua y distribuirla. Los consumos específicos de energía de las plantas de producción pueden ser reducidos a partir de este momento con mecanismos de recuperación energética.

3 Entrega en cota 100 m. y a 15 Km. de la planta.

Otro aspecto a considerar es el relativo a los costes de inversión y su cómputo. En el trabajo de Estevan (2008: 10-12) se analizan estos costes en función del período de cómputo de la amortización o de la vida útil de los elementos de la planta desalinizadora. En proyectos concretos, con un cómputo de la vida útil de la obra civil de la planta de 30 años y plazos inferiores para los distintos equipos e instalaciones, la repercusión sobre el coste unitario se estimaba en un valor comprendido entre 0,126 €/m³ y 0,156 €/m³.

Los resultados finales podrían arrojar un coste unitario comprendido entre 0,45 €/m³ y 0,50 €/m³. Valores que incorporan todos los costes y que no incluirían subvenciones ni ayudas financieras, de acuerdo a los datos analizados por Estevan.

Bajo estos cálculos, en 2005 se procedió a la formulación de un plan de desalinización masiva en el mediterráneo español que incluía unas 16 actuaciones de gran envergadura con una capacidad de producción de casi 350 hectómetros cúbicos anuales y una inversión de más de 1.000 millones de Euros, como parte de la sustitución de caudales que hubieran procedido del recientemente derogado Trasvase del Ebro.

2.2. El coste de la desalinización en el Programa A.G.U.A.

A la luz del planteamiento expuesto en el apartado anterior, resultan comprensibles ciertas decisiones en materia de política de aguas que se tomaron a principios de la década pasada.

Resolver un problema estructural de agua, que afectaba en mayor medida a las regiones del arco mediterráneo español, por medio de la instalación de grandes plantas desalinizadoras, se antojaba con estos datos como una buena alternativa económica y financiera frente a la resolución que se podía plantear por medio de transferencias de recursos hídricos de otras cuencas.

En estas circunstancias la derogación del Trasvase del Ebro dio paso a un ambicioso programa de desalinización masiva, incluido dentro de lo que se denominó Programa A.G.U.A.

De forma casi paralela, como hito reciente de transparencia en la Administración, a partir de 2006 los proyectos acometidos con financiación estatal han de estar sometidos a un informe de viabilidad de proyectos conforme señala el artículo 46.5 del Texto Refundido de la Ley de Aguas. Este documento ha de ser de exposición pública⁴ y proporciona información bastante detallada sobre los proyectos y actuaciones en materia de desalinización que se someten al procedimiento de declaración de *interés general*.

Cabe destacar la imposibilidad de diferenciar, si es que existen en dichas actuaciones y han sido tenidos en cuenta, los costes de entrega y puesta a disposición de los que pertenecen solamente al apartado de producción de agua desalinizada.

La anterior afirmación deriva de la documentación (ACUAMED, 2006) a la que se ha tenido acceso sobre el cálculo de costes referida al consumo energético. En dicha documentación se indica un consumo energético por unidad producida (m³) de 3,8 kwh a pie de planta. Coincidente con otros trabajos, que desglosan el consumo energético de una instalación de ósmosis inversa en la siguiente relación (Martínez *et al*, 2000):

Bombeo agua de mar:	0,2 Kwh/m ³
Bombeo intermedio:	0,3 Kwh/m ³
Bombeo alta presión:	3,3 Kwh/m ³
Bombeo producto (a 300 m.s.n.m.):	1,3 Kwh/m ³
Total:	5,1 Kwh/m ³

El volumen de inversión es considerable, alcanzando para unos 17 proyectos en materia de desalinización (16 nuevas plantas o ampliaciones), alrededor de los 1.100 millones de Euros.

Los costes anuales de conservación y mantenimiento, estimados en los proyectos de cada una de las actuaciones, ascienden a unos 216 millones de euros anuales. Esta cifra ha tenido que calcularse en la mayor parte de los documentos, dado que los valores reflejados en los informes contenían algunas distorsiones que dificultaban los cálculos correctos de estas partidas⁵.

4 Se publican en la página WEB del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente.

5 La mayor parte de los documentos distingue cada uno de los componentes de los costes de conservación y mantenimiento. No obstante, a la hora de determinar estos costes se recoge el valor actualizado de cada partida correspondiente a un período de explotación de 25 años. Posteriormente, para determinar su coste anual equivalente (CAE) se divide esta partida entre 25. Este proceder es técnicamente erróneo y no tiene en cuenta los procesos de valoración financiera. Lo correcto sería aplicar una fórmula financiera de valoración anual de esta partida partiendo del valor actual de los flujos de la misma. Esto es emplear fórmulas financieras que consideren el efecto del descuento financiero y el tipo de interés aplicable. Tan sólo se aplica este criterio en el 25% de los proyectos que se presentan.

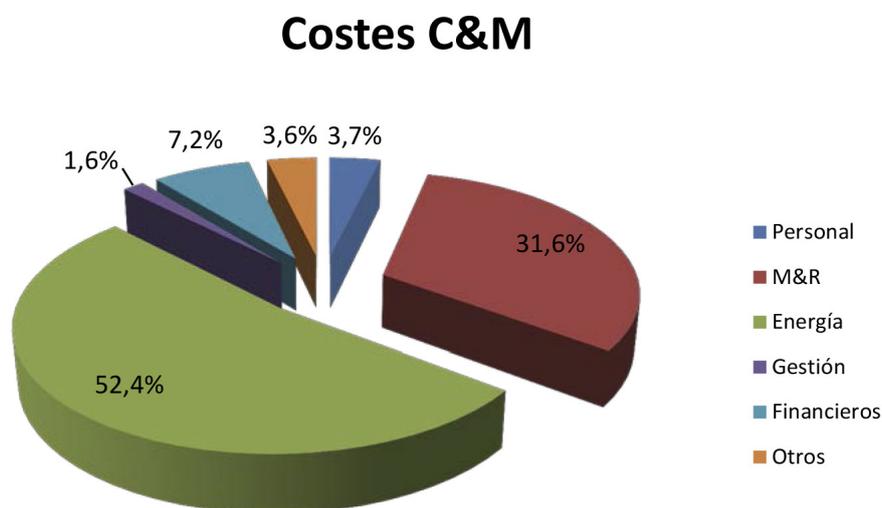
Tabla 4. Principales magnitudes plantas desalinizadoras

NOMBRE ACTUACIÓN (IVP)	Inversión	Costes C&M	Volumen
Desalinizadora Torreveja (ATS) (Riego)	287.087.104	56.885.454	80.000.000
Desalinizadora Bajo Almanzora (Almería)	43.639.619	12.132.495	20.000.000
Desalinizadora de Telde (Canarias)	11.811.265	1.839.281	5.600.000
Desalinizadora de Andratx (Mallorca)	14.428.093	1.788.418	4.900.000
Desalinizadora de Valdelelisco (Murcia)	141.454.045	26.631.099	70.200.000
Desalobrador de Adra (Almería)	12.897.953	1.459.775	3.380.000
Desalinizadora Bahía de Alcudia (Mallorca)	21.847.973	2.093.280	4.900.000
Desalación Campo de Dalías (Almería)	99.274.102	22.039.535	30.000.000
Desalinizadora de Oropesa del Mar (Castellón)	47.406.007	12.022.535	16.000.000
Desalinizadora de Sagunto (Camp de Morvedre)	27.478.367	6.309.265	8.000.000
Ampliación Desalinizadora de El Mojón (Murcia)	29.191.813	3.835.929	5.870.000
Ampliación Desalinizadora de Águilas (Murcia)	143.671.118	25.099.819	40.000.000
Desalinizadora de Denia (Marina Alta)	34.078.740	6.391.855	8.400.000
Desalinizadora de Moncófar (Castellón)	48.376.235	7.986.189	11.680.000
Desalinizadora de Mutxamel (Alicante)	69.848.195	14.037.884	17.500.000
Desalinizadora de la Coste del Sol (Málaga)	66.789.657	15.116.430	18.250.000
TOTALES	1.099.280.284	215.669.240	344.680.000

Fuente: Informes de Viabilidad de Proyectos (Artículo 46.5 Ley de Aguas). Elaboración propia. Cifras en habitantes, hectáreas y metros cúbicos.

En el reparto de los costes de conservación y mantenimiento, los costes energéticos representan más de la mitad del total, seguidos por los costes de mantenimiento y reposición. Entre ambas partidas, engloban el 85% de los costes de conservación y mantenimiento de diseño anuales de estas plantas.

Figura 1. Estructura de los costes de conservación y mantenimiento



Fuente: Informes de Viabilidad de Proyectos (Artículo 46.5 Ley de Aguas). Elaboración propia.

Cabe destacar que, de acuerdo a estas cifras, el coste por metro cúbico de agua producida tendría unos costes medios de conservación y mantenimiento de diseño de unos 0,6257 €.

El cálculo de la anualidad de los costes de inversión presenta ciertas dificultades. La información suministrada en los Informes de Viabilidad de Proyectos de cada actuación señala el porcentaje de participación de la obra civil y de las instalaciones, por lo que se puede diferenciar diferentes períodos de vida útil para cada conjunto de elementos.

No obstante, los períodos utilizados como referencia para el cálculo en los Informes de Viabilidad ascienden a 50 años, en el caso de la obra civil, y 25 para la maquinaria e instalaciones. Considerando dichos períodos como excesivos, se ha optado por calcular el valor de estos atendiendo a 25 años de vida útil para las inversiones relativas a la obra civil, y 10 años para las inversiones acometidas en instalaciones y maquinaria. De esta forma, los costes anuales de inversión estimados para el conjunto de las 16 plantas desalinizadoras ascienden a 98,13 millones de euros. Este importe proporciona un indicador de coste de inversión por metro cúbico producido de 0,2847 €.

En su conjunto, los costes anuales de desalinización para la producción de 344,68 hm³ en las 16 plantas desalinizadoras que contempla el Programa A.G.U.A. asciende a 313,8 millones de euros. El coste unitario de desalación se cifra en unos 0,91 €/m³ tomando como año base 2008, que sería el año de entrada en funcionamiento de la mayor parte de las instalaciones.

Cabe reseñar que el valor medio determinado en los Informes de Viabilidad de Proyectos asciende a unos 0,5804 €/m³, con valores comprendidos entre 0,4650 €/m³ y 0,8282 €/m³.

Tabla 5. Coste Anual Equivalente en las Plantas Desalinizadoras del Programa A.G.U.A.

NOMBRE ACTUACIÓN (IVP)	Coste Anual Equivalente			Coste Anual Equivalente por m ³		
	Inversión	C&M	Total	Inversión	C&M	Total
Desalinizadora Torreveja (ATS) (Riego)	26.003.912	56.885.454	82.889.366	0,3250	0,7111	1,0361
Desalinizadora Bajo Almanzora (Almería)	4.757.959	12.132.495	16.890.453	0,2379	0,6066	0,8445
Desalinizadora de Telde (Canarias)	1.127.147	1.839.281	2.966.428	0,2013	0,3284	0,5297
Desalinizadora de Andratx (Mallorca)	1.540.571	1.788.418	3.328.989	0,3144	0,3650	0,6794
Desalinizadora de Valdelentisco (Murcia)	14.085.902	26.631.099	40.717.001	0,2007	0,3794	0,5800
Desalobrador de Adra (Almería)	1.115.780	1.459.775	2.575.555	0,3301	0,4319	0,7620
Desalinizadora Bahía de Alcudia (Mallorca)	1.752.709	2.093.280	3.845.989	0,3577	0,4272	0,7849
Desalación Campo de Dalías (Almería)	8.235.397	22.039.535	30.274.931	0,2745	0,7347	1,0092
Desalinizadora de Oropesa del Mar (Castellón)	4.188.711	12.022.535	16.211.246	0,2618	0,7514	1,0132
Desalinizadora de Sagunto (Camp de Morvedre)	2.397.172	6.309.265	8.706.437	0,2996	0,7887	1,0883
Ampliación Desalinizadora de El Mojón (Murcia)	2.501.594	3.835.929	6.337.523	0,4262	0,6535	1,0796
Ampliación Desalinizadora de Águilas (Murcia)	12.717.364	25.099.819	37.817.183	0,3179	0,6275	0,9454
Desalinizadora de Denia (Marina Alta)	2.857.984	6.391.855	9.249.839	0,3402	0,7609	1,1012
Desalinizadora de Moncófar (Castellón)	3.832.884	7.986.189	11.819.073	0,3282	0,6837	1,0119
Desalinizadora de Mutxamel (Alicante)	5.429.520	14.037.884	19.467.404	0,3103	0,8022	1,1124
Desalinizadora de la Coste del Sol (Málaga)	5.589.780	15.116.430	20.706.210	0,3063	0,8283	1,1346
TOTALES	98.134.388	215.669.240	313.803.628	0,2847	0,6257	0,9104

Fuente: Informes de Viabilidad de Proyectos (Artículo 46.5 Ley de Aguas). Elaboración propia. Cifras en Euros.

Teniendo en cuenta sólo las plantas e instalaciones que presentan una cierta dedicación para la producción de recursos de uso agrícola, el coste medio de desalinización de esas dos plantas ascendería a 0,8634 €/m³. El volumen de producción de este tipo de recursos permitiría satisfacer aproximadamente un 15% de las necesidades de agua de los cultivos de regadío en el sureste peninsular.

2.3. Los costes energéticos de la desalinización en el Programa A.G.U.A.

Al respecto de algunas partidas y consideraciones sobre sus bases de cálculo, cabe destacar el capítulo correspondiente a los costes energéticos. Este capítulo de los costes está valorado a través de dos componentes. Por una parte, el *término de potencia*. Considerado un coste fijo de operación de las plantas, se aplica con independencia del nivel de consumo. Se deduce la aplicación de un valor fijo en 2006 de 9,992273 €/kW/mes⁶. Por otro lado, el *término de consumo*, considerando un *precio* de 0,045075 €/kWh, según las tarifas vigentes para 2006. Se considera un consumo de 3,8 kWh por cada metro cúbico de agua producido por las plantas.

6 Aplicando la tarifa general de larga duración 3.4 (Aprobada el 23 de diciembre de 2005). Esta tarifa ha sido sustituida a partir de 2008 por la entrada en vigor de la liberalización del mercado eléctrico.

El cálculo del consumo energético dependerá de cada instalación de acuerdo a la potencia contratada, el volumen de producción y otros factores. Se puede estimar, a través de los parámetros de diseño de estas instalaciones, un consumo energético anual de 1.302.010 MWh, con un valor medio del kWh de 0,0867 €.

Tabla 6. Coste Anual Equivalente del Uso de Energía en las Plantas Desalinizadoras del Programa A.G.U.A.

NOMBRE ACTUACIÓN (IVP)	Volumen (m ³)	Energía (kWh)	Coste energía (€)	Coste energía (€/kWh)
Desalinizadora Torre Vieja (ATS) (Riego)	80.000.000	304.000.000	29.217.809	0,0961
Desalinizadora Bajo Almanzora (Almería)	20.000.000	76.000.000	6.471.512	0,0852
Desalinizadora de Telde (Canarias)	5.600.000	21.280.000	1.088.685	0,0512
Desalinizadora de Andratx (Mallorca)	4.900.000	18.620.000	1.131.931	0,0608
Desalinizadora de Valdelentisco (Murcia)	70.200.000	266.760.000	14.199.766	0,0532
Desalobrador de Adra (Almería)	3.380.000	5.070.000 ^A	271.555	0,0536
Desalinizadora Bahía de Alcudia (Mallorca)	4.900.000	18.620.000	1.217.078	0,0654
Desalación Campo de Dalías (Almería)	30.000.000	114.000.000	12.766.710	0,1120
Desalinizadora de Oropesa del Mar (Castellón)	16.000.000	60.800.000	6.443.959	0,1060
Desalinizadora de Sagunto (Camp de Morvedre)	8.000.000	30.400.000	3.080.249	0,1013
Ampliación Desalinizadora de El Mojón (Murcia)	5.870.000	22.306.000	1.980.325	0,0888
Ampliación Desalinizadora de Águilas (Murcia)	40.000.000	152.000.000	11.627.314	0,0765
Desalinizadora de Denia (Marina Alta)	8.400.000	31.920.000	3.261.938	0,1022
Desalinizadora de Moncófar (Castellón)	11.680.000	44.384.000	4.330.951	0,0976
Desalinizadora de Mutxamel (Alicante)	17.500.000	66.500.000	7.868.018	0,1183
Desalinizadora de la Coste del Sol (Málaga)	18.250.000	69.350.000	7.955.577	0,1147
	344.680.000	1.302.010.000	112.913.375	0,0867

Fuente: Informes de Viabilidad de Proyectos (Artículo 46.5 Ley de Aguas). Elaboración propia. Se estima un consumo energético de 3,8 kWh por cada m³ de agua producida. ^A La planta Desalobrador se estima un consumo energético de 1,5 kWh/m³.

Esta partida tendrá vital importancia en el caso de evolucionar al alza los costes energéticos en el futuro. Como de hecho así ha ocurrido en los últimos años.

3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS COSTES ENERGÉTICOS EN LAS PLANTAS DESALINIZADORAS

La evolución del mercado energético en los últimos años no invita al optimismo respecto a la evolución del precio de la electricidad y la repercusión del coste de la energía sobre el coste de producción de agua desalinizada. A pesar de la liberalización del mercado de la electricidad el coste para las empresas por el suministro de energía ha experimentado un crecimiento medio de algo más del 64% entre 2007 y 2012, habiendo alcanzado un importe medio por kWh para el primer semestre de 2012 de 0,1429 € (UNESA, 2013)⁷.

Este incremento en la factura energética para las instalaciones y plantas desalinizadoras supone una importante repercusión en el coste de producción. La energía supone un 48% de los costes totales de producción, y un casi dos terceras partes de los costes de operación y mantenimiento. Lo que indica la especial repercusión que las variaciones en el precio de la energía tienen en estas plantas e instalaciones.

Tabla 7. Coste energético 2007 y 2012 en las Plantas Desalinizadoras del Programa A.G.U.A.

NOMBRE ACTUACIÓN (IVP)	Coste Energía (€)		Repercusión Energía (€/m ³)	
	2007	2012	2007	2012
Desalinizadora Torre Vieja (ATS) (Riego)	29.217.809	48.144.735	0,3652	0,6018
Desalinizadora Bajo Almanzora (Almería)	6.471.512	10.663.675	0,3236	0,5332

7 Una diferencia de 0,0562 €/kWh entre ambos ejercicios.

Desalinizadora de Telde (Canarias)	1.088.685	1.793.921	0,1944	0,3203
Desalinizadora de Andratx (Mallorca)	1.131.931	1.865.181	0,2310	0,3806
Desalinizadora de Valdelentisco (Murcia)	14.199.766	23.398.194	0,2023	0,3333
Desalobrador de Adra (Almería)	271.555	447.464	0,0803	0,1324
Desalinizadora Bahía de Alcudia (Mallorca)	1.217.078	2.005.486	0,2484	0,4093
Desalación Campo de Dalías (Almería)	12.766.710	21.036.822	0,4256	0,7012
Desalinizadora de Oropesa del Mar (Castellón)	6.443.959	10.618.273	0,4027	0,6636
Desalinizadora de Sagunto (Camp de Morvedre)	3.080.249	5.075.596	0,3850	0,6344
Ampliación Desalinizadora de El Mojón (Murcia)	1.980.325	3.263.154	0,3374	0,5559
Ampliación Desalinizadora de Águilas (Murcia)	11.627.314	19.159.341	0,2907	0,4790
Desalinizadora de Denia (Marina Alta)	3.261.938	5.374.980	0,3883	0,6399
Desalinizadora de Moncófar (Castellón)	4.330.951	7.136.486	0,3708	0,6110
Desalinizadora de Mutxamel (Alicante)	7.868.018	12.964.820	0,4496	0,7408
Desalinizadora de la Coste del Sol (Málaga)	7.955.577	13.109.099	0,4359	0,7183
	112.913.375	186.057.229	0,3276	0,5398

Fuente: Informes de Viabilidad de Proyectos (Artículo 46.5 Ley de Aguas). Elaboración propia. Cifras comparando costes energía 2007 y 2012 (Fuente: UNESA).

En términos medios, el incremento de la factura energética ha supuesto un aumento de los costes medios de producción de agua desalinizada de algo más de 0,21 €/m³, al pasar de un coste energético de 0,3276 €/m³ a 0,5398 €/m³. Aumento que representa un incremento del 23,3% en los costes de producción de 2012 respecto a los calculados en 2007⁸.

En el caso de las plantas e instalaciones dedicadas total o parcialmente a la producción de recursos para uso en actividades de riego, la situación es ligeramente mejor que para el conjunto de las instalaciones contempladas en el Programa A.G.U.A. El incremento medio de costes para estas plantas dedicadas al uso de regadío asciende a 0,20 €/m³, alcanzando un coste de producción medio de 1,0641 €/m³, frente al 1,1226 €/m³ del conjunto de las instalaciones del Programa A.G.U.A.

Tabla 8. Coste producción agua desalinizada 2007 y 2012 en las Plantas Desalinizadoras del Programa A.G.U.A. dedicadas al uso de regadío

NOMBRE ACTUACIÓN (IVP)	Volumen Total (m ³)	Volumen Riego (m ³)	Costes 2007		Costes 2012	
			Total (€)	por m ³	Total (€)	por m ³
Desalinizadora Torreveja (ATS) (Riego)	80.000.000	60.000.000	83.422.792	1,0428	102.349.719	1,2794
Desalinizadora Bajo Almanzora (Almería)	20.000.000	15.000.000	16.544.298	0,8272	20.736.462	1,0368
Desalinizadora de Valdelentisco (Murcia)	70.200.000	37.000.000	36.667.611	0,5223	45.866.039	0,6534
Desalación Campo de Dalías (Almería)	30.000.000	7.500.000	31.472.912	1,0491	39.743.025	1,3248
Ampliación Desalinizadora de El Mojón (Murcia)	5.870.000	5.870.000	6.323.070	1,0772	7.605.900	1,2957
Ampliación Desalinizadora de Águilas (Murcia)	40.000.000	30.000.000	38.015.085	0,9504	45.547.112	1,1387
Totales	246.070.000	155.370.000	212.445.768	0,8634	261.848.256	1,0641

Fuente: Informes de Viabilidad de Proyectos (Artículo 46.5 Ley de Aguas). Elaboración propia.

El incremento de precio de la energía eleva de forma considerable los costes de producción. Por cada céntimo de euro que aumenta el precio del kWh, el coste de producción del agua desalinizada se incrementa de forma lineal en 0,038 €/m³.

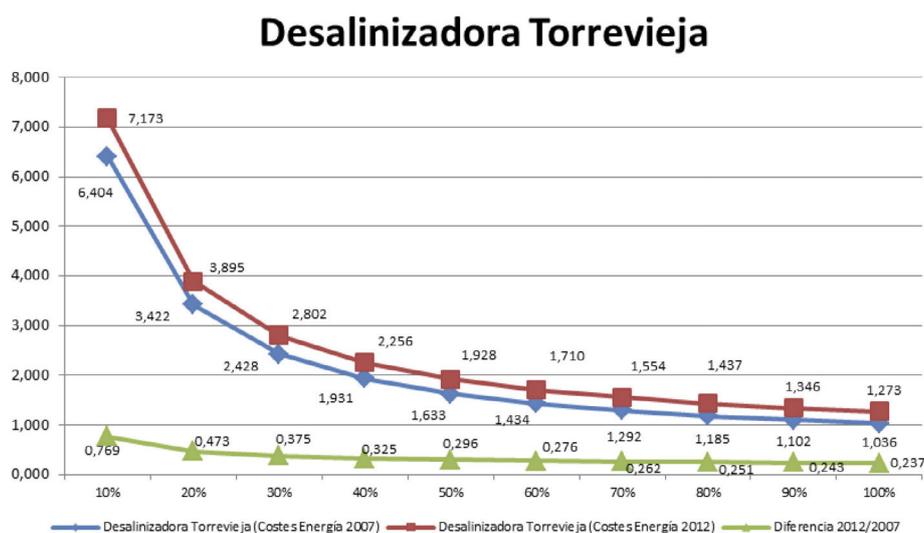
Todo el análisis anterior está basado en un pleno uso de la capacidad máxima de producción de las plantas desalinizadoras. Cabe pensar que ante situaciones de infrautilización de dicha capacidad de producción, las cifras resultantes serán más gravosas todavía para los usuarios. De hecho, si contemplamos

8 Todo ello manteniendo sin variación las restantes rúbricas de los costes.

un análisis de sensibilidad sobre la capacidad de una planta, como es la Desalinizadora de Torrevieja, nos encontramos con cifras inesperadas.

Los costes fijos de inversión de la planta desalinizadora de Torrevieja ascienden a unos 26 millones de euros anuales, lo que unido a los costes fijos anuales de explotación (entendidos por aquella parte de los costes de explotación que no varían al alterarse la capacidad de producción) calculados en unos 21,7 millones de euros, nos dan como resultado unos costes fijos anuales de casi 48 millones de euros⁹. De acuerdo a la información proporcionada por el correspondiente Informe de Viabilidad del Proyecto de la Desalinizadora de Torrevieja, en 2007 el coste variable estimado era de unos 0,44 €/m³. Con el incremento de precios de la energía acaecido desde 2007, en 2012 se calcula un coste variable unitario de unos 0,617 €/m³. Teniendo en cuenta que la repercusión de los costes fijos es proporcional al empleo de la capacidad de producción de la planta, los costes unitarios de producción de agua desalinizada serán muy superiores a los previstos en la estrategia del Programa A.G.U.A. de hace casi una década.

Figura 2. Coste unitario de producción de la Desalinizadora de Torrevieja según capacidad de producción empleada



Fuente: Elaboración propia. Cifras en €/m³.

A partir de estos valores, y de acuerdo a las noticias disponibles sobre la actual capacidad de producción empleada (principios de 2014) en la planta de Torrevieja, en el entorno del 20-30%, podemos señalar un coste presente de producción para esta planta de unos 2,8-3,9 euros por metro cúbico producido. Cifra que dista lejos del entorno de 0,40-0,60 €/m³ que señalaban los informes y documentación de base con la que se proyectó el citado Programa A.G.U.A., que recogía la sustitución de caudales derivados del Ebro al sureste peninsular por caudales procedentes de plantas desalinizadoras. El ejemplo expuesto sobre la planta desalinizadora de Torrevieja es trasladable a otras plantas similares ubicadas en el Mediterráneo peninsular.

Estos niveles de costes nos hacen plantear nuevas preguntas acerca de la estrategia de asignación de recursos hídricos seguida en los últimos años. La primera deriva de la financiación de la construcción de las instalaciones. Tanto ACUAMED como la Mancomunidad de los Canales del Taibilla han experimentado un fuerte crecimiento de su endeudamiento con entidades de crédito. En el caso de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, sus deudas (tanto a corto como a largo plazo) se han multiplicado por cinco entre 2005 y 2008¹⁰. Este endeudamiento reducirá la capacidad de maniobra de las entidades en los próximos años, toda vez que trasladará a precios de sus servicios los costes de la financiación.

⁹ Estos son los costes de mantener la capacidad operativa de la planta sin que necesariamente implique producir un solo metro cúbico de agua desalinizada.

¹⁰ De acuerdo a la información contenida en las cuentas anuales de la MCT (Publicadas en el Boletín Oficial del Estado), las deudas a corto plazo con entidades financieras en 2005 se situaban en poco menos de 0,5 millones de €, frente a los 78,4 millones de € en 2008; en tanto que las deudas a largo plazo con entidades financieras, que en 2005 eran de 43,5 millones de €, en 2008 ascendían a 137,2 millones de €. La suma total del endeudamiento con entidades financieras en 2005 era de unos 44 millones de € frente a los 215,6 millones de € de 2008.

La segunda pregunta surge del cumplimiento del principio de recuperación de costes emanado de la Directiva Marco del Agua. Las primeras estimaciones realizadas en 2005 establecían un nivel de precios¹¹ para ofrecer el agua a los regantes en niveles de 0,36 €/m³. Aún a plena capacidad de las plantas desalinizadoras, los costes medios serían de casi tres veces el precio considerado en un principio, lo que lleva a poner en duda el cumplimiento de este postulado de recuperación de costes. Toda vez, si cabe, que a falta de firmar la mayor parte de los convenios para la distribución de los caudales de agua desalinizada, no parece que vayan a emplearse, al menos en el corto plazo, la totalidad de la capacidad de producción de las instalaciones.

4. CONCLUSIONES

La desalinización se perfila como el recurso futuro para poder satisfacer las demandas crecientes de agua. Sin embargo, se encuentra condicionada por los costes energéticos y por el consumo de energía.

En la segunda mitad de la primera década del siglo se ha dado un impulso importante a la desalinización en el arco mediterráneo. A través de las actuaciones contempladas en el Programa A.G.U.A. se han puesto en marcha unos 16 proyectos y actuaciones en materia de desalinización. En conjunto, se estima una aportación de nuevos recursos de unos 344,68 hm³, de los que unos 155,37 hm³ tienen como destino fundamental satisfacer las necesidades de agua de regadíos ubicados en el sureste peninsular.

El coste de estas actuaciones está calculado, en caso de pleno uso de la capacidad productiva de las instalaciones, en algo más de unos 313 millones de Euros anuales, que representa un coste medio de producción de 0,9104 €/m³ (0,8634 €/m³ si se tienen en cuenta sólo las actuaciones cuya producción tiene como destino el riego agrícola).

Dado el caso que la utilización de la capacidad productiva de las plantas se sitúe en niveles por debajo del 50%, los costes medios se dispararían hasta niveles por encima de los 2-3 €/m³, muy alejados de lo que se podría considerar como razonable.

Los costes energéticos suponen una partida importante de estos proyectos alcanzando una proporción cercana al 36% de los costes totales, de acuerdo a las cifras de diseño con que se estimaron los cálculos hacia el año 2006-2007. Esta partida venía a representar una repercusión de unos 0,3276 € por cada metro cúbico de agua producida.

Con precios de la energía en 2012 muy superiores a los que se aplicaron en los cálculos de los proyectos de las plantas desalinizadoras hacia 2006 en casi un 65%, el incremento de los costes de producción ha sido notable. Se ha pasado de un coste medio estimado en 2007 de 0,9104 €/m³ a 1,12 €/m³ para el conjunto de instalaciones programadas. Este incremento representa algo más de un 23% en el coste de producción, lo que lleva a alcanzar los costes energéticos niveles de casi el 50% sobre los costes totales de producción.

Esta situación pone de manifiesto la especial vulnerabilidad de estas actuaciones frente a la energía. Al estimarse un consumo medio de 3,8 kWh en la producción de 1 m³ de agua, cualquier alteración en el precio de la energía multiplica por ese factor la incidencia sobre el coste medio de producción de esta tipología de recursos.

Como es lógico, la estrategia de diversificación de fuentes de suministro exige tener disponible esta fuente de recursos para cubrir situaciones de demanda que no pueden ser satisfechas con otras fuentes de recursos al no estar disponibles, bien en cantidad o en el tiempo.

No obstante, estrategias diseñadas para satisfacer la demanda basadas exclusivamente en esta fuente de recursos presentan unos riesgos y vulnerabilidades evidentes frente a la incertidumbre en los mercados energéticos. Toda vez que el diseño de esta estrategia ha tenido un marco territorial muy definido, protagonizado por las regiones costeras mediterráneas, lo que representa un lastre para la adecuada flexibilidad de la adaptación de los sistemas productivos de estas regiones. La elevada volatilidad de los precios energéticos pone en evidencia los errores de diseño en la planificación de asignación de recursos llevada a cabo a mediados de la década pasada, como hemos demostrado en el presente trabajo.

¹¹ Caso del Convenio firmado con la Comunidad de Regantes de Águilas para los caudales procedentes de la planta desalinizadora de Águilas/Guadalentín (Murcia).

RECURSOS ELECTRÓNICOS

- ACUAMED (2006): *Estudio de Previsión de Costes del Agua Desalada a Pie de Planta*. ACUAMED. Madrid, 33 pp.
- COMISIÓN EUROPEA (2000): *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de Octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. (DOCE 22.12.2000). Bruselas.
- ESTEVAN, A. (2008): *Desalación, energía y medio ambiente*, en *Panel Científico-Técnico de Seguimiento de la Política de Aguas*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 45 pp.
- IZAGIRRE, J. K. (2004): “Técnicas de desalación, costes de construcción y explotación”, en *Actas de las Jornadas sobre Problemática del agua en la Vega Baja*. Guardamar del Segura, pp 167-193.
- MARTÍNEZ VICENTE, et al. (2000): “Los costes de la desalación del agua de mar”, en *Actas del Congreso Nacional sobre Gestión del Agua en cuencas deficitarias*. Orihuela, pp. 258-296.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO (2007): *Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua)*. Madrid, 45 pp.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO (2012): *Informes de Viabilidad de Proyectos*. Madrid. [<http://www.magrama.gob.es/es/agua/planes-y-estrategias/informes-de-viabilidad-de-obras-hidraulicas/>]. (Consultado: 28/06/2013).
- TORRES, M. (2004): “Avances tecnológicos y costes de la desalación”, en *Actas de las Jornadas Técnicas sobre la desalación en el Programa AGUA*. Grupo Recoletos. Madrid, pp. 23-48.
- UNESA (2013): *La Industria Eléctrica en 2012. Avance Estadístico*. Madrid, pp. 17.

LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ESPAÑA: APROXIMACIÓN A LOS PRINCIPALES GRUPOS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN¹

Álvaro Francisco Morote Seguido

Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

RESUMEN

La planificación y gestión de los recursos hídricos es una de las principales líneas de trabajo que diversos grupos de investigación españoles están analizando. La trascendencia social, territorial y económica del recurso agua avala el interés por esta temática. El objetivo de este artículo es examinar los grupos de investigación españoles que analizan esta temática desde una perspectiva territorial y sistematizar sus principales líneas de estudio. Ello permitirá poner de manifiesto que grupos de investigación tienen en el recurso agua una de sus principales líneas de investigación y conocer cuáles son las principales cuestiones que trabajan.

Palabras clave: Planificación, gestión, recursos hídricos, grupos de investigación, líneas de investigación.

ABSTRACT

Planning and management of water resources in Spain: approach to the main groups and research lines

Planning and management of water resources is one of the main lines of work that Spanish research groups are analyzing. The social, territorial and economic significance of water resource support to the interest of this topic. The aim of this paper is to examine the Spanish research groups which are analyzing this subject from a territorial perspective and systematize their main lines of study. This will make it clear that which research groups have on water resource one of his main research lines and know what are the main issues they working.

Key words: Planning, management, water resources, research groups, research lines.

1. INTRODUCCIÓN

Los núcleos urbanos del mundo en general y del Mediterráneo en particular registran en estos momentos los mayores incrementos en el consumo de agua. Ello tiene que ver con el rápido crecimiento de la población urbana de las últimas décadas y también por el desarrollo de actividades de cariz fuertemente urbana como es el caso de la actividad turística (Vera, 2006; Rico, 2014). En las últimas décadas, el aumento de la población, los cambios en el estilo de vida de las personas y un proceso de urbanización imparable ha contribuido a aumentar por seis veces el consumo de agua en todo el planeta (ONU, 2006). A nivel mundial, el ser humano explota el 50% del agua dulce renovable y accesible, mientras que miles de millones de personas aún no disponen de este servicio básico (EEA, 2009). El agua dulce es un recurso finito, equivalente a menos del 1% del total existente en la tierra, a pesar de ello, su disponibilidad será más

Contacto: alvaro.morote@ua.es

¹ Este artículo es resultado de la concesión de una beca pre-doctoral de Formación de Profesorado Universitario del Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (FPU) y se inserta en el Proyecto de Investigación "Urbanización y metabolismo hídrico en el litoral de Alicante: análisis de tendencias para el periodo 2000-2010" (CSO2012-36997-CO2-02) financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

variable e incluso, disminuirá en muchas regiones a causa del cambio climático (IPCC, 2007). En 1968, la Carta Europea del Agua suscrita en Estrasburgo señalaba, entre otros aspectos, que los recursos hídricos constituían un patrimonio común y un bien preciado e indispensable para las actividades humanas. En aquella época ya se advertía que los recursos de agua dulce no eran inagotables, de ahí la necesidad de acrecentar su disponibilidad y preservar su calidad, de acuerdo con normas establecidas para cada uso. Se abogaba además por una apuesta por la administración del agua en el marco de las cuencas naturales, superando fronteras administrativas y políticas, para promover actuaciones eficaces de gestión del recurso mediante la cooperación internacional. Análisis recientes muestran una expansión significativa de la escasez de agua en toda Europa, tendencia que continuará y empeorará con el crecimiento de la población, los cambios de estilo de vida y el aumento de la frecuencia de los episodios de sequía (EEA, 2009). Con unos recursos hídricos limitados y una distribución desigual (tanto en el espacio como en el tiempo), se cree que la región mediterránea será una de las áreas del planeta donde la escasez de agua en el futuro será un problema a tener en cuenta (UNEP/MAP PLAN BLEU, 2009). Además de la alteración en el régimen natural de ríos y acuíferos, las actuaciones humanas también han propiciado que los consumos de agua crecieran en ocasiones por encima de las posibilidades de los recursos disponibles, lo cual ha aumentado la vulnerabilidad de los sistemas de suministro frente a situaciones de sequía.

En este contexto de escasez natural de agua y de intensificación de las demandas, se evidencian las tensiones entre los usuarios para acceder a los recursos de mayor calidad, especialmente los de procedencia subterránea, que resultan vitales para garantizar los abastecimientos de agua potable. Por lo tanto, ante esta situación, España es uno de los países donde ésta problemática es más evidente, teniendo en cuenta que se sitúa en una de las zonas con menor precipitación y agua disponible de Europa y especialmente, el sureste peninsular (Gómez y Hervás, 2012). En los países más desarrollados, la consideración que merecen los recursos de agua en sus políticas territoriales ofrece una gran diversidad, lo cual refleja en gran medida los factores de disponibilidad y de consumo de agua. La propia Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE constituye una apuesta de la Unión Europea por la protección de la calidad de las masas de agua, pues éste es un grave problema en muchos países de Europa occidental. En cambio, se ha prestado una escasa atención a los problemas de inundaciones, sequías y de escasez de agua que padecen muchas regiones del ámbito mediterráneo comunitario, además de olvidar otras cuestiones fundamentales como, las fuentes no convencionales, los derechos y el régimen de uso, la participación de usuarios, la sobreexplotación de acuíferos, etc. (Rico y Hernández, 2008).

En los países más desarrollados, la consideración que merecen los recursos de agua en sus políticas territoriales ofrece una gran variedad de situaciones, reflejando en gran medida los factores de disponibilidad y de consumo de agua. A pesar de la honda limitación que supone no aplicar un planteamiento holístico en la consideración ambiental y de gestión del agua, la Directiva Marco de Aguas 2000/60/CE ha descubierto, elevándola a categoría de norma, que las cuencas hidrográficas, denominadas demarcaciones hidrográficas, constituyen la unidad espacial básica de referencia en toda actuación en materia de aguas, estableciendo la obligación de redactar planes hidrológicos para cada uno de los ámbitos de cuenca. De esta forma, el espacio geográfico debe adquirir una presencia fundamental en el diseño y ejecución de las políticas del agua, dentro de las coordenadas de referencia que establecen las cuencas hidrográficas y, a su vez, los correspondientes sistemas de explotación que estructuran las diferentes áreas de uso y de gestión. Además, conviene advertir que los recursos hídricos han merecido un interés creciente y prioritario en otras iniciativas internacionales y comunitarias que han tratado aspectos afines a la Ordenación del Territorio. Uno de los documentos más destacados corresponde a la Estrategia Territorial Europea (ETE, 1999), que incluye bastantes referencias en materia de agua. En ella, se establecen los siguientes objetivos: mejora del equilibrio entre suministro y demanda de agua, a partir de instrumentos económicos para la gestión, aunque sin mencionar nada de derechos de uso; fomento de estrategias integradas de gestión en ríos y acuíferos compartidos; conservación y recuperación de las grandes zonas húmedas; incremento de la responsabilidad de las regiones en la gestión del agua, si bien, no se hace ninguna referencia a las escalas de actuación, que deberían corresponder a cuencas fluviales, y la aplicación de estudios de impacto ambiental y territorial para los proyectos de gestión del agua.

La preocupación reciente sobre la disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficiente ha convertido en más urgente si cabe la necesidad de avanzar hacia un enfoque de sostenibilidad en la planificación y gestión de los recursos hídricos. En este sentido, muchas organizaciones internacionales, incluyendo las Naciones Unidas y la Unión Europea proponen la aplicación de un modelo de gestión integrado que combinen acciones por el lado de la oferta de agua pero, muy especialmente, por el de la demanda. Estas

últimas requieren un conocimiento lo más exhaustivo posible de la naturaleza y de los rasgos de esta demanda y de sus dimensiones territoriales y temporales. La escala local constituye un ámbito básico para examinar las peculiaridades del consumo de agua por parte de la población y los factores que influyen en estas características. Un mejor conocimiento de todo ello resulta imprescindible para diseñar políticas de planificación y gestión de estos recursos que adopten el paradigma de la sostenibilidad, pero que también tengan en cuenta los contextos socio-demográficos, territoriales y tecnológicos que influyen en los hábitos de consumo de agua.

A la hora de abordar las relaciones entre urbanización y consumo, un aspecto clave a tener en cuenta es que no existe uno, sino muchos procesos de urbanización y que cada uno de ellos influye en una demanda y un comportamiento diferente en relación con este recurso (Rico, 2007; Gil *et al.*, en prensa). El conocimiento sobre los hábitos del consumo de la población es fundamental para planificar futuras actuaciones relacionadas con el agua, incluyendo el uso de recursos alternativos y las campañas de concienciación en casos de penuria hídrica. Comportamientos diferentes, a su vez influidos por una gran variedad de factores, pueden explicar, por ejemplo, las variaciones del consumo per cápita entre diferentes regiones, áreas urbanas o incluso barrios. Esta pauta puede variar en función de ciertas variables económicas (precios e ingresos), pero también de acuerdo con algunos elementos socio-demográficos (crecimiento de la población, tamaño de los hogares, edad), culturales (nacionalidad de los residentes), sociales (niveles educativos) o territoriales (forma urbana dominante) (García, 2013). En relación con esta última variable, las grandes diferencias de consumo urbano que presentan las ciudades europeas en general y las de la región mediterránea en particular se deben en buena parte a las diferencias de forma urbana, especialmente por el predominio de las bajas densidades en el área mediterránea (casas unifamiliares dotadas con jardín y piscina). Las piscinas representan un ejemplo de los nuevos usos de recursos asociados con los cambios en los patrones de urbanización (Leichenko y Solecki, 2005). Siendo fundamental conocer la trascendencia que tiene el agua vinculada al crecimiento urbano (Swyngedouw, 2004). En este sentido, el agua desempeña un papel fundamental en el exterior de las viviendas. Fuentes, estanques y similares han sido características importantes de los parques y jardines públicos y privados de las diferentes culturas (Vidal *et al.*, 2011). En relación con los jardines, nos encontramos con los de tipo “atlántico”, es decir, basados en especies de césped, especialmente en las urbanizaciones donde vive la clase social más acomodada, a pesar de la mala adaptación de esta vegetación al clima mediterráneo debido a que necesitan mucha agua para subsistir (Parés *et al.*, 2013; Morote y Hernández, 2014; Padullés *et al.*, 2014). En esta región, los jardines de este tipo consumen aproximadamente 40 hm³/año, lo que significa que la mitad del agua que se utiliza en el hogar en los meses de verano se destina para regar el jardín, y más de un tercio del consumo anual de agua (Domene *et al.*, 2005).

El ámbito urbano constituye, pues, un terreno muy importante para examinar los rasgos del consumo de agua por parte de la población y los factores que influyen en estas características. La expansión de la urbanización difusa, en muchos ámbitos del mediterráneo ha estado desarrollada de forma completamente ajena a las repercusiones que implica este modelo en la demanda de agua de la red (EEA, 2006). También, la propia estructura de la urbanización difusa, por el simple hecho que su red de distribución del agua suele ser más grande y ramificada, ha hecho más costoso el mantenimiento de la red de suministro y es más propensa a fugas (Yepes y Dianderas, 1996). En la medida que el urbanismo de baja densidad está ganando terreno en países como España, cabrá esperar un aumento de la demanda y de los consumos de agua en los nuevos espacios urbanos del futuro (Saurí, 2003). En ambos casos la literatura científica se halla sesgada hacia las variables económicas y hacia el contexto anglosajón. Extender estos estudios mediante la evolución de los usos del suelo, las tipologías urbanas, el análisis mediante encuestas a hogares e incorporando otras variables y otros contextos geográficos resulta imprescindible para aumentar el conocimiento sobre la demanda doméstica (incluyendo el turismo y sus distintas modalidades) y facilitar así la adopción de políticas adecuadas a las realidades socio-demográficas y territoriales en España.

Teniendo en cuenta los amplios y diversos argumentos articulados en torno al agua y expuestos de manera breve en los párrafos anteriores, en las últimas décadas, en las universidades españolas se han ido configurado diferentes grupos de investigación que presentan entre sus principales líneas de trabajo la planificación y gestión de los recursos hídricos. La línea de investigación “*planificación y gestión de los recursos hídricos*” presenta entre sus objetivos la realización de estudios territoriales sobre la participación y consideración del agua en los procesos de ordenación del territorio. El agua es un bien que adquiere un valor estratégico en las regiones donde su disponibilidad resulta insuficiente para atender las diferentes demandas consuntivas, condicionando de esa forma las opciones y las alternativas del desarrollo territorial. A su dimensión tradicional como factor de desarrollo socioeconómico, se ha sumado durante la

última década una creciente preocupación por los valores ambientales y de conservación del recurso, dentro de los planteamientos del desarrollo sostenible. Estos argumentos y cuestiones van a ser objetivo de estudio con enfoques y métodos de trabajo diversos dependiendo de factores diversos entre los que cabe mencionar su formación académica, pero también las características socio-económicas de los territorios.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo de este estudio es hacer una aproximación a los grupos de investigación de las universidades españolas que entre sus principales líneas de trabajo se encuentran los recursos hídricos, pero éstos, tratados desde una óptica territorial, ya que la temática del agua es estudiada desde numerosas vertientes (calidad del agua, procesos químicos o biológicos, entre otros) que escapan a la finalidad de esta publicación. Teniendo en cuenta esta precisión, se van a identificar las materias sobre las que están desarrollando sus investigaciones en la actualidad. Ello permitirá, no sólo conocer diferentes metodologías de estudio, sino también comparar los enfoques utilizados según el equipo investigador, al igual que las temáticas abordadas según la región geográfica. Y asimismo, justificar y poner de manifiesto la trascendencia creciente que los recursos hídricos han ido adquiriendo para muchos investigadores, pero también la existencia de grupos con una dilatada trayectoria en estas temáticas.

La búsqueda de estos equipos de investigación se ha realizado, básicamente, a través de las páginas webs de las universidades españolas. La importancia de la red de redes en un mundo globalizado y, como consecuencia de ello, la trascendencia de la visibilidad y accesibilidad de cualquier tipo de información (y los grupos de investigación no es una excepción) es prioritaria, justifica el método de trabajo elegido. A partir de éstas, examinando los diversos y variados apartados (Grupos de investigación, Institutos de Investigación, memorias de investigación, etc.), en los que las universidades recogen y publicitan este tipo de información se identificaron los grupos de investigación que se dedicaban a estas temáticas. El criterio utilizado para determinar si un equipo era incluido en este análisis ha sido el enfoque territorial en su aproximación al tema del agua. Los principales grupos de investigación e investigadores han sido, por tanto, los relacionados con la Geografía. No obstante, algunos de ellos se adscriben a otras disciplinas, mayoritariamente, Economía, Derecho, Ingeniería y Ciencias Ambientales, donde la vertiente territorial es importante. El análisis de cada grupo con sus respectivas líneas de trabajo ha facilitado la identificación de las temáticas de estudio y ha permitido reflexionar sobre cuestiones diversas como evidenciar la existencia de colectivos científicos con interés manifiesto en estas materias, las metodologías utilizadas y, en ocasiones, la existencia de análisis con perspectivas contrastadas en cuestiones vinculadas con las repercusiones en el tema del agua derivadas del análisis de los cambios y las dinámicas socioeconómicas y territoriales. Una vez se confirmaba la presencia de equipos de trabajo sobre estas líneas, se ha recopilado información sobre ellos atendiendo a una serie de criterios, a saber, las principales temáticas de estudio, metodologías implementadas, ámbitos territoriales contemplados, sus integrantes y los proyectos más recientes (en el caso de que esta información estuviera disponible en la web del grupo). No se contempló la variable publicaciones, ya que, no todas las páginas web las incorporaban y en el caso de hacerlo eran incompletas. Además, y fue otra razón, su inclusión podía desvirtuar el propósito de esta publicación como eran el estudio de los grupos de investigación. Existen investigadores y, por tanto, publicaciones que examinan estas temáticas y que no están integrados en un grupo. Su incorporación hubiera supuesto un planteamiento y unos objetivos diversos.

3. PRINCIPALES GRUPOS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En este apartado se van a analizar los grupos de investigación españoles que trabajan en torno a la temática del agua desde una vertiente territorial en función de los principales argumentos tratados. Se han diferenciado tres grandes líneas de estudio. La primera de ellas tiene que ver con los aspectos normativos y legales, la segunda con el uso y la gestión del agua y su incidencia en el territorio y la tercera con cuestiones medioambientales y patrimoniales.

La primera de ellas se ha denominado "*Jurisdicción del agua*". En ésta se insertan dos grupos de investigación que se adscriben a las universidades de Zaragoza y de Castilla-La Mancha. La segunda temática, "*Gestión del agua y ordenación del territorio*" agrupa seis equipos de trabajo que pertenecen a las universidades de Girona, Alicante, Murcia, Sevilla y la Autónoma de Barcelona. En la tercera, "*Medio ambiente, patrimonio y sostenibilidad de los recursos hídricos*" se adscriben cuatro grupos de investigación que pertenecen a las universidades de Lleida, Zaragoza, Valencia y Salamanca (tabla 1).

Tabla 1. Grupos de investigación y centros a los que se adscriben

1. Jurisdicción del agua	
Agua, Derecho y Medio Ambiente (AGUDEMA)	Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón Universidad de Zaragoza
Derecho, Economía y Gestión del Agua	Facultad de Derecho Universidad de Castilla-La Mancha
2. Gestión del agua y ordenación del territorio	
Medio Ambiente y Tecnologías de la Información Geográfica (GRMATIG)	Instituto de Medio Ambiente Universitat de Girona
Agua, Territorio y Sostenibilidad (GRATS)	Departamento de Geografía Universidad Autónoma de Barcelona
Agua y Territorio	Instituto Interuniversitario de Geografía Universidad de Alicante
Recursos Hídricos y Desarrollo Sostenible	Instituto Universitario del Agua y Ciencias Ambientales Universidad de Alicante
Cambios Ambientales, Transformación del Paisaje y Ordenación del Territorio	Departamento de Geografía Universidad de Murcia
Estructuras y Sistemas Territoriales (GIEST)	Centro de Estudios Paisaje y Territorio (CEPT) Universidad de Sevilla
3. Medio ambiente, patrimonio y sostenibilidad de los recursos hídricos	
Suelos y Aguas	Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo Universitat de Lleida
Clima, Agua y Cambio Global	Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón Universidad de Zaragoza
Estudios del Territorio y del Patrimonio (ESTEPA)	Departamento de Geografía Universidad de Valencia
Investigación en Recursos Hídricos (HIDRUS)	Departamento de Geografía Universidad de Salamanca

Elaboración propia.

3.1. Jurisdicción del agua

La línea de investigación “*Jurisdicción del agua*” trata principalmente el agua desde una perspectiva legal. Este recurso es analizado, por tanto, desde una óptica del derecho de la propiedad, del marco legal que regula usos y demandas y de las leyes y políticas que lo regulan.

Tabla 2. Grupos y principales líneas de investigación en “*Jurisdicción del agua*”

Agua, Derecho y Medio Ambiente (AGUDEMA) Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón Universidad de Zaragoza
<ul style="list-style-type: none"> - Derecho de aguas y medio ambiente - Fiscalidad ambiental - Políticas hidráulicas - Conflictos sobre la tenencia y propiedad del agua - Agua y medio ambiente - Mercado y abastecimiento del agua
Derecho, Economía y Gestión del Agua Facultad de Derecho Universidad de Castilla-La Mancha
<ul style="list-style-type: none"> - Régimen jurídico de protección y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales - Economía del agua y de los recursos naturales - Energías renovables - Regulación del agua y cambio climático - Transferencias hídricas

Elaboración propia.

El grupo “Agua, Derecho y Medio Ambiente” (AGUDEMA) se adscribe al Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (Universidad de Zaragoza). Es un equipo formalizado recientemente (2002), si bien desde la década de los ochenta sus integrantes han analizado cuestiones relacionadas con los recursos hídricos en torno al Seminario Permanente del Derecho del Agua de la Universidad de Zaragoza, que se venía celebrando hasta el año 2000 de forma anual. El grupo está formado por juristas. Su director es Antonio Embid Irujo y entre sus integrantes destacan Gonzalo Arruego Rodríguez, Eloy Colom Piazuelo, Javier Domper Ferrando y Beatriz Setuain Mendía. Entre sus principales líneas de investigación se encuentran el derecho del agua y el medio ambiente, la fiscalidad ambiental, las políticas hidráulicas, el conflicto sobre la tenencia y propiedad del agua y normativas que regulan el mercado y el abastecimiento del agua. En ellas, se incluyen cuestiones relacionadas con los diversos aprovechamientos del agua y, en particular, los energéticos, donde materias como las expropiaciones forzosas en el sector energético y el transporte de la energía eléctrica producida son objeto de una atención pormenorizada. Algunos de los proyectos de investigación más recientes son “Organismos de cuenca en España y Argentina: organización, competencias y financiación” (2009-2010), “La calidad de las aguas: aspectos jurídicos y tratamiento económico” (2010) y “Política del agua en Europa: transformaciones institucionales, jurídicas y económicas derivadas de la implantación de la Directiva Marco de Aguas. Expansión del Modelo comunitario de gestión del agua” (2010-2012).

El segundo grupo de investigación, “Derecho, Economía y Gestión del Agua” se adscribe a la Facultad de Derecho de la Universidad de Castilla-La Mancha. Está integrado igual que el anterior por profesionales del Derecho. Las principales líneas de investigación son el régimen jurídico de protección y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en general y del agua en particular, la economía del agua y de los recursos naturales, las transferencias hídricas, las energías renovables y la regulación del agua y el cambio climático. El director del grupo es Francisco Delgado Piqueras y entre sus integrantes se encuentran Gregorio López Sanz, Nuria María Garrido Cuenca, Josefa Cantero Martínez, María Isabel Gallego Córcoles y María del Carmen Plaza Martín. Además de las actividades vinculadas a la investigación, este grupo ha desarrollado otras de marcado carácter divulgativo (realización de estudios e informes, la organización de jornadas y congresos) y formativo (el asesoramiento para la tramitación administrativa de autorizaciones y concesiones, cursos de formación para empresas y profesionales, etc.).

El análisis de ambos grupos pone de manifiesto que entre las temáticas que se adscriben a la línea de “*Jurisdicción del agua*” destacan las relacionadas con las políticas hidráulicas, el mercado, la propiedad y el abastecimiento de agua. Cabe mencionar que una de las más repetidas es la que tiene que ver con los conflictos generados en torno a las transferencias hídricas. Esta línea viene determinada por las significativas tensiones que desde mediados de 1990 se articularon en torno a la aprobación del Plan Hidrológico Nacional (2001) y su posterior derogación y, específicamente, los vinculados a las transferencias (trasvase del Ebro y del Tajo-Segura) entre cuencas cedentes y receptoras.

3.2. *Gestión del agua y ordenación del territorio*

La línea de investigación “*Gestión del agua y ordenación del territorio*” trata los recursos hídricos desde el punto de vista de la planificación y las relaciones del agua en la ordenación del territorio, los recursos disponibles y demandas asociadas a usos (agrícolas y urbano-residenciales), su rentabilidad social y económica, los conflictos entre usos, las transferencias entre cuencas y la participación de los agentes en la gestión del recurso. Estas temáticas de estudio son tratadas por grupos de trabajo que principalmente se adscriben a la fachada este de España. En este sentido destacan los de las universidades de Alicante y Murcia y los de las universidades catalanas (Barcelona y Girona). Los primeros por encontrarse en una de las regiones más secas de la península y donde la demanda de agua se ha incrementado notablemente como consecuencia de las intensas transformaciones territoriales y socio-económicas que han registrado desde 1950; por lo tanto, la planificación y gestión de este recurso, al igual que su incidencia en el territorio es una de las principales líneas de trabajo. Los de las universidades catalanas, dado el importante peso socioeconómico de Barcelona y su área metropolitana que analizan cuestiones relacionadas con los modelos urbanos, las pautas y los comportamientos en torno al consumo de agua, pero también con la ecología política y la gobernanza del agua.

El grupo de investigación “Medio Ambiente y Tecnologías de la Información Geográfica” (GRMATIG) está adscrito al Instituto de Medio Ambiente de la Universidad de Girona. Está integrado mayoritariamente por geógrafos y ambientólogos. Su directora es Anna Ribas Palom y algunos de sus investigadores son

Josep Vila Subirós, David Pavón Gamero, Anna Roca Torrent, Diego Varga Linde y Carles Barriocanal Lozano. Este equipo mantiene una colaboración estable con el grupo de investigación que posteriormente analizaremos, “Agua, Territorio y Sostenibilidad” (GRATS) de la Universidad Autónoma de Barcelona, basada en gran medida en las temáticas de trabajo y el origen de este grupo muy vinculado a la Autónoma de Barcelona. Entre sus principales líneas de estudio destacan las disponibilidades hídricas y las estrategias de gestión del agua y su demanda potencial, la ecología política, los usos y aprovechamientos tradicionales del agua (regadíos), las pautas de consumo en relación con las diferentes tipologías urbanas (principalmente las urbanizaciones de baja densidad), la gestión y los conflictos socio-territoriales del agua o las transferencias hídricas (tabla 3). Algunos de los proyectos de investigación más recientes relacionados con esta temática son “Processos d’urbanització recent i gestió sostenible de l’aigua” (2010), “Impacto de los cambios socio-ambientales y acciones para el desarrollo local sostenible en la cuenca del Majarte (Marruecos)” (2011-2013) o “Nuevas pautas de consumo y gestión del agua en espacios urbano-turísticos de baja densidad. El caso de la Costa Brava (Girona)” (2011-2013).

El segundo grupo de investigación, “Agua, Territorio y Sostenibilidad” (GRATS) está adscrito al Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona. Se trata de un grupo de trabajo multidisciplinar formado por geógrafos, ambientólogos y sociólogos. Su director es David Saurí Pujol y algunos de sus integrantes son Joan Carles Llundés Coit, Marc Parès Franzi, Joan David Tàbara, Elena Domene Gómez, Laia Domènech, Hug March Corbella y Santiago Gorostiza. La línea de investigación básica es aumentar el conocimiento sobre las relaciones entre urbanismo, nuevos usos del agua y los riesgos del ciclo hidrológico en un contexto de nuevas políticas más sostenibles, además de proporcionar una dimensión geográfica e histórica de los aspectos ambientales relacionados con la gestión del agua, especialmente en un contexto urbano. Enlazada con ésta se desarrollan estudios en los que se analiza la vinculación entre la dinámica de los cambios de usos del suelo y el consumo de agua. En ella, se insertan trabajos en los que se relacionan los consumos hídricos según las tipologías de las viviendas, las nuevas demandas de agua asociadas a la proliferación de zonas residenciales de baja densidad donde jardines y piscinas son elementos muy frecuentes. Significativa resulta también la línea en la que se analiza el ciclo hidrosocial del agua, donde se vinculan los flujos y la evolución del suministro urbano. Relacionada con el análisis de los flujos, la participación pública en la gestión de recursos ambientales, los problemas de abastecimiento y el análisis de recursos hídricos alternativos en zonas urbanas son argumentos ampliamente tratados en sus trabajos. De los proyectos desarrollados cabe citar, a modo de ejemplo, “Tipologies d’habitatge i consum d’aigua a la Regió Metropolitana de Barcelona: estat actual i aplicació i seguiment de propostes de millora” (2003-2004), “Factors Influencing Domestic Water Demand” (2007-2008) y “Factores condicionantes de la demanda doméstica de agua. Estudio para el litoral mediterráneo español” (2010-2012).

Tabla 3 (1 de 2). Grupos y principales líneas de investigación en “Gestión del agua y ordenación del territorio”

Medio Ambiente y Tecnologías de la Información Geográfica (GRMATIG) Instituto de Medio Ambiente Universitat de Girona
<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidades hídricas y estrategias de gestión del agua y su demanda potencial - Usos y aprovechamientos tradicionales del agua - Pautas de consumo de agua en relación con las diferentes tipologías urbanas - Gestión y conflictos socio-territoriales del agua - Ecología política - Ciclo hidrosocial - Transferencias hídricas
Agua, Territorio y Sostenibilidad (GRATS; Grup de Recerca en Aigua, Territori i Sostenibilitat) Departamento de Geografía Universidad Autónoma de Barcelona
<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo hidrosocial del agua en espacios urbanos - Relación entre la dinámica de los cambios de usos del suelo y el consumo de agua - La participación pública en la gestión de recursos ambientales - Modelos de residencialismo y pautas del consumo del agua - Problemas de abastecimiento de agua - Ecología política - Recursos hídricos alternativos en zonas urbanas

Elaboración propia.

Tabla 3 (2 de 2). Grupos y principales líneas de investigación en “Gestión del agua y ordenación del territorio”

Agua y Territorio Instituto Interuniversitario de Geografía Universidad de Alicante
<ul style="list-style-type: none"> - Agua y ordenación del territorio - Demanda, economía y usos del agua - Gestión colectiva de acuíferos sobreexplotados - Optimización y disponibilidad del agua
Recursos Hídricos y Desarrollo Sostenible Instituto Universitario del Agua y Ciencias Ambientales Universidad de Alicante
<ul style="list-style-type: none"> - Economía y abastecimiento del agua para usos urbanos y agrícolas - Recursos hídricos y desarrollo regional - Aprovechamiento y reutilización de recursos hídricos - Demanda de agua y usos del territorio
Cambios Ambientales, Transformación del Paisaje y Ordenación del Territorio Departamento de Geografía Universidad de Murcia
<ul style="list-style-type: none"> - Recursos naturales y desarrollo regional - Aprovechamientos y usos del agua - Transferencias hídricas - Aridez y demanda de agua - Recursos de agua no convencionales
Estructuras y Sistemas Territoriales (GIEST) Centro de Estudios Paisaje y Territorio (CEPT) Universidades de Sevilla
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de políticas, planes y proyectos referidos al agua - Participación social en las políticas del agua - Actores sociales, institucionales, valores y discursos relacionados con el agua - Relación entre los procesos territoriales y la demanda de recursos hídricos - Configuración actual y perspectivas futuras del sistema hidráulico regional

Elaboración propia.

El tercer grupo de investigación analizado es “Agua y Territorio”. Se adscribe al Instituto Interuniversitario de Geografía de la Universidad de Alicante. Hay que destacar la dilatada trayectoria de este equipo en el análisis de temáticas relacionadas con los recursos hídricos, que cabe retrotraer a los años ochenta si nos remitimos a la creación del citado instituto y con anterioridad (finales de los sesenta) si nos retrotraemos a las investigaciones de algunos de sus integrantes como Antonio Gil Olcina (director del grupo) y Alfredo Morales Gil. Estas temáticas han sido continuadas por los demás integrantes del equipo (Cipriano Juárez Sánchez-Rubio, Antonio Manuel Rico Amorós, Jorge Olcina Cantos y María Hernández Hernández). Sus líneas de investigación se relacionan con las demandas de agua urbana y agrícola, la escasez de recursos hídricos, los recursos no convencionales y las transferencias inter-cuencas. También cabe mencionar la relación existente de este equipo con los grupos catalanes del GRATS y GRMATIG, que se ha traducido en la participación en varios proyectos de I+D coordinados por David Sauri Pujol. De los proyectos de investigación cabe citar “Demanda y economía del agua en las regiones de Valencia y Murcia” (1986-1989), “Análisis y evaluación medioambiental del desarrollo del turismo residencial y la expansión del regadío en la Comunidad Valenciana: Aplicación de un sistema de información geográfica” (1994-1997) y otros más recientes como “Seguimiento de la transferencia Tajo-Segura a los efectos de proporcionar informes en las comisiones de explotación” (2010), Modelos de desarrollo territorial y tipologías de consumo de agua potable en espacios turísticos-residenciales del litoral de Alicante” (2010-2012) y “Urbanización y metabolismo hídrico en el litoral de Alicante: análisis de tendencias para el periodo 2000-2010” (2013-2015).

El cuarto grupo, “Recursos Hídricos y Desarrollo Sostenible”, se inserta en el Instituto Universitario del Agua y Ciencias Ambientales de la Universidad de Alicante. A diferencia del anterior, éste es un equipo multidisciplinar integrado por investigadores procedentes de varias disciplinas (Biología, Química, Geografía, Economía y Derecho). Su director es Daniel Prats Rico (Ingeniería Química) y algunos de sus integrantes son Antonio Estévez Rubio (Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente), Joaquín Melgarejo Moreno (Economía), Esther Rubio Portillo (Biología) y Cipriano Juárez Sánchez-Rubio (Geografía).

Esta diversidad de disciplinas se refleja tanto en las temáticas de trabajo como en la orientación de sus investigaciones. Entre sus materias de estudio cabe mencionar la economía y el abastecimiento del agua para usos urbanos y agrícolas, los recursos hídricos y el desarrollo regional, el aprovechamiento y reutilización de recursos hídricos y la demanda de agua y sus usos en el territorio. A modo de ejemplo, podemos citar proyectos como “Recursos de agua y desarrollo turístico en la Comunidad Valenciana” (2004-2005), “La recuperación de los costes según la Directiva Marco Europea. Análisis de las tarifas de abastecimiento urbano de agua en la provincia de Alicante (2000-2004)” o “Tratamiento y reutilización de aguas residuales para una gestión sostenible” (2008-2011).

Otro equipo de investigación es “Cambios Ambientales, Transformación del Paisaje y Ordenación del Territorio” (Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia). Este equipo, al igual que el de “Agua y Territorio” de la Universidad de Alicante está compuesto íntegramente por geógrafos. Su directora es Encarnación Gil Meseguer y algunos de sus integrantes son José María Gómez Espín, Martín José Lillo Carpio, María Luz Tudela Serrano y Alfredo Pérez Morales. Entre sus líneas de estudio destacan los recursos naturales y el desarrollo regional, los aprovechamientos y usos del agua, las transferencias hídricas entre cuencas, la aridez y demanda de agua o los recursos de aguas no convencionales. Las investigaciones se orientan en torno a los aprovechamientos y usos del agua y la relación existente en un territorio semiárido, donde ésta se considera como un recurso generador de riqueza y progreso y que la sociedad del sureste peninsular ha sabido gestionar históricamente, dada su escasez. Un gran número de estos argumentos son análogos a los que estudian los dos grupos de la Universidad de Alicante. Las similitudes físico-ecológicas y dinámicas socio-económicas que caracterizan a ambas provincias justifican la homogeneidad de las temáticas y métodos de trabajo, pero también el hecho de las relaciones y colaboraciones que a lo largo del tiempo han mantenido algunos de sus integrantes. De los proyectos desarrollados recientemente cabe mencionar “Modelos de sostenibilidad generadores de recursos propios de agua en el sureste de la península Ibérica: los sistemas de galerías con lumbreras” (2007-2010), “El interés geográfico de la ordenación territorial en el sureste de España auspiciada por el trasvase Tajo-Segura” (2010-2014) o “Uso eficiente y sostenible del agua en la Cuenca del Segura: modernización de regadíos” (2011-2014).

El último grupo analizado en esta segunda línea de investigación, “Estructuras y Sistemas Territoriales” (GIEST) se adscribe al Centro de Estudios Paisaje y Territorio (CEPT) de la Universidad de Sevilla. A diferencia de los equipos anteriores, sus integrantes proceden tanto de distintas universidades andaluzas, como de empresas y de personal de la Administración Regional. Su directora es María Fernanda Pita López y algunos de sus miembros son Leandro del Moral Ituarte, Florencio Zoido Naranjo, Juan Vicente Caballero Sánchez, Juan Francisco Ojeda Rivera y María del Pilar Díaz Cuevas. Este carácter mixto universidad-administración pública y entes privados determinan el carácter aplicado de parte de sus investigaciones. El objetivo principal de este grupo es el intercambio de ideas, planteamientos y reflexiones sobre distintos aspectos territoriales. De éstos destacan en relación con los recursos hídricos, la evaluación de políticas, planes y proyectos referidos al agua, la participación social en las políticas del agua, el análisis de los actores sociales e institucionales que intervienen en el ciclo del agua, valores y discursos relacionados con el agua y el vínculo entre los procesos territoriales y la demanda de recursos hídricos.

A modo de síntesis, entre las principales líneas de estudio de los equipos de investigación analizados anteriormente destacan el abastecimiento urbano de agua y las pautas de consumo asociados a tipologías urbanas, los recursos de agua convencionales y no convencionales y las transferencias hídricas. Todas ellas determinadas por la expansión de los usos urbanos y ampliación de regadíos en ámbitos donde la aridez determina su escasez. Los grupos de investigación que se ubican en la fachada este de España, coincidiendo con la denominada “España seca”, centran en esas líneas en el análisis de los notables desequilibrios existentes entre recursos y demandas vinculadas tanto con la actividad turística como con la agricultura, así como los problemas ambientales generados por ese desequilibrio. Los escasos recursos naturales disponibles unidos a la demanda creciente determinan que otra de las temáticas es la que tiene que ver con la utilización de recursos no convencionales, tanto los procedentes de la depuración como la desalinización. La sobreexplotación de acuíferos y las transferencias hídricas constituyen una de las principales líneas, especialmente para los grupos de “Agua y Territorio” y “Recursos Hídricos y Desarrollo Sostenible” de la Universidad de Alicante y “Cambios Ambientales, Transformación del Paisaje y Ordenación del Territorio” de la Universidad de Murcia. Cabe indicar también, desde la óptica de la epistemología, el concepto de “ecología política” y de “ciclo hidrosocial del agua”, términos importados de ámbitos anglosajones y que están siendo implementados por el “GRATS” (Universidad Autónoma de Barcelona) y el “GRMATIG” (Universidad de Girona).

3.3. Medio ambiente, patrimonio y sostenibilidad de los recursos hídricos

La línea de investigación “Medio ambiente, patrimonio y sostenibilidad de los recursos hídricos” centra sus principales líneas de trabajo en torno a la gestión sostenible y la mejora de la eficiencia de los usos del agua, el paisaje y el patrimonio asociado al agua. En este epígrafe se han incluido aquellos grupos que trabajan esta temática desde una óptica territorial, donde principalmente destacan los geógrafos, aunque también nos encontramos con investigadores de otras disciplinas (Química, Biología, etc.), que estudian los recursos hídricos.

Tabla 4. Grupos y principales líneas de investigación en “Medio ambiente, patrimonio y sostenibilidad de los recursos hídricos”

Suelos y Aguas Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo Universitat de Lleida
<ul style="list-style-type: none"> - Gestión sostenible de los recursos hídricos - La conservación y restauración de ecosistemas fluviales - Estudios hidrológicos - Mejora del aprovechamiento del uso del agua para riego - Cambios de usos del suelo y de los procesos de degradación
Clima, Agua y Cambio Global Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón Universidad de Zaragoza
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de las cuencas fluviales - Regímenes y comportamientos hidrológicos de la red fluvial - Estudios de inundaciones - La ordenación del territorio y los recursos hídricos - La gestión ambiental de los ríos - Agua y medio ambiente - Disponibilidades hídricas y desarrollo de las ciudades
Estudios del Territorio y del Patrimonio (ESTEPA) Departamento de Geografía Universidad de Valencia
<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de regadío tradicionales - Patrimonio hidráulico - Paisaje y cultura del agua - Sistemas de Información Geográfica y evaluación de los elementos del paisaje del agua. - Análisis de cuencas. - Uso y aprovechamiento de los recursos hídricos.
Investigación en Recursos Hídricos (HIDRUS) Departamento de Geografía Universidad de Salamanca
<ul style="list-style-type: none"> - Agua y cambio climático. - Disponibilidad de agua y usos del suelo. - Relación entre vegetación y agua edáfica en ambientes mediterráneos. - Modelización de procesos hidrológicos.

Elaboración propia.

En primer lugar cabe mencionar al grupo de investigación denominado “Suelos y Aguas” que se adscribe al Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo de la Universidad de Lleida. Está formado por un grupo de investigadores procedentes de distintas ramas científicas (Geografía, Biología y Química). Su director es Josep Carles Balasch Solanes (Edafología y Química Agrícola) y algunos de sus integrantes son Jorge Alcázar Montero (Tecnologías del Medio Ambiente), María Concepción Ramos Martín (Edafología y Química Agrícola) y Ramón Joaquim Batalla Villanueva (Geografía). Las principales líneas de estudio son la gestión sostenible de los recursos hídricos, la conservación y restauración de ecosistemas fluviales, los estudios hidrológicos y la mejora de los aprovechamientos del uso del agua para riego. El predominio de miembros procedentes de disciplinas de Ciencias explica la importancia concedida al agua como elementos generador de ecosistemas de gran valor, pero también de los procesos asociados a la pérdida de calidad de las aguas y su influencia en estos ecosistemas. Entre los proyectos de investigación ejecutados recientemente, se pueden citar, entre otros, “ReesCan” (2009-2011), “SCARCE” (2009-2014) o “SICMEC” (2010-2014).

El segundo grupo analizado es “Clima, Agua y Cambio Global” que se adscribe al Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (Universidad de Zaragoza). Está compuesto por geógrafos. El director del grupo es José María Cuadrat Prats y algunos de sus miembros son Alfredo Ollero Ojeda, José Carlos González Hidalgo y José María Marín Jaime. Las principales líneas de investigación se relacionan con los cursos fluviales (análisis de cuencas, los regímenes y comportamientos hidrológicos de la red fluvial y la gestión ambiental de los ríos), estudios de riesgo e inundaciones, recursos hídricos y la ordenación del territorio y las disponibilidades hídricas. El análisis desde una óptica de la hidrogeomorfología y los riesgos asociados a los cursos fluviales configuran la línea primordial de este grupo. Algunos de los proyectos más recientes vinculados con la temática del agua son “El agua y el desarrollo sostenible en los países del B.I.O.” (Bureau International des Expositions-Expo 2008)” (2004-2005), “Clima y agua en la cuenca del Ebro” (2005-2006), “El papel de las sequías en los procesos de modificación ambiental en el semiárido aragonés: evaluación mediante imágenes de satélite de alta resolución espacial y sistemas de información geográfica” (2005-2008) o “Impactos Hidrológicos del Calentamiento Global en España (HIDROCAES)” (2012-2014).

Un tercer equipo de investigación es “Estudios del Territorio y del Patrimonio” (ESTEPA) que se adscribe al Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia. Su director es Jorge Hermosilla Pla y algunos de sus integrantes son Alejandro Pérez Cueva, Miquel Antequera Fernández, Martín Peña Ortiz, Miguel Ángel González Ferreiro y José Vicente Aparicio Vayà. Sus trabajos se han basado en el estudio de los sistemas de regadío tradicionales en las comarcas valencianas y el patrimonio hidráulico asociado, en los que a la labor de investigación se une la de divulgación de este patrimonio. Para ello, han propuesto y elaborado inventarios y catálogos de los elementos del patrimonio del agua (azudes, acequias, partidores, aljibes, molinos, etc.), la evaluación de los elementos y paisajes del agua y los usos y aprovechamientos de los recursos hídricos. Combinan, al igual que la mayor parte de los grupos de investigación, las actividades de investigación básica y aplicada, así como asistencias técnicas a instituciones (administraciones autonómicas, provinciales, y municipales), mancomunidades, empresas y particulares. Entre los proyectos de investigación cabe citar “Foggara. Inventory, analysis and valorisation of traditional water techniques of European and Saharan drainage tunnels” (2003-2006) o “Las foggaras en la plataforma alicantino-murciano-albaceteña” (2006-2007).

El último equipo de investigación adscrito a la línea argumental de “*Medio ambiente, patrimonio y sostenibilidad*” es “Investigación en Recursos Hídricos” (HIDRUS) adscrito al Departamento de Geografía de la Universidad de Salamanca. Se trata de un grupo pluridisciplinar, principalmente compuesto por geógrafos, ingenieros y edafólogos. El director es José Martínez Fernández y algunos de sus miembros son Nilda Sánchez Martín, Miguel Ángel Luengo Ugidos, Carlos M. Herrero Jiménez, Carlos Méndez Lázaro y Carlos Pérez Gutiérrez. Llevan a cabo proyectos de investigación cuyo eje vertebrador es la dinámica del agua y su relación con el territorio (agua y cambio climático, disponibilidad de agua y usos del suelo y la relación entre vegetación y agua edáfica en ambientes mediterráneos). A modo de ejemplo de proyectos desarrollados recientemente cabe citar “Relación entre usos del suelo y dinámica del agua en sectores con acusado déficit hídrico de la cuenca del Duero” (2000-2003), “Disponibilidad de agua en el suelo y cambio climático bajo diferentes condiciones ambientales mediterráneas” (2003-2006) o “Uso de MRS (Magnetic Resonance Sounding) para la obtención de parámetros hidráulicos y su implementación en la modelización de aguas subterráneas: Aplicación en el acuífero superficial de Los Arenales (Cuenca del Duero) y en el aluvial de la Vega Media (Cuenca del Segura)” (2008-2009).

La línea de investigación “*Medio ambiente, patrimonio y sostenibilidad de los recursos hídricos*” es desarrollada por grupos de trabajo donde se integran investigadores procedentes de distintas ramas científicas, geógrafos (los más numerosos), pero también ingenieros, biólogos, entre otros colectivos con presencia más testimonial. No obstante, ese carácter multidisciplinar se observa en las temáticas de estudio, donde un enfoque más físico y ambiental es evidente. Sus estudios se centran en la gestión sostenible de los recursos hídricos, donde se presta atención a la mejora de la eficiencia de los usos del agua y la mejora de la conservación de los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua. También destacan los análisis en torno al desarrollo sostenible, investigaciones sobre inundaciones, el cambio climático y la dinámica del agua y su relación con el territorio. Una temática particular es la que lleva a cabo el grupo ESTEPA de la Universidad de Valencia. Este equipo ha centrado sus trabajos en cuestiones vinculadas con el patrimonio hidráulico, la cultura y el paisaje del agua. Sus integrantes ponen de manifiesto cómo la sociedad a lo largo de la historia ha transformado el territorio a partir del aprovechamiento del agua y como han sabido gestionar este escaso y valioso recurso. Esta línea también es común a los grupos de

Alicante y Murcia, ya que en esta región, desde época tardorromana se ha desarrollado una cultura histórica del agua acompañada de un amplio patrimonio hidráulico que ha propiciado la desnaturalización de ríos, acuíferos, humedales y de muchos ecosistemas asociados, con la finalidad de potenciar las actividades productivas atenuando los episodios extremos asociados al agua, es decir, sequías e inundaciones, en un claro ejemplo de adaptación al medio geográfico (Rico y Hernández, 2008).

4. CONCLUSIONES

En los apartados anteriores se han analizado los grupos de investigación de las universidades españolas que estudian los recursos hídricos desde una óptica territorial. Estos equipos están integrados principalmente por geógrafos (debido al enfoque territorial del recurso agua), aunque también destacan colectivos procedentes de otras disciplinas como Derecho, Ciencias Ambientales, Economía y Biología. Sus líneas de trabajo se centran en aspectos que tienen que ver con cuestiones económicas y normativas, con la planificación y la ordenación del territorio, el medio ambiente y el desarrollo sostenible. También debe de ponerse de manifiesto la existencia de líneas de investigación que son objeto de estudio por varios grupos; cuestión está justificada por la existencia de unos rasgos socioeconómicos y ambientales comunes. El predominio de líneas más territoriales, de perfil más normativo o ambiental vendrá determinada por la presencia de investigadores de otras disciplinas tal y como sucede con equipos como "AGUDEMA" (Universidad de Zaragoza) y "Derecho, Economía y Gestión del Agua" (Universidad de Castilla-La Mancha), con el medio ambiente y el desarrollo sostenible, "Clima, Agua y Cambio Global" (Universidad de Zaragoza) e "HIDRUS" (Universidad de Salamanca).

La trascendencia territorial de este recurso en España se refleja en la importancia que adquieren temáticas como las relacionadas con las competencias de su uso y aprovechamiento, la reutilización y las transferencias hídricas. Estas temáticas son de especial interés, como se ha comprobado en la fachada mediterránea, donde el agua es un bien escaso y estratégico para el desarrollo de esta región, pues es una de las zonas más dinámicas y con mayor demanda de agua en la actualidad, especialmente para el abastecimiento urbano-turístico y agrícola. Las particularidades físico-ecológicas y el desarrollo socioeconómico de cada territorio determinan la prioridad concedida a unas cuestiones sobre otras. Los que se adscriben a universidades ubicadas en la región de sureste peninsular como "Agua y territorio" y "Recursos Hídricos y Desarrollo Sostenible" (Universidad de Alicante), y "Cambios Ambientales, Transformación del Paisaje y Ordenación del Territorio" (Universidad de Murcia) centran sus estudios en torno a la reutilización, la disponibilidad, las transferencias y la planificación de los recursos hídricos. Los de áreas con gran entidad urbana, con las repercusiones territoriales asociados a los procesos de difusión urbana como sucede con el GRATS (Universidad Autónoma de Barcelona) y GRMATIG (Universidad de Girona).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIRECTIVA MARCO DE AGUAS 2000/60/CE. Extraído de: <http://www.boe.es/doue/2000/327/L00001-00073.pdf>
- DOMENE, E.; SAURÍ, D. y PARÉS, M. (2005): "Urbanization and sustainable resource use: the case of garden watering in the metropolitan region of Barcelona", in *Urban Geography*, nº268, pp. 520-535.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2009): *Water resources across Europe-confronting water scarcity and drought*. Copenhagen: EEA. <http://www.eea.europa.eu/publications/annual-report-2009>
- GIL OLCINA, A.; HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M.; MOROTE SEGUIDO, A.F.; RICO AMORÓS, A.M.; SAURÍ PUJOL, D., y MARCH CORBELLA, H. (en prensa): Causas de las tendencias del consumo de agua por uso doméstico y grandes abonados, entre 2007-2013, en la ciudad de Alicante y Área Metropolitana de Barcelona. Coordinadora: Asunción Martínez García. HIDRAQUA, Gestión Integral de Aguas de Levante, S.A. y Universidad de Alicante. (en prensa).
- GÓMEZ ESPÍN, J.M^a. y HERVÁS AVILÉS, R.M^a. (coords.) (2012): *Patrimonio hidráulico y cultura del agua en el Mediterráneo*. Murcia. Fundación Séneca. Regional Campus of Excellence "Campus Mare Nostrum". Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 287 pp.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M. (2013): "Análisis de los procesos de transformación territorial en la provincia de Alicante (1985-2011) y su incidencia en el recurso agua a través del estudio bibliográfico", en *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, nº59, pp.105-136.

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007): *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Genova: IPCC. <http://www.ipcc.ch/>
- LEICHENKO, R.M. y SOLECKI, W.D. (2005): "Exporting the American dream. The globalization of suburban consumption landscapes", in *Regional Studies*, nº 39, pp. 241-253.
- MOROTE, A.F. y HERNÁNDEZ, M. (2014): "Jardines y urbanizaciones, nuevas naturalezas urbanas en el litoral de la provincia de Alicante". *Documents d'Anàlisi Geogràfica* (en prensa).
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (2006): *International decade for action. Water for life, 2005-2015. Factsheet on water and sanitation*. <http://www.un.org/waterforlifedecade/factsheet.html>
- PADULLÉS, J.; VILA, J., y BARRIOCANAL, C. (2014): "Maintenance, Modifications, and Water Use in Private Gardens of Alt Empordà, Spain". *HortTechnology*, 24(3), pp. 374-383.
- PARÉS, M.; MARCH, H. y SAURI, D. (2013): "Atlantic gardens in Mediterranean climates: Understanding the production of suburban natures". *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 37(1), pp. 328-347.
- RICO AMORÓS, A.M. (2007): "Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana", en *Investigaciones Geográficas*, nº42, pp. 5-34.
- RICO AMORÓS, A.M. (2014): "La Mancomunidad de los Canales del Taibilla: un modelo de aprovechamiento conjunto de fuentes convencionales y desalinización de agua marina". En: Libro jubilar en homenaje al profesor Antonio Gil Olcina. Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A. Publicaciones de la Universidad de Alicante, pp. 367-394.
- RICO AMORÓS, A.M. y HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M. (2008): "Ordenación del territorio, escasez de recursos hídricos, competencias de usos e intensificación de las demandas urbano-turísticas en la Comunidad Valenciana", en *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, nº51, pp.79-109.
- SAURÍ, D. (2003): "Lights and shadows of urban water demand management. The case of the metropolitan region of Barcelona", in *European Planning Studies*, nº11, pp. 229-243.
- SWYNGEDOUW, E. (2004): *Social power and the urbanization of water*. Oxford University Press, Oxford, 209 pp.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/MAP-PLAN BLEU (2009): *State of the environment and development in the Mediterranean*. 200 pp.
- VERA REBOLLO, J. F. (2006): "Agua y modelos de desarrollo turístico: la necesidad de nuevos criterios para la gestión de los recursos". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 42, pp. 155-178.
- VIDAL, M.; DOMENE, E. y SAURÍ, D. (2011): "Changing geographies of water-related consumption: residential swimming pools in suburban Barcelona", in *Royal Geographical Society*, vol. 43, nº 1, pp. 67-75.
- YEPES, G. y DIANDERAS, A. (1996): *Water and wastewater utilities indicators* (2ª ed.). Water and Sanitation Division. World Bank. Washington, 57 pp.

PÁGINAS WEB DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

- <http://cvnet.cpd.ua.es/GruposInvestigacion/DatosGrupo.aspx?id=115336&tipo=S>
- http://www.uclm.es/organos/vic_investigacion/catalogo/grupos.aspx?gr=218&inf=lin
- <http://iuca.unizar.es/?q=es/grupo-de-investigacion/agua-derecho-y-medio-ambiente-agudema>
- <http://web2.udg.edu/aigua/>
- <http://geografia.uab.es/grats/index.php?lang=es>
- <http://cvnet.cpd.ua.es/GruposInvestigacion/DatosGrupo.aspx?id=115202&tipo=S>
- <http://grupo.us.es/giest/es>
- http://www.aguasresiduales.info/main/index.php?md_0=8&md_1=5&id=48&_pag=2navi=Microsoft&vers=5.0&plat=Win32
- http://www.uv.es/uvweb/departamento_geografia/es/investigacion/gruposinvestigacionestepa-estudios-del-territorio-del-patrimonio-/presentacion-1285858445673.html
- <http://campus.usal.es/~hidrus/>
- <http://iuca.unizar.es/?q=es/produccion-cientifica/proyectos-de-investigacion>

LA NECESIDAD DE CONSIDERAR LOS RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS TROPICALES EN LATITUDES MEDIAS. EL MANGO EN EL VALLE DEL GUADALHORCE (MÁLAGA)

Jesús Rodrigo Comino¹, José María Senciales González¹ y José María González Moreno²

¹Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga

²Técnico Especialista Titular (IFAPA-Churriana)

RESUMEN

El presente trabajo pretende demostrar que no es recomendable la introducción de un cultivo tropical como el mango (*Mangifera indica*) dentro del área mediterránea del valle del Guadalhorce (Málaga, España). Es un cultivo en expansión por su rentabilidad económica, pero es necesario atender a los posibles riesgos climáticos para su explotación (tras la gran inversión que requiere). Para justificar esta afirmación se presenta un estudio agroclimático realizado en las parcelas experimentales de la finca de IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía) de Churriana (Málaga). Los resultados se obtienen a través de los datos de una estación meteorológica y una modelización territorial a partir de herramientas de análisis espacial con SIG. Se tienen en cuenta las variables térmicas y los vientos como condicionantes principales de la aparición de la necrosis apical: patología mortal para el mango.

Palabras clave: Cultivo de mangos, agroclimatología, SIG, valle del Guadalhorce, temperaturas y viento.

ABSTRACT

Climate risks opposite to the introduction of a tropical crop (mango) in the Guadalhorce valley (Málaga)

This work tries to demonstrate that is not recommendable to bring a tropical crop like the mango (*Mangifera indica*) in a Mediterranean area as Guadalhorce valley (Málaga, Spain). This crop is getting an expansion because of its high economic profitability, but it is necessary to pay attention in possible climatic risks before its exploitation (because it needs high capital investment). Justifying it, we present an agroclimatic study carried out in experimental plots of IFAPA (*Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía*) at Churriana (Málaga, Spain), obtaining results by means of a meteorological workstation data and a territorial model using spatial analyst tools with GIS. Thermic variables and winds have been considered as determining factors for appearance of apical necrosis: deadly disease for the mango.

Key words: Mango crop, agro-climatology, GIS, Guadalhorce valley, temperatures and wind.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El clima mediterráneo y la reconversión del papel de la agricultura

Desde finales del siglo XX, la agricultura ha perdido individualismo, disminuyendo su protagonismo absoluto dentro del contexto rural por su diversificación y amplitud de objetivos. En la actualidad, se contempla como una actividad más dentro del conjunto de funciones que se exige al mundo rural, no siendo la única fuerza económica que debe actuar en este espacio (Larrubia y Galacho, 2003). El agricultor, además, debe comportarse también como un agente de protección ambiental, algo recientemente descubierto para los políticos comunitarios, pues es el que mejor “ha defendido y puede defender el medio ambiente” (Bielza de Ory, 1999).

Concretamente, la región mediterránea es una de las zonas de más antigua actividad agraria donde se ha transformado de modo acusado y casi continuo el paisaje (Hernández-Laguna, 2004). En su análisis

Contacto: Jesús Rodrigo Comino: geo.jrc@gmail.com; José María Senciales González: senciales@uma.es; José María González Moreno: josem.gonzalez.moreno@juntadeandalucia.es

de este medio, Lorca y Escribano (1997) exponen que “se entrelazan factores políticos, económicos, culturales e históricos de gran complejidad, por su posición geográfica privilegiada en la agenda política y económica de la Unión Europea”. De esta forma, el espacio cultivado y la variabilidad climática, también se pueden ver condicionados directamente. Esto sucede cuando las variaciones (de todos o algún factor relevante como el déficit hídrico) son de tal magnitud que no pueden ser absorbidas por el propio sistema y, en tal sentido, exceden su capacidad de respuesta adaptativa o resiliencia (Labrador *et al.*, 2009).

El clima mediterráneo se caracteriza por la coincidencia de la estación cálida y seca durante verano, por lo que de esta manera las especies vegetales autóctonas deben adaptarse a estas condiciones, reduciendo su actividad metabólica durante el estío. Por el contrario, en el caso de los cultivos importados desde otras regiones climáticas, su supervivencia se ve condicionada al riego durante la época estival. Por ello, la agricultura tradicional sólo podía conseguir incrementar su productividad en las zonas susceptibles de ser regadas como llanos aluviales, terrazas fluviales, abanicos aluviales, marjales y deltas (Cerdá *et al.*, 2007). Así, los requerimientos mínimos de los cultivos justificarán en un primer nivel la vocación discriminante de los territorios agrícolas (Larrubia y Galacho, 2003). Dentro de este contexto, la agricultura sufre un proceso de evolución adaptativa al medio y gracias al procedimiento de ensayo “acierto/error”, ha sido capaz de absorber buena parte de la variabilidad climática media (Puigdefábregas, 1998). Las diferentes zonas edafoclimáticas (údica, ústica, xérica y arídica) con diferencias marcadas en la dotación de agua de los suelos (carencias y excesos puntuales) dieron lugar a calendarios, mapas de cultivo y aprovechamientos muy diversos (Soil Survey Staff, 2010).

El ciclo vegetativo del cereal, por ejemplo, hace que el suelo esté desprotegido la mayor parte del año. López-Bermúdez *et al.* (1998) contabilizaron (en sustratos calizos) las mayores pérdidas edáficas en parcelas de trigo y cebada entre un amplio rango de usos del suelo, especialmente cuando las lluvias intensas coinciden con los períodos de desprotección del suelo. Por lo que respecta a cultivos arbolados, la baja densidad de los marcos de plantación y la intensidad de las lluvias mediterráneas hacen de ellos cultivos potencialmente muy erosivos, especialmente en plantaciones jóvenes (García-Ruiz y López-Bermúdez, 2009). Sin embargo, a partir de diversos estudios experimentales, Kosmas *et al.* (1997, 2002) concluyen que especies como el olivar producen pérdidas de suelo escasas si se mantiene la cubierta herbácea de base.

En los últimos años, se han llevado a cabo numerosos estudios con el propósito de establecer diferentes estrategias destinadas a frenar los procesos erosivos, principalmente en términos de reducción de escorrentía, como los casos mencionados anteriormente del cereal o el olivar; sin embargo, para la gestión de una explotación agrícola y la introducción de un tipo de cultivo concreto han sido menos relevantes y numerosos los análisis territoriales unidos también a las variables climáticas como factores determinantes. El conocimiento de las series de precipitaciones, temperaturas o vientos provee al investigador de una información útil para comprender el comportamiento y repercusiones del clima sobre los sistemas naturales y antropizados que ayude a la toma de decisiones sobre producción agraria, la regulación de la irrigación o la gestión de los recursos hidrológicos urbanos e industriales (Ruiz Sinoga *et al.*, 2010). Una de las principales tareas para una adecuada planeación del territorio radica en el conocimiento y la evaluación de los grados de idoneidad del uso actual y prospectivo de su suelo, en función de los diferentes atributos naturales y socioeconómicos involucrados en su desarrollo, y que determinan, en general, la aptitud del espacio para cada uso específico del mismo (Hernández-Santana *et al.*, 2010).

Para abordar este cometido, se pretende partir de los principios de la agroclimatología y el análisis espacial con SIG, susceptibles de ser utilizadas para la determinación de usos agrícolas adecuados concretos para el territorio.

1.2. La agroclimatología y los SIG

La agroclimatología es un instrumento eficaz que puede ser tomado como criterio objetivo de decisión en ordenación agrícola y utiliza como fuentes base de datos periódicas y no periódicas (Hernández Navarro, 1993). El tiempo meteorológico puede convertirse en un factor de riesgo que conlleve, en ocasiones irremediablemente, pérdidas sustanciales o totales en las cosechas. Organismos internacionales como FAO o la OMM y, en España, AEMET o el Ministerio de Agricultura, se han encargado de estudiar los cultivos tradicionalmente desde esta óptica. Así, se llega a la conclusión de que en el caso de una actuación a largo plazo, como la selección de cultivos o la implantación de una infraestructura de riegos, la información agroclimática ha de estar basada en el análisis frecuencial de los procesos y elementos cli-

máticos (Hernández Navarro, 1993). De esta manera, según Gerbier (1980) la información agroclimática repercute en: i) la elección más acorde de los cultivos, equipos y técnicas de cultivo; ii) la adaptación de las prácticas agrícolas a las características del clima local; iii) una explotación más económica gracias a la reducción de pérdidas debidas a las condiciones climáticas adversas o por utilizar los períodos favorables; iv) la reducción de la mano de obra innecesaria; v) la optimización de la administración de los recursos hídricos; vi) favorecer el desarrollo rural.

Se comprueba de esta forma, que resulta interesante el estudio de las condiciones climáticas de un determinado espacio agrícola; sin embargo, estos análisis conllevan una gran dificultad debido a la escasez de datos propios del área en cuestión a analizar y a las variaciones existentes por la pendiente o la exposición, pudiéndose hablar de variaciones microclimáticas en pequeños intervalos espaciales (Delgado Peña, 1999). El cada vez más generalizado uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta capaz de gestionar y analizar esta información espacial, junto a la mejora en la adquisición y uso de datos procedentes de la teledetección, ha propiciado el aumento de trabajos de seguimiento y análisis temporal de los diferentes procesos y de las variables espaciales que influyen sobre los sistemas ecológicos (Alonso Sarría *et al.*, 2010). Utilizando estas herramientas, existen numerosos estudios que centran sus esfuerzos en controlar los puntos de polución y degradación de las zonas agrícolas, siendo valiosa su contribución para la ordenación y gestión de espacios o recursos. A través de los SIG, también se han generado modelos a partir de zonificaciones (con índices que usan parámetros numéricos espacializados como la escorrentía, la cobertura vegetal, la topografía, los tipos de suelos o el clima) y algoritmos evolutivos, que pueden encontrar soluciones “casi óptimas” para las explotaciones a través del tiempo y de los patrones del paisaje o diversos usos del territorio (Hamlett *et al.*, 1992; Di Luzio *et al.*, 2003; Lant *et al.*, 2005; Pandey *et al.*, 2007), pudiéndose extrapolar las metodologías a otras áreas.

1.3. El mango: un cultivo en expansión ¿también en el valle del Guadalhorce?

La falta de rentabilidad de los cítricos en la Comarca del valle del Guadalhorce en esta primera década del siglo XXI ha provocado que muchos agricultores consideren el cultivo del mango como una alternativa que pudiera ser viable en sus tierras; sin embargo, se demuestra en el presente trabajo por qué las características climáticas de la zona han acabado con algunas de las plantaciones que inicialmente se instalaron. Se apuesta desde dicho análisis que el frío y el viento han sido factores que han limitado su cultivo y por tanto la extensión de este frutal tropical en el territorio. Sus requerimientos hacen que su explotación quede restringida a la costa, pues necesita un invierno moderadamente frío (mínimas en torno a los 10°C), primavera cálida (mínimas superiores a 15°C), verano y otoño calurosos (27-36°C) y ligeras variaciones de temperatura entre el día y la noche (Galán Saúco, 2009a).

Desde 2009, el cultivo del mango al aire libre se extiende por la costa de Granada y Málaga con una superficie aproximada de 4.000 has., cultivadas con la variedad *Osteen* que supone el 75% de la superficie, seguida de *Keitt* (12%), *Tommy Atkins* (5%), *Kent* (5%) y un 3% de otras variedades (www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/sigpac). El período de recolección se extiende desde mediados de agosto con *Tommy Atkins*, que es la más temprana, hasta finales de noviembre con *Kent* y *Keitt*, que son las más tardías. No obstante, en estas mismas zonas costeras se está empezando a cultivar el mango como una plantación intensiva bajo invernadero por propia iniciativa de los agricultores, dando un nuevo uso a los hortícolas abandonados por su baja rentabilidad y apostando por un cultivo tropical con menos requerimientos de mano de obra e insumos que los que le precedieron bajo el plástico. La precocidad de la plantación, el adelanto de la maduración y una menor incidencia de plagas y enfermedades son las ventajas asociadas a esta forma de cultivo y claramente perseguidas por los agricultores que apuestan por ello.

La introducción de esta forma de cultivo al aire libre por la Comarca del valle del Guadalhorce es menos apta para el mango por las limitaciones climáticas, que no por los suelos existentes o las deficiencias en agua; no obstante, esto es todavía una información no divulgada y reconocida. En el cultivo del mango al aire libre, se recomienda la elección de zonas poco ventosas y libres de períodos fríos, pues ambos son perjudiciales para él. Si no se sigue esta recomendación, entre otras cosas, se puede favorecer la aparición de la denominada *necrosis apical* ocasionada por la bacteria *Pseudomonas syringae* o, incluso, la pérdida de plantaciones enteras (lo que lleva ocurriendo desde hace años en esta comarca). También los efectos de la concentración de la lluvia originan problemas de infecciones y mala maduración en la fruta recolectada al aire libre, afectando por tanto a la calidad del fruto y a su cotización en el mercado (Galán Saúco, 2009b).

Actualmente, el modelo productivo del cultivo del mango en invernadero, en contraposición a la plantación en aire libre por el valle del Guadalhorce, está extendiéndose por la costa oriental de Málaga al ser una alternativa interesante al sector cítrico y muy rentable para una especie de alto valor como el mango. Por el contrario, el desconocimiento del comportamiento agronómico bajo invernadero de dicha especie en la comarca y los malos resultados conseguidos en su cultivo al aire libre han limitado su aparición, favoreciendo que sea conveniente una evaluación climática fundamentada como la propuesta en este trabajo, a fin de generar información válida que se traduzca en recomendaciones para un manejo óptimo del cultivo y dé respuestas adecuadas a las necesidades planteadas.

2. METODOLOGÍA

Se pretende la elaboración de un diagnóstico agroclimático de una finca con parcelas experimentales situada en un espacio representativo de las condiciones naturales de un medio mediterráneo meridional como el de la Comarca del valle del Guadalhorce, a través de los datos recogidos por una estación meteorológica y la utilización de las herramientas de análisis espacial de los SIG. Se persigue, como objeto final de estudio, definir por qué sus condiciones climáticas no son aptas para albergar un tipo de cultivo tropical en expansión como el mango, cuyo valor en el mercado europeo se ha incrementado dentro del sector frutícola.

La creación de un banco de datos agroclimático para este fin tendrá dos objetivos, según lo planteado por Gerbier (1980): i) formar una colección de datos que, por estar normalizados, permitan la realización de estudios comparativos cubriendo al mismo tiempo las necesidades de la profesión agrícola; ii) acumular información de diferentes procedencias con objeto de aumentar la utilidad y diversidad de los estudios necesarios para la optimización de la planificación agrícola.

Las variables climáticas que se utilizan principalmente son las temperaturas y el viento, además de, como apoyo, las precipitaciones, la ETP o la humedad ambiental. Por otro lado, como aspectos geomorfológicos a tener en cuenta analizaremos la exposición, la topografía (hipsometría) y la dirección del flujo hídrico.

El mango, por ser una especie con unos requerimientos muy definidos, necesita de una evaluación de las condiciones térmicas del territorio donde se desee cultivar muy precisa, que en el valle del Guadalhorce no se ha realizado (con las consiguientes pérdidas económicas que eso conlleva para muchas explotaciones). De ahí que en este análisis se haya realizado un estudio pormenorizado de las temperaturas mínimas, máximas y medias con idea de delimitar los diferentes rangos a los que nuestra área de estudio puede verse afectada. Sin embargo, se ha tenido también en cuenta otro elemento condicionante de los aspectos térmicos: el viento. Dicha variable es capaz de aumentar o disminuir los valores termométricos en varios grados, lo que puede hacer arriesgada la implantación de un cultivo como el mango, delicado frente a variaciones extremas. Para calcular este ajuste, se ha decidido utilizar el índice de *Wind chill* ideado por el Servicio Meteorológico de Canadá, que se sirve de un modelo matemático que establece correlaciones técnicas estándares de velocidad del viento y precio de transferencia de calor. Tradicionalmente, ha sido utilizado para calcular la sensación térmica sobre las personas cuando se ven afectadas por el viento; no obstante, su aplicación para estimar estándares de temperaturas tanto en espacios urbanizados como cultivados afectados en su exposición al viento, no difiere mucho en su implicación final: cuanto más viento y menor o mayor sea la temperatura, tanto para personas como para cultivos, la sensación térmica disminuirá o aumentará proporcionalmente, acentuando procesos de evaporación (con fuerte calor) o heladas.

Por último, a través de las herramientas de análisis espacial del SIG se espacializará la información sobre la finca experimental de IFAPA, tomada como muestra representativa de un área cultivada en el valle del Guadalhorce. En los resultados, se cartografían los niveles de exposición al viento, los cálculos de variación de los gradientes térmicos influidos por el aire en movimiento con el índice de *Wind chill* y la influencia sobre el área de estudio de esta dinámica con el cálculo de la dirección del flujo predominante por su disposición morfológica (utilizando un MDT de las hojas 1053 y 1067 a escala 1:10000).

3. ÁREA DE ESTUDIO

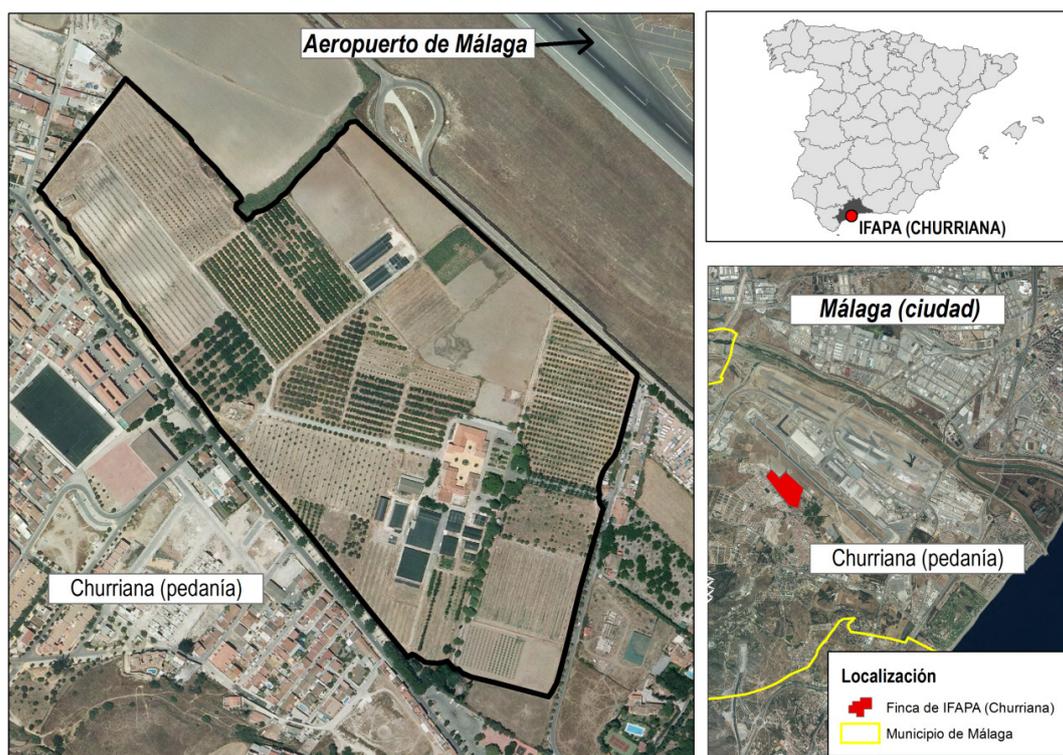
La mayor parte del territorio español está inmerso en la Región Biogeográfica Mediterránea, conformando un conjunto de áreas disjuntas unidas entre sí por un singular clima, el mediterráneo. Concretamente en la franja meridional de la Península Ibérica, encontramos un amplio espectro de subtipos que

van desde los meso y microclimas de montaña a los subdesérticos, pasando por numerosos territorios en transición.

En el área de estudio que se pretende evaluar, las mayores diferencias provienen, por una parte, del valor medio de la precipitación anual y, por otra, de la duración del periodo con probabilidad de heladas (Labrador *et al.*, 2009). De ahí, que sea fundamental el conocimiento de las precipitaciones anuales y los rangos térmicos (medios y absolutos), junto con la distribución espacial de su temporalidad. Esto será esencial para entender las variaciones agroclimáticas de las diferentes unidades ecológicas, independientemente de la escala (Bailey, 1998; Ruiz Sinoga *et al.*, 2011), ya que los periodos secos entre lluvias torrenciales y altas temperaturas juegan un papel muy importante en los procesos geomorfológicos, hidrológicos y ecológicos, particularmente en las relaciones suelo-planta (Arnold *et al.*, 2005; Lado *et al.*, 2009; Gabarrón, 2012).

Las parcelas experimentales del IFAPA de Churriana se encuentran localizadas dentro de la cuenca baja del valle del Guadalhorce (Figura 1). Expuesta a la influencia del Mar Mediterráneo, esta unidad entra en contacto con la de los Montes de Málaga por el norte y este y la Sierra de Mijas por el sur. Sus características hipsométricas la sitúan entre los 0-300 metros y unas pendientes inferiores al 21%. Destacan algunos pliegues anticlinales como la Sierra Gorda, Gibralgalia o Cártama a modo de ventanas tectónicas y se conserva gran cantidad de niveles de terrazas y glacis (por la erosión laminar desde las laderas de los pequeños pliegues desde los anteriores relieves mencionados). Hablamos de suelos relacionados con materiales sinorogénicos y con mezclas de actividades de diferentes orígenes como el fluvial o el procedente de las unidades circundantes (calcáreos, marmóreos y pizarrosos), tanto en el pasado como en la actualidad (Rodrigo Comino, 2012).

Figura 1. Mapa de la zona de estudio (IFAPA-Churriana).



Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Hojas 1.053 y 1.067. Elaboración propia.

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Según Hernández Navarro (1993), la disponibilidad de datos agroclimáticos es un instrumento de primer orden para asegurar la eficacia de la planificación de cultivos, minimizando riesgos, y maximizando la cantidad y calidad de las cosechas. La misma autora destaca que “la cuantificación de las relaciones entre clima y actividad agrícola viene facilitada por la combinación de los datos meteorológicos, fenológicos

y los de rendimientos”. En el caso de este estudio, utilizaremos los datos obtenidos y tratados a partir de series mensuales y anuales de la estación agroclimática del IFAPA de Churriana que registra datos desde 1974¹. Como requisito fundamental, hemos desestimado los años en los que existían lagunas en la información, quedando solo los que estaban completos para el análisis final y, como premisa principal, que se pudieran reunir más de 30 años en cada serie, como recomendó la OMM en 1935 (CEOTMA, 1984).

A continuación, se muestran los datos de las variables que afectan sensiblemente al resultado final del estudio: las temperaturas, el viento y, en menor medida, otras que influirán en aspectos que no se tratarán en este estudio como el tipo de riego, el desarrollo de la actividad microbiológica, las precipitaciones, la ETP o la humedad ambiental. Se debe precisar que, junto con el frío, el momento en el que la bacteria afecta a la planta (otoño e invierno) estos tres últimos elementos climáticos también son determinantes; sin embargo, no se han considerado de tanta relevancia en un principio para este estudio y quizás para completar la investigación en un futuro, serían cruciales para que las conclusiones alcanzadas fueran del todo veraces.

4.1. Análisis de las temperaturas

La temperatura media anual registrada para la serie estudiada es de 18,32°C con unas mínimas en enero de 12,11°C y máximas en agosto de 25,834°C. Esta baja amplitud térmica (13,73°C) es típica del clima mediterráneo como resultado de su localización en latitudes templadas (36° 40' 30" N; 4° 30' 06" W). Sin embargo, durante el periodo de estudio registrado en la serie, se obtuvieron valores medios de las máximas de hasta 38,73°C y mínimas medias que descendieron hasta los 1,6°C. Pero, esta variabilidad termométrica es todavía más extrema cuando analizamos los valores absolutos organizados en la Tabla 1, con máximos históricos de 46°C (junio de 1983) y mínimos de -4 (marzo de 1993). Como se comprueba más adelante, estas temperaturas serán aún más peligrosas para el cultivo del mango cuando apliquemos en el análisis la implementación de los valores del viento.

Tabla 1. Temperaturas medias, promedios de las máximas y mínimas absolutas

Meses	T° \bar{x}	Máx. abs.	Año	M° \bar{x}	Mín. abs.	Año	m° \bar{x}
E	12,107	26	1981	21,317	-2	1981 y 1985	1,6
F	12,963	29	1995	23,03	-2	1983	2,2
M	14,589	34	1988	26,297	-4	1993	4,1
A	16,157	32	1980 y 2002	28,45	4	1978 y 1994	6,2
M	19,012	36	1995	30,503	6	1998	8,8
J	22,701	46	1983	35,623	11	1984 y 1988	13,6
J	25,094	45	1994	38,75	7	1981	16,1
A	25,834	42	1989 y 1989	38,733	12	1978	16,8
S	23,512	40,2	2008	35,007	9	1994	13,9
O	19,373	36	1983	30,563	0	2009	8,7
N	15,43	31	1995	25,463	0	1999	5,4
D	13,104	25,5	1999	21,95	-2	1980	2,4
\bar{x}	18,323			29,641			8,312

Fuente: Estación meteorológica (IFAPA-Churriana). \bar{x} (Promedio final); T° \bar{x} (Promedio de la temperatura de la serie completa); Máx. abs. (Temperaturas máximas absolutas de la serie); M° \bar{x} (Promedio de las temperaturas máximas absolutas de la serie por mes); Mín. abs. (Temperaturas mínimas absolutas de la serie); m° \bar{x} (Promedio de las temperaturas mínimas absolutas de la serie por mes).

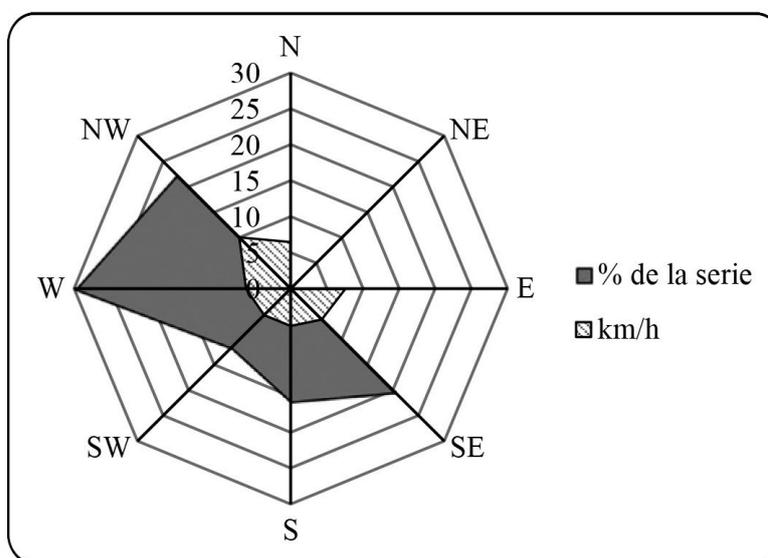
1 A continuación el enlace directo a los datos climáticos mencionados: www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web

4.2. Análisis de los vientos

El viento es definido como aire que predominantemente se desplaza en dirección horizontal. Su velocidad real se puede analizar como el resultado de tres fuerzas (González Ferreiro y Bosque Sendra, 2008): del gradiente altitudinal (proporcional al barométrico), de la geostrófica (por fuerza de rotación de la Tierra y al efecto de Coriolis) y la ciclostrófica (fuerza centrífuga que actúa, sobre todo, sobre los vientos ciclónicos de fuerte curvatura). La topografía y las masas de agua condicionan en mayor medida el flujo del aire más próximo a la superficie terrestre, provocando alteraciones locales en el régimen del viento (brisas costeras o de valle). Como apunta el CEOTMA (1984), el conocimiento de las variaciones que experimenta el régimen de vientos tanto en velocidad como en dirección “es importante en los estudios del medio físico a cierta escala, ya que gran número de actividades están condicionadas por él” y, entre ellas, la relacionada con este trabajo: los cultivos. En la Tabla 2 y el Gráfico 1, se presenta el tratamiento de los datos del anemómetro de la estación agroclimática analizada, tanto del porcentaje de días que sopla en una misma dirección, como de la velocidad promedio con la que lo hacen:

Tabla 2 y Gráfico 1. Dirección e intensidad de los vientos en el área de estudio.

	Días de la serie	% de la serie	\bar{x} km/h
N	1	0,05	6,48
NE	0	0	0
E	5	0,25	7,56
SE	402	20,29	6,048
S	310	15,65	5,184
SW	230	11,61	5,22
W	590	29,78	6,192
NW	443	22,36	10,08
Total	1.981	100	



Fuente: Estación meteorológica (IFAPA-Churriana).

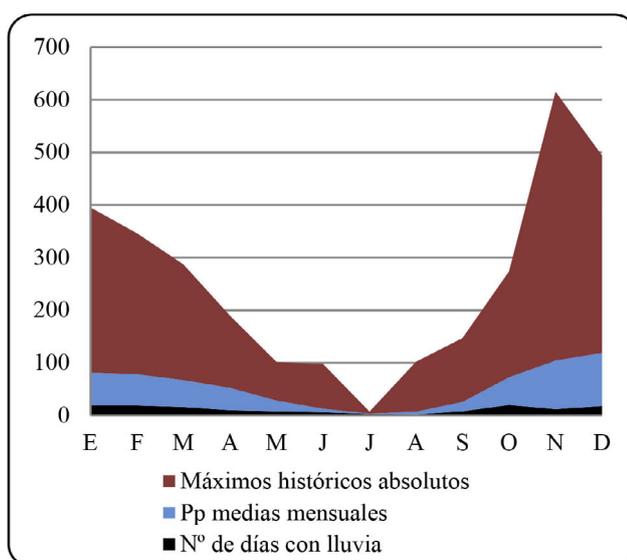
En el área de estudio seleccionada, la dirección predominante tras la evaluación de una serie con un total de 1.981 días es de componente Oeste, siendo los que con más intensidad soplan los del NW, que alcanzan los 10,08 km/h. Estos dos vientos se corresponden en el área de estudio a masas de aire húmedas e inestables generadoras del mayor volumen pluviométrico anual, concretamente en la época otoñal e invernal, o a secas y cálidas en verano o primavera con las mayores temperaturas y sequías.

4.3. Precipitaciones, balance hídrico y humedad ambiental

Por último, se habla de otras variables que sirven para enmarcar de forma más concreta la situación climática del área de estudio en el contexto mediterráneo al que nos estamos refiriendo. En primer lugar, mencionar que el promedio de lluvias totales anuales registradas es de 511,836 mm (cuadro 3), con una concentración de eventos lluviosos en los meses de otoño e invierno (octubre-marzo), que alcanzaron una intensidad media (definida como el cociente entre el promedio mensual y el número de días de lluvia también de cada mes; CEOTMA, 1984) de 11,84, frente a los de primavera-verano de 7,15. Esta variabilidad es típica del clima mediterráneo con grandes diferencias en cantidad e intensidad de las lluvias, como resultado de la descarga de grandes cantidades de agua en períodos cortos de tiempo (Durán Zuazo *et al.*, 2012). Como se observa en el gráfico 2, se llegan a máximos pluviométricos que superan la media total anual en eventos históricos como noviembre de 1989.

Tabla 3 y Gráfico 2. Intensidad de las precipitaciones y máximos históricos en relación a los promedios

	\bar{x} (dia/mes)	Pp \bar{x}	Intensidad
E	6,2	62,53	10,14
F	5,4	59,36	10,93
M	4,1	51,21	12,39
A	4,8	42,46	8,79
M	3,2	20,33	6,42
J	1,2	6,9	5,6
J	0,3	0,4	1,22
A	0,4	5,14	12,85
S	2,2	17,69	8,04
O	4,8	52,54	10,95
N	6,1	92,34	15,06
D	6,9	100,92	14,7
Total	45,7	511,84	11,2



Fuente: Estación meteorológica (IFAPA-Churriana).

Respecto a la humedad ambiental, hacer referencia a que la cercanía de la costa incrementa estos valores considerablemente con respecto a los de las áreas interiores. Las cifras medias oscilan entre el 69% anualmente con una desviación estándar de 6,79 en la serie y un coeficiente de variación de 10,97, dándose las mayores oscilaciones como resultado de las diferencias de vientos de interior (oeste y noroeste) y costeros (sureste). Por último, se adjunta en la tabla 4 el cálculo de la ETP a través del método de Thornthwaite y la ficha hídrica, utilizando el valor de las temperaturas medias mensuales y de las diferentes constantes requeridas. Así, observamos cómo los requerimientos de agua por parte de la especie que se desee cultivar tienen que ser mínimos, si no se dispone de un sistema de riego continuo. Para esto, Pérez Cobos *et al.* (2003) afirman que es imprescindible el desarrollo de sistemas basados en tecnologías avanzadas que permitan cuantificar las dotaciones de riego y controlar su aplicación, con objeto de disminuir el consumo de agua en zonas con sequía agrícola y meteorológica como ésta (Marcos Valiente, 2001; Durán Zuazo *et al.*, 2012), y que especies como el mango no pueden sufrir para su total desarrollo.

Tabla 4. Cálculo de la ETP por el Método de Thornthwaite

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total (mm)
T° \bar{x}	12,11	12,96	14,59	16,16	19,01	22,7	25,09	25,83	23,51	19,37	15,43	13,1	
ETP	2,55	2,84	4,37	5,69	8,63	12,25	15,11	14,95	10,98	7,12	4,02	2,86	913,72

Fuente: Estación meteorológica (IFAPA-Churriana)

4.4. Aplicación del índice de Wind chill sobre las temperaturas máximas y mínimas absolutas

Con anterioridad, se han presentado los valores de las temperaturas medias, de las máximas y las mínimas, pudiéndose observar que, a simple vista, aunque son muy diferentes entre los distintos meses, aparentemente no son determinantes para concluir que el mango no se pueda cultivar en el área de estudio. Sin embargo, a continuación se atenderán a los valores referidos con los datos termométricos máximos y mínimos absolutos (y sus promedios) con objeto de determinar hasta qué punto se pueden alcanzar riesgos climáticos relacionados con el descenso o aumento de las temperaturas para la producción del mango, en este caso.

Estos niveles aún pueden llegar hasta extremos mucho mayores si se aplica el índice de *Wind chill*, definido por el Servicio Nacional del Tiempo (NWS) de Canadá y que se reajustó junto con el Departamento de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), como aquel cálculo que permite determinar los posibles daños ocurridos por el descenso de las temperaturas junto con el efecto

del viento, según la velocidad de este. Como variables, este índice utiliza la velocidad de las masas de aire en movimiento a partir de 5 pies (1,52 metros, que se aproxima a la medida estándar establecida para la altura al hombro de un ser humano medio), incorpora la teoría de transferencia de calor y de pérdida de este entre cuerpos a partir de 3 mph (1 km/h = 0,6214 mph), omitiendo el impacto del sol². Las fórmulas oficiales que se han aplicado en este trabajo son las siguientes:

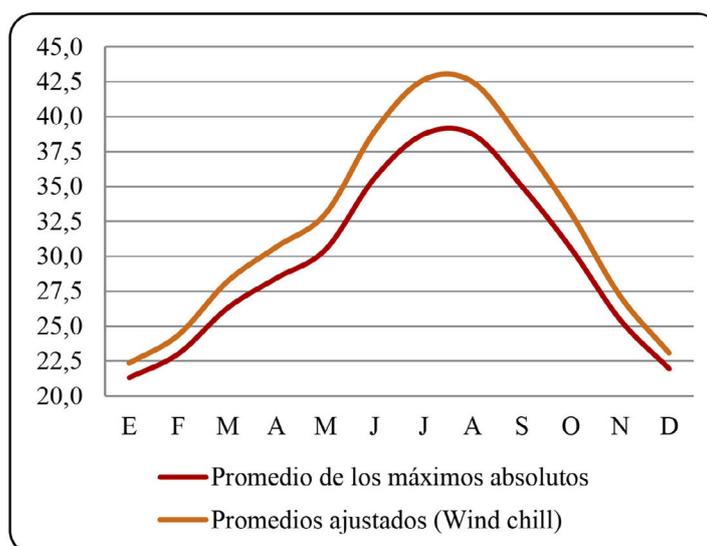
$$\text{Wind Chill } (^{\circ}\text{F} = T \text{ y mph} = V) = 35,74 + 0,6215T - 35,75(V^{0,16}) + 0,4275 T(V^{0,16})$$

$$\text{Wind Chill } (^{\circ}\text{C} = T \text{ y km/h} = V) = 13,12 + 0,6215T - 11,37 V^{0,16} + 0,3965T(V^{0,16})$$

En las Tablas 5 y 6, y los gráficos 3 y 4, se muestran los ajustes de las temperaturas con el índice de *Wind chill*. Es preciso prestar atención a que se pueden obtener valores que se diferencian hasta en casi 4°C, tanto en las máximas como en las mínimas:

Tabla 5 y Gráfico 3. Promedios de las temperaturas máximas ajustadas con el índice de *Wind Chill*

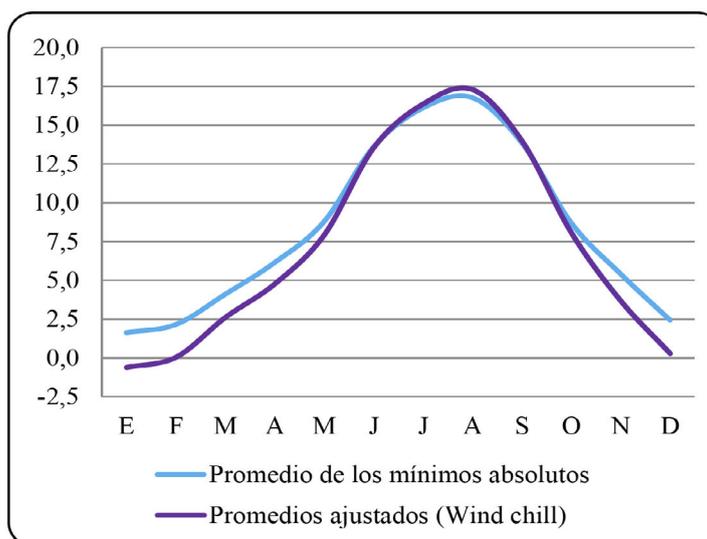
	\bar{x}	Viento	T° máx. (Wind chill)
E	21,317	7,36	22,352
F	23,03	7,2	24,363
M	26,297	6,27	28,198
A	28,45	6,94	30,68
M	30,503	6,6	33,058
J	35,623	6,29	38,957
J	38,75	6,83	42,635
A	38,733	5,81	42,477
S	35,007	5,68	38,191
O	30,563	5,71	33,104
N	25,463	7,79	27,176
D	21,95	7,48	23,083



Fuente: Estación meteorológica (IFAPA-Churriana).

Tabla 6 y Gráfico 4. Promedios de las temperaturas mínimas ajustadas con el índice de *Wind Chill*

	\bar{x}	Viento	T° mín. (Wind chill)
E	1,6	7,4	-0,6
F	2,2	7,2	0
M	4,1	6,3	2,6
A	6,2	6,9	4,8
M	8,8	6,6	7,9
J	13,6	6,3	13,5
J	16,1	6,8	16,4
A	16,8	5,8	17,3
S	13,9	5,7	14
O	8,7	5,7	8,1
N	5,4	7,8	3,7
D	2,4	7,5	0,3



Fuente: Estación meteorológica (IFAPA-Churriana).

2 Fuente: www.nws.noaa.gov

Cuando se aplica este índice, se puede ver cómo cuanto más elevadas o reducidas sean las temperaturas, más se extreman en sus valores, difiriendo bastante en sus valores iniciales. Por el contrario, en los datos intermedios son más parecidas las cifras, ya que también coinciden con los momentos de menos intensidad del viento. Cabe destacar que los valores más peligrosos para el cultivo del mango en el área de estudio serían los de las mínimas de diciembre a febrero, que llegan a bajar hasta los 0°C, ya que es en los meses de otoño e invierno cuando la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* es activa y genera la necrosis apical en el mango.

Incluso, serían peligrosos los valores de julio y agosto (superiores a 42°C), si persistieran durante varios días, pudiendo quemar la cobertura foliar. Por último, si además se tienen en cuenta los valores alcanzados en los mínimos y máximos históricos en días concretos de la serie (-4° y 46°C), estas cifras todavía serían mucho más definitivas para la no introducción de un cultivo tropical como éste, ya que con toda seguridad destruiría la plantación de ese año.

4.5. Cálculo de gradientes y mapas termométricos de las máximas y mínimas absolutas

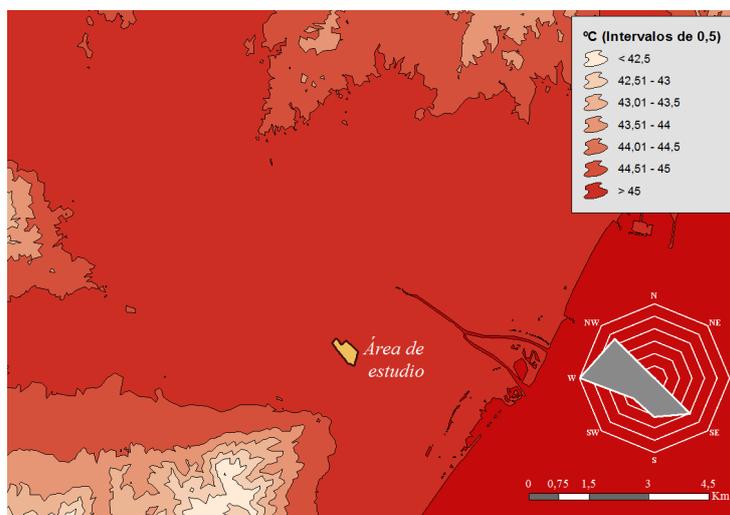
Seguidamente, se muestran los promedios de las temperaturas mínimas y máximas absolutas de los meses más críticos con respecto a los requerimientos que el mango tiene.

Para el cálculo de la variación de los gradientes térmicos a lo largo de una superficie, se precisa el uso de estaciones meteorológicas periféricas que reúnan características climáticas y geomorfológicas parecidas. De esta manera, se puede calcular cómo descienden o ascienden las temperaturas conforme aumenta o decrece la altitud. En el caso que se presenta de la finca con parcelas experimentales de IFAPA-Churriana, las diferencias altitudinales son pequeñas, pero llevados estos cálculos a extensiones más amplias el mapa quedaría muy definido con un gradiente más marcado.

En estas operaciones se han empleado registros estadísticos como la estimación lineal, el cálculo de la intersección y el coeficiente de correlación de los datos (R^2). Las estaciones utilizadas que han permitido obtener la mejor correlación entre temperatura y altitud son las de Casarabonela, Cártama-Fahala, Alozaina, Coín y el Aeropuerto de Málaga.

Durante las operaciones con las diferentes ecuaciones, se comprueba que los valores de máximas absolutas sólo son aplicables desde el Aeropuerto de Málaga hasta la estación meteorológica de Coín, hasta donde se produce un gradiente positivo desde el mar (que refresca en verano y se deja notar su cercanía) hacia el interior, aumentando la temperatura (desde 29'56°C a 0 m.) 0'803°C cada 100 m. de ascenso; pero a partir de Coín (cota 209 m.) el gradiente recupera su descenso natural con la altura. En cambio, el gradiente mostrado con los valores máximos extremos de la serie es acorde con el gradiente medio natural, con un descenso de 0'603°C cada 100 m., a partir de un valor estimado de 45'77°C a 0 m. La aplicación del Wind Chill a estos últimos datos implicaría valores superiores a 45°C en toda la vega baja del Guadalhorce (Figura 2).

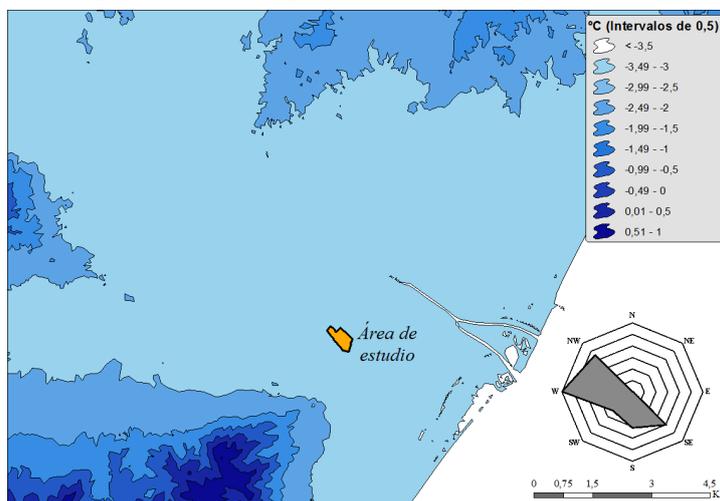
Figuras 2. Mapa de cambio en el gradiente termométrico de las máximas absolutas



Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). MDT05/MDT05-LIDAR. Elaboración propia.

Para las mínimas absolutas no ha sido posible encontrar un gradiente con coeficiente de correlación significativo. Sin embargo, cuando se aplican los valores mínimos extremos de la serie aparece un buen ajuste ($R^2=0,84$) y un gradiente muy parecido al de las máximas absolutas: incremento de $0,8^{\circ}\text{C}$ cada 100 m. a partir de $-3,96^{\circ}$ a 0 m. De nuevo, la aplicación del *Wind Chill* a estos últimos valores implicaría valores inferiores a $-3,5^{\circ}\text{C}$ en toda la vega baja del Guadalhorce (Figura 3).

Figuras 3. Mapa de cambio en el gradiente termométrico de las mínimas absolutas



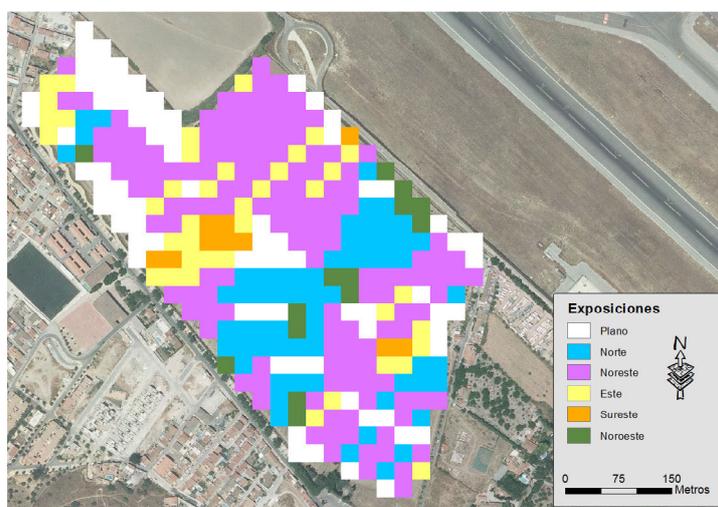
Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). MDT05/MDT05-LIDAR. Elaboración propia.

5. ANÁLISIS ESPACIAL CON SIG DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

A continuación, se procederá al desarrollo de la secuencia metodológica expuesta en el apartado 2 relacionada con la expresión espacial de los datos, exponiéndose una serie de mapas elaborados con el software *ArcMap* y *ArcScene 10.1* de la compañía ESRI, el MDT (modelo digital de elevación terrestre) y la fotografía aérea obtenidas de la zona de descargas del IGN (Instituto Geográfico Nacional, Hojas 1053 y 1067).

El primer paso será entender el condicionamiento geomorfológico que la finca estudiada inflige a las condiciones climáticas anteriormente expuestas y si son potenciadas o no por estas. En primera instancia, se procede a la realización mediante SIG del mapa de exposiciones (Figura 4). De esta manera, a continuación se podrá calibrar la dirección del flujo del viento y la cantidad de superficie de la finca afectada por el descenso o aumento de las temperaturas, mencionados con anterioridad.

Figura 4. Mapa de exposiciones del área de estudio.



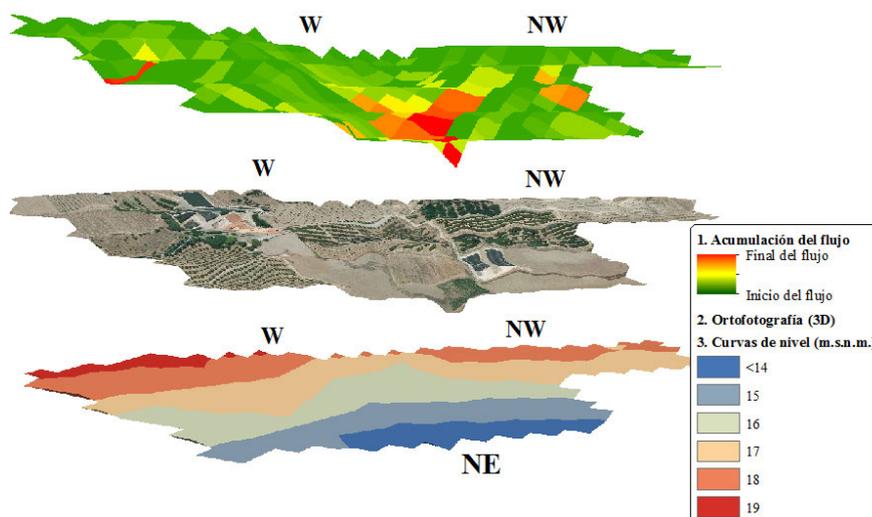
Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). MDT05/MDT05-LIDAR. Elaboración propia.

El mayor porcentaje del área de estudio está orientada hacia el NE, N y E. Estos resultados indican una orientación preferente, lo que conllevaría a que, si al calcular la dirección del flujo de la movilidad teórica que el viento lleva sobre el área de estudio es contraria a esta (perpendicular a la exposición), los riesgos climáticos por descenso y ascenso térmico para el cultivo del mango en la finca se verán multiplicados.

Para el cálculo del flujo, se ha utilizado el mismo procedimiento que si se pretendiera estimar la dirección de un posible cauce y hacia dónde se dirigiría condicionado por la fuerza de la gravedad, con la salvedad de que se implementa como base, además del MDT, el mapa de exposiciones en formato "raster".

En primer lugar, se deben eliminar las imperfecciones del MDT (huecos y posibles sumideros) con la herramienta de tratamiento espacial "Fill" de ArcMap. A continuación, se debe establecer la dirección del flujo teórico que, con las condiciones geomorfológicas del área de estudio (utilizando el mapa de exposiciones de la Figura 3), debería tener el viento "corriente abajo" a través del comando "Flow direction". Por último, se debe determinar la acumulación del flujo de las celdas de la capa "raster" que "fluyen" hacia cada una de las adyacentes, descendiendo sobre la pendiente de la ladera: para esta acción se utiliza la herramienta "Flow Accumulation". El resultado se puede comprobar en la Figura 4, donde el color blanco determina la dirección final del recorrido teórico de la masa de aire y las áreas más afectadas por los riesgos climáticos de las temperaturas y el viento. Como resultado se obtienen unos flujos predominantes W-NE y NW-NE que se representan en la Figura 5:

Figura 5. Mapa de relación entre la dirección del viento (flujo) y las curvas de nivel.



Fuente: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). MDT05/MDT05-LIDAR. Elaboración propia.

De esta manera, el mapa presenta la coincidencia existente entre la dirección del viento predominante de la serie total (NW y W), las masas de aire que afectan con mayor intensidad en el área de estudio (NW) y una exposición a modo de "rampa en cuesta descendente" ante ellos (NE, N y E). Así, como resultado final se puede apreciar cómo los píxeles cartografiados de la capa "raster" de la finca que permanecen en colores distintos al negro serán los más afectados por este riesgo climático térmico. Así, los efectos más intensos en la relación viento-temperaturas tanto para el aumento como el descenso térmico se desarrollarán preferentemente en las direcciones NW-NE y W-NE, mostrando las áreas más problemáticas para el cultivo final del mango.

6. CONCLUSIONES

El medio físico es uno de los factores más importantes a la hora de determinar los sistemas de aprovechamiento que se explotan en el territorio. La conjunción de variables físicas como la geomorfología o las condiciones climáticas están en la razón de ser de la diferenciada especialización productiva de los espacios a lo largo del tiempo y por ende, de su distinta productividad y riqueza (Larrubia y Galacho, 2003). En este caso, se ha podido demostrar cómo, a causa de la temperatura y la conjunción del factor viento, no es viable en un territorio de tradicional vocación citrícola la introducción de un cultivo tropical como el mango, considerándolo solución o alternativa para potenciar de nuevo esta área en crisis económica.

La *necrosis apical* es una patología que afecta a esta especie vegetal cuando las temperaturas descienden de un mínimo soportado por esta. De este modo, se puede añadir también la influencia de las precipitaciones y la humedad ambiental, ya que aunque no han sido consideradas en este modelo matemático o en el análisis espacial, sí que se indica su relevancia como motivo importante para complementar estudios posteriores. No obstante, también se deben tener en cuenta o mencionar otras causas de propagación de la bacteria, además de las aéreas, estudiadas por el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) como la malformación del mango (como una de las enfermedades más graves que afecta, principalmente, a las plantas del vivero adultas) o a través de las púas de injerto.

Pese a que las medias de la Comarca del valle del Guadalhorce no muestren posibles riesgos térmicos, gracias al uso y tratamiento de los datos agroclimáticos pueden revelarse resultados que los promedios suelen ocultar: valores absolutos peligrosos para la vegetación. En este caso, el descenso por debajo de los 0°C es probable (con una frecuencia en torno a una vez cada dos años al menos) y suele producirse cuando confluyen viento (sobre todo de componente W y NW) y descensos térmicos (desde diciembre a febrero). Por otra parte, las quemaduras en la cobertura foliar en la época estival también pueden debilitar los árboles tras superar los 42°C, aunque este evento es menos frecuente.

Estos resultados obtenidos gracias a la aplicación del índice de *Wind chill* y a la modelización territorial con SIG, pueden ser aplicados en otras áreas de estudio y para otros cultivos que posean rasgos térmicos metabólicos definidos y conocidos como el mango. Otra ventaja sería la posibilidad de conocer posibles soluciones desde el punto de vista ingenieril o agrícola, si se desea introducir este cultivo pese a la anterior demostración. En primer lugar, una posibilidad podría ser el uso de mantas térmicas que cubran los árboles en las épocas de máximo riesgo térmico en el descenso o aumento de las temperaturas; por otra parte, la introducción o reutilización de cultivos bajo plástico en invernaderos, pues los más antiguos y en desuso de las cosechas de hortalizas son muy numerosos desde la costa oriental hasta el valle del Guadalhorce en los últimos años; o, también, la introducción de cortavientos (naturales o artificiales) posicionados en lugares concretos de la finca según el mapa de flujos (Figura 4), que evitara que la dinámica del viento repartiera por toda la finca los efectos perjudiciales calculados por el índice de *Wind chill*, teniendo en cuenta no generar sombras que resten horas de sol a los árboles cultivados.

Otras medidas también llevadas por el CSIC³ en relación a cultivos tropicales en la provincia de Málaga son también los sistemas de tratamiento químico de las plantas como son el caldo bordelés que contiene cobre y se utilizaba para tratar las viñas en Burdeos o el gel de sílice. Estos dos tratamientos se están aplicando actualmente en los cultivos de mango logrando excelentes resultados frente al hongo *Pseudomonas syringae*.

Por último, resaltar que la metodología planteada ha cumplido también los propósitos que un estudio de carácter agroclimático debe tener, según lo formulado por Hernández Navarro (1993), ya que se han abarcado las siguientes vertientes:

- Vertiente investigadora: profundizar en el conocimiento de las relaciones que existen entre clima y actividad agrícola, tanto sobre cultivos como métodos y técnicas utilizadas.
- Vertiente aplicada: proporcionar bases científicas necesarias para optimizar la toma de decisiones en la planificación agrícola para agricultores (corto-medio plazo) y organismos (medio-largo plazo).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía) por facilitar los datos de la estación agroclimática instalada en la pedanía de Churriana (Málaga), además de los diferentes datos de la finca y sus parcelas experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO SARRÍA, F.; GOMARIZ CASTILLO y CÁNOVAS GARCÍA, F. (2010): "Análisis temporal de los cambios de usos del suelo en la cuenca del Segura mediante teledetección. Implicaciones sobre la degradación". En *Rev. C. & G.*, 24 (3-4): 73-88.
- ARNOLD, J.H.; POTTER K.N.; KING, K.W.; ALLEN, P.M.; (2005): "Estimation of soil cracking and the effect on surface runoff in a Texas Blackland Prairie watershed". En *Hydrological Processes*, 19: 589-603.

3 Fuente: www.ihsm.uma-csic.es

- BAILEY RG. (1998). *Ecoregions: The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents*. Springer, New York; 176 pp.
- BIELZA DE ORY, V. (1999): "Desarrollo sostenible, turismo rural y parques culturales". En *Cuadernos Inv. Geográfica*, Logroño, 25: 125-137.
- CEOTMA (1984): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, serie: Manuales, 572 pp.
- CERDÁ, A.; BODÍ, M.B. y HEVILLA-CUCARELLA, E.B. (2007): "Erosión del suelo en plantaciones de cítricos en laderas. Valle del Riu Canyoles, Valencia". En *Agroecología*, 2: 85-91.
- DELGADO PEÑA, J.J. (1999): "Aproximación climática y bioclimática de la cuenca alta del Río Grande (Arroyo Zarzalones, Yunquera)". *Baetica* (Estudios de Arte, Geografía e Historia), 21: 77-99.
- DI LUZIO, M.; SRINIVASAN, R., y ARNOLD, J.G. (2003): "A GIS-Coupled Hydrological Model System for the Watershed Assessment of agricultural non-point and point sources of pollution". En *Transactions in GIS*, 8 (1): 113-136.
- DURÁN ZUAZO, V.H.; FRANCIA MARTÍNEZ, J.R.; GARCÍA TEJERO, I.; ARROYO PANADERO, L. y MARTÍNEZ RAYA, A. (2012): "Mitigación de la erosión de suelos en plantaciones de almendro por cubiertas vegetales: implicaciones para la agricultura sostenible de montaña (SE España)". En *Comunicata Scientiae*, 3(2): 123-129.
- GABARRÓN GALEOTE, M.A. (2012): La vegetación como reguladora del recurso hídrico en ambiente mediterráneo. Tesis Doctoral. Directores: Ruiz Sinoga, J.D. y Quesada Felice, M.A. Universidad de Málaga, 332 pp.
- GALÁN SAÚCO, V. (2009a): *Physiological Disorders*. En LITZ, R. (Ed.): *The Mango, Botany, Production and Uses* (2nd edition). CABI International, 680 pp.
- GALÁN SAÚCO, V. (2009b): *El cultivo del mango* (2nd ed.). Edit. Mundi Prensa. Madrid, 340 pp.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. y LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. (2009): *La erosión del suelo en España*. Sociedad Española de Geomorfología, Madrid. 441 pp.
- GERBIER, N. (1980): "La finalidad de la meteorología agrícola". En *Boletín O.M.M.*, 29 (3): 209-215.
- GONZÁLEZ FERREIRO, D. y BOSQUE SENDRA, J. (2008): "Generación de un mapa de vientos en un SIG". En *Boletín de la A.G.E.*, 47: 51-77.
- HAMLETT, J.M.; MILLER, D.A.; DAY, R.L.; PETERSON, G.W.; BAUMER, G.M. y RUSSO, J. (1992): "Statewide GIS-based ranking of watersheds for agricultural pollution prevention". En *Journal of Soil and Water Conservation*, 47 (5): 399-404.
- HERNÁNDEZ-LAGUNA, E.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; ALONSO SARRÍA, F.; CONESA GARCÍA, C. y ÁLVAREZ ROGEL, Y. (2004): "La huella ecológica del cultivo del olivo en España y su aplicabilidad como indicador de agricultura sostenible". *Papeles de Geografía*, 39: 141-155
- HERNÁNDEZ NAVARRO, M^a.L. (1993): "La agroclimatología, instrumento de planificación agrícola". En *Geographicalia*, 30: 213-228.
- HERNÁNDEZ SANTANA, J.R.; LÓPEZ MIGUEL, C.; MÉNDEZ LINARES A.P. y BOLLO MANENT, M. (2010): "Intensidad geomórfica del relieve noroeste del estado de Chiapas, México: un enfoque para la planeación territorial". En *Rev. C. & G.*, 24 (1-2): 79-98.
- KOSMAS, C.; DANALATOS, N.; CAMMERAAT, L.H.; CHABART, M. y DIAMANTOPOULOS, J. (1997): "The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions". En *Rev. Catena*, 29: 45-59.
- KOSMAS, C.; DANALATOS, N.G.; LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. y ROMERO-DÍAZ, M.A. (2002): "The effect of Land Use and Soil Erosion and Land Degradation under Mediterranean Conditions". En GEESON, N.A.; BRANDT, D.J. y THORNES, J.B.: *Mediterranean Desertification. A mosaic of processes and responses*. J. Wiley y Sons, Chichester, 57-70.
- LABRADOR, J., SICILIA, A. y TORREJÓN, A. (2009): "Agroecología, sostenibilidad y mediterraneidad". *Agroecología*, 4: 97-110.
- LADO M., BEN-HUR M. y SHAINBERG I. (2004): "Soil wetting and texture effects on aggregate stability, seal formation, and erosion". *Soil Science Society of America Journal*, 68: 1.992-1.999.
- LANT, C.L.; KRAFT, E.S.; BEAULIEU, J.; BENNET, D.; LOFTUS, T. y NICKLOW, J. (2005): "Using GIS-based ecological-economic modeling to evaluate policies affecting agriculture watersheds". En *Ecological Economics*, 55 (4): 467-484.

- LARRUBIA, R. y GALACHO, F.B. (2003): "El sector agroalimentario malagueño ante el proceso de globalización: Oportunidades, deficiencias y retos". *Baetica* (Estudios de Arte, Geografía e Historia), Univ. de Málaga, 25:159-189.
- LÓPEZ-BERMÚDEZ, F.; ROMERO-DÍAZ, A. y MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. (1998): "Vegetation and soil erosion under a semiarid Mediterranean climate: a case study from Murcia (Spain)". En *Rev. Geomorphology*, 24: 51-58.
- LORCA, A. y ESCRIBANO, G. (1997): "Goeconomía y geopolítica mediterráneas". Información Comercial Española (ICE), en *Revista de economía*, 759: 9-17.
- MARCOS VALIENTE, O. (2001): "Sequía: Definiciones, tipologías y métodos de cuantificación". *Investigaciones Geográficas*, Univ. de Alicante, 26: 59-80.
- PANDEY, A.; CHOWDARY, V.M., y MAL, B.C. (2007): "Identification of critical erosion prone areas in the small agriculture watershed using USLE, GIS and remote sensing". En *Water Resource Management*, 21: 729-746.
- PÉREZ DE LOS COBOS, P.; CARAZO, J.I. y PADILLA, F. (2003): "Agroclimatic Information System for Irrigation Areas". En 3rd International Conference on experiences with automatic weather stations. Torremolinos (Málaga).
- PUIGDEFÁBREGAS, J. (1998): "Variabilidad climática y sus consecuencias sobre los sistemas agrarios". En JIMÉNEZ DÍAZ, R. y LAMO DE ESPINOSA, J. (eds). *Agricultura Sostenible*; p. 41-71.
- RODRIGO COMINO, J. (2012): Los suelos de la provincia de Málaga. Revisión en función de la clasificación de FAO-WRB (2006). En Memoria final de licenciatura (tesina). Director: Senciales González, J.M., Universidad de Málaga, 177 pp.
- RUIZ-SINOGA J.D., GARCÍA MARÍN R., MARTÍNEZ MURILLO J.F. y GABARRÓN GALEOTE M.A. (2010): "Precipitation dynamics in southern Spain: trends and cycles". En *International Journal of Climatology*, 31: 2281–2289. DOI: 10.1002, joc.2235.
- RUIZ SINOGA, J.D.; GARCIA-MARIN, R.; GABARRÓN-GALEOTE, M.A. y J.F. MARTINEZ-MURILLO (2011): "Analysis of dry periods along a pluviometric gradient in Mediterranean southern Spain". En Royal Meteorological Society. *Revista International Journal of Climatology*, 32 (10), 1.558-1.571 pp.
- SOIL SURVEY STAFF (2010): *Keys to Soil Taxonomy*. 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- www.nws.noaa.gov/om/Wind_chill/index.shtml
 - www.ihsm.uma-csic.es
 - www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/sigpac
 - www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web
 - <http://centrodedescargas.cnig.es>:
 1. Mosaicos de ortofotos del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea): Hojas 1.053 y 1.067.
 2. MDT05/MDT05-LIDAR: Hojas 1.053 y 1.067.

FACTORES DE VULNERABILIDAD ANTE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LAS PROVINCIAS DE ALICANTE Y VALENCIA

William Hernández Ramos

Licenciado en Geografía por la Universidad de La Laguna (Islas Canarias)
Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales

RESUMEN

Para poder realizar un acercamiento al perjuicio de los incendios forestales en la población se ha de establecer una visión lo más integradora geográficamente hablando. Existen numerosos estudios sobre la naturaleza ecológica de los incendios. La geografía física también ha ahondado en ello en temas relacionados con la climatología. Sin embargo, poco se ha mirado a la vulnerabilidad que generan estos siniestros en la población de dos de las provincias de España con más problemas cada año como son Valencia y Alicante. En el presente estudio se pretende sacar a la luz e interpretar con la mayor objetividad posible los datos de la Conselleria de Governació de la Comunidad Valenciana sobre el origen humano de los incendios forestales. Por otro lado, también se pretende realizar un exhaustivo análisis de algunos documentos legales a nivel estatal y autonómico que tienen que ver con los incendios. Por último, se hará una radiografía de los espacios de riesgo de incendio forestal en las provincias que han sido objeto de estudio.

Palabras clave: Incendios forestales, causas antrópicas, marco legal, espacios de riesgo.

ABSTRACT

Vulnerability factors of forest fires in Alicante and Valencia provinces

To make an approach to the damage of forest fires in the population has to establish a comprehensive view most geographically speaking. There are numerous studies on the ecological nature of the fire . Physical geography has also delved into this in the weather issues . However, little has looked at the vulnerability that generate these claims in the population of two provinces of Spain each year over problems such as Valencia and Alicante. Intended in this study to uncover and interpret as objectively as possible the data of the Department of governorates of the Valencia on the human origin of forest fires. On the other hand, it also aims to conduct a thorough analysis of some legal documents at national and regional level to deal with fires. Finally, take x-rays of the spaces of forest fire risk in the provinces that have been studied.

Key words: Forest fires, human causes, legal framework, risk spaces.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se realizará un análisis en profundidad de las estadísticas de las causas humanas en el inicio de un incendio forestal, así como la evolución desde finales de los años 60. De forma breve se explicará la relación que existe entre la durabilidad de los incendios y su gravedad. Posteriormente en el presente estudio se realizará una valoración de cuatro documentos legales referidos al ámbito de estudio, esto es, las provincias de Alicante y Valencia, haciendo especial hincapié en lo referente a la vulnerabilidad y la exposición ante incendios forestales de las poblaciones de estas dos regiones. Por último, se darán a conocer los resultados obtenidos del estudio llevado a cabo en el que se mostrarán y definirán los núcleos habitados que pueden estar afectados por un eventual incendio forestal.

2. EL FACTOR ANTRÓPICO COMO PRECURSOR DE LA IGNICIÓN

Se puede aseverar, con absoluto rigor que la mayoría de los incendios forestales producidos en las provincias de Alicante y Valencia son de origen antrópico. Esta es la conclusión a la que se puede llegar al

Contacto: willgeografia81@gmail.com

analizar los datos de la Conselleria de Governació. Se incluyen como causas la intencionada propiamente dicha, pero también las negligencias y causas accidentales.

Los datos a analizar van desde el 1 de enero de 1968 hasta el 31 de diciembre de 2010, en dos series de datos que son homogéneas. Se ha realizado una criba en la que sólo se ha escogido aquellos incendios de como mínimo 250 hectáreas de afección. Mientras que en la provincia de se ha cifrado el número de incendios en 129 del total de 6864, en la provincia de Alicante el total es muy parecido, 128 pero de un total de 4.878 incendios.

Por este motivo se ha utilizado un valor porcentual para poder equiparar y diferenciar mejor las causas antrópicas. Según esta base de datos, los incendios causados por el hombre no tienen la misma importancia entre las dos provincias, si bien hay una serie de causas que son dominantes en ambas: las intencionadas. Las causas intencionadas dominan en ambos territorios. En Valencia en 42 años los pirómanos han causado 78 siniestros, mientras que en Alicante han sido 91 incendios, sin embargo, su porcentaje no es el mismo. Para la provincia capitalina la intencionalidad ha supuesto un 60,5%, claramente inferior en comparación con la provincia alicantina, que alcanza el 71,1%.

El segundo motivo antrópico de ignición difiere para ambas provincias. Las negligencias, según los datos de la Conselleria, son la segunda causa con un 10,1% en Valencia. La segunda razón en la provincia de Alicante son los fumadores, con un 7%. La tercera causa antrópica, que es la quema agrícola, supone un porcentaje bastante bajo en ambas provincias, un 9,3% en Valencia y un 6,3% en Alicante.

Sorprendente este último porcentaje, pues por la masa agrícola aún activa en ambas provincias lo lógico sería pensar que las quemas agrícolas tuvieran mayor peso específico en las estadísticas del inicio de los incendios forestales. La explicación está en la aplicación de las leyes y los planes que establecen cómo y cuándo se han de realizar dichas quemas agrícolas. Como es lógico pensar, las quemas agrícolas no se pueden realizar en épocas de mucho calor, con alertas meteorológicas de tiempo adverso. En este sentido la Comunidad Autónoma establece bien los tiempos en que hay que realizar las quemas agrícolas, lo cual explica el bajo porcentaje.

Figura 1. Gráfico de las causas antrópicas de ignición de incendios forestales de más de 250 has. en Valencia (1968-2010).

Causas antrópicas de ignición de los incendios forestales de más de 250 has. en Valencia (1968-2010)



Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

En Valencia otras causas menores son los fumadores con un 6% del total. Y no es causa precisamente baladí, ya que por este motivo han ardido en Valencia miles de hectáreas. El peor de los incendios por este motivo comenzó el 5 de julio de 1994 en Requena, en la que ardieron 24.064 hectáreas de superficie forestal arbolada más 705,9 hectáreas de superficie no forestal. La quema de basuras suponen un 4%. En ocasiones la quema de basuras ha resultado fatal. Prueba de ello fue el grave evento de Sot de Chera del año 1.992 que calcinó una superficie de 1.072,60 hectáreas o incluso por esta misma causa resultó ser peor el de Fontanars dels Alforins en el Vall d'Albaida con 18.417,30 hectáreas.

Figura 2. Gráfico de las causas antrópicas de ignición de incendios forestales de más de 250 has. en Alicante (1968-2010).



En Alicante las causas secundarias no son las mismas. Además de las tres principales causas que ya se han nombrado con anterioridad, las negligencias han supuesto un 6% del total de los 128 incendios que se han tomado como referencia. Las hogueras son una causa antrópica y además propias de la idiosincrásica de la región valenciana. Las fiestas que anualmente se celebran en ambas provincias pueden llegar a provocar no sólo un sinnúmero de conatos, sino que, cuando el control se escapa, llegan los incendios de gravedad. Esto ha sucedido en dos ocasiones en Alicante. El mayor desastre por las hogueras sucedió el 12 de octubre de 1980 donde ardieron 950 hectáreas. Nueve años antes, esto es, en 1971, en pleno mes de agosto debido a las hogueras se calcinaron 480 hectáreas de monte. El 4% de todos los incendios escogidos han sido por la quema de basuras, algo que en algún momento ha sido un auténtico desastre, como así ocurrió en Alcoy el 6 de julio de 1994, donde ardieron 2.224,70 hectáreas de terreno forestal más 285,20 hectáreas de suelo no forestal. Queda demostrado así que incluso las causas menos relevantes porcentualmente pueden provocar grandes incendios y, por tanto, importantes desastres. Un ejemplo fue el del pasado año 2012 en Torremenzanas en el que, por la combustión del motor de un vehículo, ardieron 600 hectáreas y perdieron la vida dos operarios que estaban en el trabajo de extinción del incendio.

2.1. Evolución de las causas

Tras analizar los datos de las causas de la Conselleria se ha establecido división en intervalos quinquenales desde 1.968 hasta 2.010 para ambas provincias. En los dos territorios la intencionalidad es la causa predominante en casi todos los intervalos. En Alicante, desde el intervalo 1976-1980 hasta 1991-1995 este motivo domina, ya que supera ampliamente el 70% de todos los siniestros en este período de tiempo. En el caso del intervalo 1981-1985 los trece incendios de más de 250 hectáreas fueron por causas intencionadas, es decir, el 100% de los mismos.

Tabla 1. Causas de incendios forestales de más de 250 has en Valencia.

Evolución de las causas de los incendios de más de 250 has. en la provincia de Valencia (1968-2010)				
	Intencionado	Negligencias	Quema agrícola	Fumadores
1968-1970	0,0	42,9	28,6	0,0
1971-1975	69,2	11,5	0,0	15,4
1976-1980	52,9	0,0	23,5	0,0
1981-1985	60,0	0,0	20,0	0,0
1986-1990	60,0	0,0	0,0	0,0

1991-1995	63,4	14,6	0,0	0,0
1996-2000	50,0	12,5	12,5	12,5
2000-2005	75,0	0,0	0,0	0,0
2005-2010	85,7	0,0	0,0	0,0

Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

Es en la provincia alicantina esta causa ha ido en aumento desde 1976 hasta el quinquenio 1995. A partir de mediados de los 90 la intencionalidad comienza a disminuir y, aunque sigue siendo el principal motivo de la ignición de los incendios, su porcentaje comienza a descender. En Valencia, si bien la intencionalidad sigue siendo la mayor causa de comienzo del incendio, el porcentaje no es tan alto como en la provincia alicantina. A diferencia de Alicante, la intencionalidad ha aumentado en los dos últimos intervalos, suponiendo un 75% y un 85,7% para los quinquenios 2000-2001 y 2005-2010, respectivamente.

Tabla 2. Causas de incendios forestales de más de 250 has en Alicante.

Evolución de las causas de los incendios de más de 250 has en la provincia de Alicante (1968-2010)				
	Intencionado	Negligencias	Quema agrícola	Fumadores
1968-1970	13,3	6,7	40,0	13,3
1971-1975	44,4	11,1	0,0	0,0
1976-1980	87,5	2,5	2,5	2,5
1981-1985	100,0	0,0	0,0	0,0
1986-1990	90,9	0,0	9,1	0,0
1991-1995	73,9	0,0	0,0	0,0
1996-2000	57,1	14,3	0,0	28,6
2000-2005	66,7	0,0	0,0	16,7
2005-2010	50,0	25,0	0,0	0,0

Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

En síntesis, la causa antrópica principal es la intencionada, esto es, los pirómanos. En Alicante en gran parte del período analizado ha sido este motivo exclusivamente, y en los últimos lustros esta causa ha ido disminuyendo, no así en Valencia, donde la intencionalidad no sólo no ha disminuido, sino que además este porcentaje se ha visto incrementado.

2.1.1. Origen desconocido

En los casos en los que el inicio del incendio no se ha logrado saber, perfectamente pueden descansar en un origen antrópico (negligencia no sabida, intencionado, quemadas agrícolas, etcétera), de ahí que en el presente estudio se haya establecido un apartado para el análisis de las cifras que maneja la Conselleria de Governació. En toda la serie estudiada, teniendo en cuenta aquellos siniestros de más de 250 hectáreas, en la provincia de Valencia ha habido un mayor número de incendios con causas no sabidas, 103 en territorio capitalino por 62 de la provincia de Alicante. Su evolución cronológica es bastante significativa. En ambas provincias, según las cifras del ente Autonómico, desde el año 1996 hasta el año 2010 no ha habido una ignición del fuego que no se haya atribuido a alguna causa concreta. Por el contrario, antes de 1996 siempre hubo algún incendio con origen desconocido, aunque se observa que entre 1976 y 1980 hay un máximo en las dos provincias, algo que en el caso valenciano se prolonga hasta el año 1985. Se trata, pues de un período en el que, bien por falta de una debida investigación, por desdén o por dificultades en las pesquisas, no se pudo hallar la causa. Esta estadística se explica a partir de la creación en el año 1994 del Grupo de Investigación de causas de Incendios perteneciente a la Conselleria. Según el organismo autonómico este grupo ha sido el encargado de llevar las pesquisas para esclarecer las causas de la ignición de los incendios forestales, de ahí el drástico descenso desde el período 1991-1995. En los últimos tres lustros no ha habido un incendio de la extensión analizada en la que no se haya encontrado una causa de su comienzo.

Tabla 3. Incendios con origen desconocido en las provincias de Alicante y Valencia (1968-2010).

Incendios con origen desconocido		
	Valencia	Alicante
1968-1970	7	11
1971-1975	8	8
1976-1980	36	21
1981-1985	37	11
1986-1990	10	6
1991-1995	5	5
1996-2000	0	0
2000-2005	0	0
2005-2010	0	0
TOTAL	103	62

Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

2.2. Duración del incendio

Una de las características de los incendios tiene que ver con su duración desde que se detectan hasta que se extinguen. En general, la mayor parte de los incendios desde 1968 hasta 2010 no duran más de tres horas, aunque aquí conviene realizar una serie de matizaciones importantes.

Tabla 4. Duración de los incendios en Alicante y Valencia (1968-2010).

Duración (Horas)	Sinistros		Superficie Forestal en has.	% Sup. Forestal
	Núm.	%		
Sin datos	1,00	0,02	0,05	0,00
<1	1.018,00	7,84	160,68	0,03
>=1 - <3	5.843,00	45,02	5.631,09	1,21
>=3 - <6	3.046,00	23,47	15.098,30	3,25
>=6 - <12	1.356,00	10,45	17.558,22	3,78
>=12 - <24	1.019,00	7,85	45.085,27	9,69
>=24 - <48	504,00	3,88	87.103,07	18,73
>=48 - <72	112,00	0,86	63.676,79	13,69
>=72 - <96	39,00	0,30	53.210,96	11,44
>=96	41,00	0,32	177.572,33	38,18
TOTALES	12.979	100,01	465.096,76	100,00

Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

Según la Conselleria de Governació, desde finales de los 70, se han producido 1.018 incendios de menos de una hora de duración, que vendrían a ser conatos, que suponen un 5,17 % del total. No obstante, la superficie quemada es apenas significativa debido a que, como decíamos, han sido pequeños conatos. El número de incendios con duración de entre 1 y 3 horas aumenta hasta los 5.843, la mitad de todos los incendios, sin embargo, la superficie forestal es escasa, ya que supone un 1,2% del total de la biomasa afectada en los 32 años de estadística. A medida que la duración del incendio aumenta, como es obvio, la superficie quemada también se incrementa. Esto se debe a las dificultades para controlarlo. El dato horario nos revela la gravedad del incendio y sus dificultades para extinguirlo. Entre 24 y 48 hubo una afección de 87.103,07 hectáreas, que supone el 18,7% del total forestal quemado. En la Comunidad Valenciana, en 32 años, se han producido 41 incendios de más de 96 horas que han quemado 177.572,3 hectáreas, que significa que casi una cuarta parte del total de superficie afectada se ha debido a estos

duraderos incendios. Esto demuestra que a mayor duración del incendio, más afección a terreno forestal. Además podemos concluir que incluso las causas de ignición porcentualmente insignificantes pueden ocasionar siniestros realmente importantes. Queda claro que existe una gran cantidad de datos sin analizar o causas sin saber que podrían ayudar a intensificar su estudio. En los últimos años el número de hectáreas que se han quemado ha ido en disminución, las causas prácticamente se polarizan en una o dos, la intencionalidad y las negligencias. El hombre es, desde luego, el principal enemigo en estos siniestros, numérica y porcentualmente. Sin embargo, bien es cierto que ha sido el propio factor antrópico el que ha aumentado la biomasa con respecto a hace un siglo y por tanto hay una interconexión entre aumento de las hectáreas quemadas y el aumento de la biomasa. Aunque en los últimos años esta interrelación parece haber disminuido desde que existen datos estadísticos estos nos dicen que hubo un período crítico, entre la década de los 80 y los 90, en el que las tierras de Valencia y Alicante sufrieron un gran perjuicio de su masa forestal debido a la cantidad de incendios que se sucedieron pero, sobre todo, un gran perjuicio a la masa forestal.

3. MARCO LEGAL DE LOS INCENDIOS FORESTALES

A continuación se han escogido cinco documentos como ejemplo de la planificación y la gestión de los incendios en la Comunidad Valenciana. Se trata de realizar una crítica de cada texto, aportar algo si fuera posible, y destacar todo aquello que tenga que ver con los incendios forestales y los términos referidos a vulnerabilidad, si los hubiere. Los cuatro documentos elegidos son los siguientes: La Ley 43/2003 de 21 de noviembre, de Montes; la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana; Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana; Plan Especial de Protección Civil frente al Riesgo de Incendios Forestales y, por último, el Plan General de Ordenación Forestal.

3.1. Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana

Todo lo que dice la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana (ETE) sobre el riesgo de incendios forestales es testimonial. Para encontrar algo referido a los incendios se ha de ir al tomo 8 de “Riesgos”. Lo primero que se puede ver es un mapa de la superficie forestal quemada en 2009 en territorio nacional que no refleja la historia de estos siniestros. Posteriormente existe un gráfico sobre la “Evolución de la superficie afectada por incendios forestales en la Comunitat Valenciana 1970-2009” (ETE, 2011, Tomo 8, p. 16), que si bien da idea de la realidad, ésta es apenas descrita. La Estrategia Territorial habla de la “Planificación sobre riesgos naturales e inducidos” (ETE, 2011, Tomo 8, p. 26). En este artículo se obliga a la Generalitat a realizar Planes de Acción Territorial (PAT) para los diversos riesgos naturales. Después de muchos años el pasado mes de mayo de 2013 se ha aprobado el Plan de Acción Territorial Forestal (PATFOR). El documento autonómico establece una serie de “medidas correctoras del riesgo” (ETE, 2011, Tomo 8, p. 26) que son meras recomendaciones, que no son de obligado cumplimiento y que no dejan de ser meras vaguedades.

3.2. Ley 3/1993 de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana

Es una de las leyes más importantes, no tanto por la gestión de los incendios, sino por las consideraciones que hace del suelo agroforestal. Se trata, no obstante, de una ley controvertida, en ocasiones ambigua y que pasa por ser una guía de buenas recomendaciones. Se establece como hito cultural de “primera magnitud” la “recuperación de las especies y el mantenimiento de las especies autóctonas”¹. Algunos de los objetivos planteados en esta ley no se cumplen. Por ejemplo, se establece la necesidad de recuperar las especies autóctonas, sin embargo, gran parte del territorio valenciano se ha repoblado “casi exclusivamente” con pino carrasco (*Pinus halepensis*) (Maestre Gil, et al., 2004). En el año 2004 se daba cuenta en Alicante de un “80 % de la superficie forestal arbolada” con esta especie (Maestre Gil, et al., 2004). Aunque se haya supuesto como el valor de la vegetación potencial para esta zona, ésta es monoespecífica y provoca el empobrecimiento del paisaje cultural y ecológico. También se incumple el apartado que habla de la manutención, protección y ampliación de las “cubiertas vegetales del mayor número posible de estratos para contrarrestar el proceso de erosión, regular los flujos hidrológicos (...)”². Uno de los puntos clave versa sobre

1 Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana. Capítulo III, artículo 6.

2 Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana. Capítulo III, artículo 6, ap. C.

la planificación forestal³. Hete aquí que se encuentra una clave de la polémica de esta Ley que en 1993 obligó a la elaboración de un Plan General de Ordenación Forestal (PGOF ó PATFOR), cuya aprobación se realizó en 2004. Este PATFOR, no obstante, provocó una denuncia de “*un particular*” en la sala de lo penal del Tribunal Superior de Justicia de Valencia “*contra el ex conceller Esteban González Pons por un presunto delito de prevaricación*”⁴ tan sólo tres años después de su aprobación. Este mismo año, en 2013, la Conselleria de Territorio sacó un nuevo PATFOR que se analizará con posterioridad.

En el apartado referido a los incendios forestales otorga al ente autonómico la “*planificación y ejecución de las acciones*” en la lucha contra los incendios. Se trata de una forma más de centralización excesiva de una tarea como es la planificación contra los incendios forestales. Si bien es cierto que existen los Planes de Acción Municipal, estos no son una norma generalizada. Esto ya aparece en el tercer apartado de este mismo artículo: “*Las entidades locales con terrenos forestales en su territorio podrán redactar Planes Locales de Prevención de Incendios que serán obligatorios para las situadas en zonas de alto riesgo de incendios forestales, debiendo ser remitidos a la Consejería de Medio Ambiente*”⁵. Este documento habla además de la prohibición de “*quema de rastrojos*” y “*restos para labores agrarias en los terrenos colindantes ó con una proximidad con el monte inferior a 500 metros*”⁶. No obstante, se sabe que este artículo se vulnera por parte de la población de forma sistemática debido a las negligencias que ya contabiliza la propia conselleria en aquellos incendios iniciados por quema de rastrojos o quemas agrícolas.

En otro punto de este mismo artículo menciona la necesidad de repoblar las zonas incendiadas. Se sabe que en algunos puntos de la Comunidad Valenciana estas repoblaciones no han llevado consigo una correcta planificación agroforestal para lograr un equilibrio adecuado. Donde no existe este espacio agroforestal, por el contrario, se ha repoblado pero no se ha gestionado posteriormente, obteniendo como resultado la acumulación de combustible forestal propicio para la ignición en condiciones favorables para ello. De suma importancia en la planificación agroforestal y urbanística resulta otro apartado en el que se arguye que aquellos suelos en los que haya habido incendios forestales no se podrán reclasificar urbanísticamente. Posteriormente apunta que estos mismos terrenos “*no se podrán destinar al pastoreo en los cinco años siguientes; tampoco podrán dedicarse o transformarse en suelos agrícolas hasta transcurridos, al menos, veinte años, ni a actividades extractivas hasta transcurridos diez años, salvo autorización expresa y motivada de la Administración forestal, previo informe del Consejo Forestal*”⁷. Hace dos años esto último fue modificado por Ley autonómica 9/2011 de 26 de diciembre para salvaguardar los intereses del ente autonómico para aclarar que en algunos casos puntuales o de “*carácter singular*” se podrá “*excepcionar la prohibición de cambio de uso forestal, dentro del plazo general de los 30 años, mediante acuerdo justificado*”. Esta Ley es polémica porque le faltó un estudio de *impacto de ambiental*⁸. En 2007 el PATFOR fue denunciado porque dichas estimaciones de impacto eran obligatorias y en su elaboración, y posterior aprobación en 2004 se “*omitió el trámite de evaluación medioambiental previsto en la ley*”⁹.

3.3. Plan Especial frente al Riesgo de Incendios Forestales (PEIF)

El PEIF es el documento más importante en la lucha y gestión contra los incendios forestales. Define su objeto en “*regular la utilización, coordinación y movilización de los medios y recursos de los organismos públicos y privados*” (PEIF, art. 3.1.). De cara a la vulnerabilidad y la exposición son claves los Planes de Autoprotección previstos por el PEIF que habla de las acciones llevadas a cabo cuando se declare una emergencia en “*núcleos de población aislada, urbanizaciones, campings, etc. que se encuentren en zonas de riesgo*” (PEIF, art. 7. La función de los Planes de Autoprotección es la de ayudar con las “*labores de vigilancia y detección previstas*” (PEIF, art. 7.a) en el PEIF, la organización de “*medios humanos y materiales disponibles para la actuación en emergencias por incendios forestales hasta la llegada e intervención de los medios de extinción previstos en este plan y en los planes de ámbito local*” (PEIF, art. 7.b) y, por último,

3 Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana. Título II, Capítulo I.

4 <http://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/3713/juzgado-investiga-consell-prevarico-plan-forestal/366482.html> [Consulta: 20/06/2013]

5 Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana. Capítulo III, De los incendios forestales, artículo 55.

6 Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana. Capítulo III, De los incendios forestales, artículo 57.

7 Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana. Capítulo III, De los incendios forestales, artículo 59.

8 Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana. Capítulo III, De los incendios forestales, artículo 63.

9 SIERRA, J. «El TSJ anula el Plan General Forestal en el que se apoyan decenas de planes urbanísticos», en Adene: Publicación de ecología, [en línea] <<http://www.adene.es/recursos/noticias/tabid/296/articleType/ArticleView/articleId/1933/El-TSJ-anula-el-Plan-General-Forestal-en-el-que-se-apoyan-decenas-de-planes-urbanisticos.aspx>>. [Consulta: 18/06/2013]

“preparar la intervención de ayudas exteriores en caso de emergencia y garantizar la posible evacuación” (PEIF, art. 7.c). En el presente artículo se defiende la correcta gestión y planificación de estos siniestros para ayudar a disminuir la exposición, por tanto la vulnerabilidad de los núcleos poblacionales afectados. En este documento ya se habla de “los parámetros estadísticos” (PEIF, art. 2), que suponen un acercamiento territorial hacia los puntos que históricamente han sido más perjudicados por los incendios. Lo que revela este PEIF y que lo hace muy valioso son las fases de preemergencias y emergencias ante incendios forestales. Se establecen los niveles diarios en función de los datos del Instituto Nacional de Meteorología (AEMET) y el Centro Meteorológico Territorial de Valencia. Por otra parte, el PEIF marca cuatro niveles de emergencias en función de las características locales y naturales de la zona (viento, temperatura, humedad relativa) y la carencia o no de infraestructuras (cortafuegos, red viaria, puntos de agua). El nivel de emergencia cero es definido para pequeños conatos sin importancia. El nivel uno es similar al nivel anterior pero depende de su evolución y de si llega a un núcleo habitado. En el nivel de emergencias se declara cuando se tienen que utilizar los medios previstos en el propio PEIF. El último nivel de emergencia, el tres, es aquel que se declara como de “interés nacional” (PEIF, art. 5.2) en cuyo caso tomaría el mando el Ministerio del Interior. No obstante, nunca se ha dado hasta la fecha ni en la Comunidad Valenciana, ni en ningún lugar de España para incendios forestales.

Se ha realizado un estudio estadístico de las emergencias en Alicante y Valencia. Para lo cual se han escogido los tres meses de verano (junio, julio y agosto) y se han sumado los niveles de preemergencia. Del global de los tres meses estivales se han obtenido estas conclusiones:

- La tendencia del nivel Alto de Preemergencias es claramente favorable a las zonas interiores de Valencia (Zona 3) y Alicante (Zona 5), y testimonial en las zonas costeras.
- Los valores Extremos son muy parecidos a los valores para la Preemergencia Alta, si bien los avisos Extremos son ligeramente superiores en las zonas interiores de Alicante y Valencia pero cobran mucha importancia en las zonas costeras, llegando a duplicar el valor en el caso de la costa de Valencia y a casi a multiplicarse por dos en la costa alicantina.
- Los avisos Extraordinarios son muy parecidos en todas las zonas pero el número de alertas son mucho menores que los dos anteriores.

3.4. Plan de Acción Territorial Forestal

Se aprobó el Decreto 48/2013 de 3 de mayo, por el que sale adelante el Plan de Acción Territorial Forestal (PAT) de la *Comunitat Valenciana*. La Estrategia Territorial Valenciana asegura que el PAT de Incendios Forestales puede ser asumido por el PAT Forestal (PATFOR). La Ley 3/1993 de 9 de diciembre Forestal, en su artículo 20 dice que la Generalitat deberá aprobar este documento. No obstante, esto no se hizo primero hasta 2004, luego, en 2007 se anuló y, finalmente, este año 2013 ha vuelto a aprobarse. Este plan realiza toda una radiografía de las características físicas de la Comunidad Valenciana para centrarse sobre todo en los espacios forestales. Desde que la Ley Forestal vio la luz han pasado 20 años para que la Administración autonómica haya podido realizar o sugerir una solución al problema del abandono agrícola. Por el contrario no sólo no lo ha hecho, sino que se demostrado como un plan perversamente urbanístico después de la anulación previa de este PATFOR en 2007 por el Tribunal Superior de Justicia de Valencia. El colmo del cinismo de este texto se presenta en su objetivo: “*aprovechar el territorio forestal como generador de empleo en el medio rural*” (PATFOR, art. 1.4). El aumento de la masa forestal, unida a la mala gestión-planificación de las políticas integradoras podría ser la clave de la mayor vulnerabilidad pese al mayor abandono en las zonas rurales.

El PATFOR hace un ejercicio de omisión de los datos de los grandes incendios forestales (aquellos de más de 500 hectáreas de afcción). Asevera que desde 1999 hasta 2010, se han producido “13 grandes incendios” (PATFOR, art. 4.4.1. Sin embargo, la mayor parte de los grandes incendios, cuyas extensiones afectadas han superado con creces las anteriores cifras se produjeron con anterioridad a 1999. Gracias a las propias estadísticas de la *Conselleria de Governació* se ha sabido que entre Valencia y Alicante se han producido entre 1983 y 1999 cincuenta y cuatro grandes incendios. Si la extensión total del PATFOR es de 19.008,17 hectáreas, en el período que se ha estimado (1983-1999) han ardido 222.108,90 hectáreas, es decir, diez veces más la superficie que en el período 1999-2010. De hecho, las 19.008,17 hectáreas del período considerado en el PATFOR apenas suponen un 8,5% del total de la superficie quemada para el período 1983-1998. Se está hablando de incendios de gran magnitud, con extensiones de más de 20.000

hectáreas. Parece claro que la *Conselleria de Territori i Medi Ambient* omitió las estadísticas previas a 1999, que son las más importantes, destacando los grandes siniestros de los años 1993 y 1994.

Tabla 5. Grandes incendios omitidos por el PATFOR en la provincia de Alicante desde 1986 hasta 1994.

Fecha	Lugar	Total forestal	Total no forestal
21/08/1986	Jalón	850,00	0,00
22/08/1986	Vall de Ebo	851,00	0,00
24/07/1990	Vall de Gallinera	900,00	50,00
24/07/1990	Vall de Gallinera	1.100,00	0,00
25/07/1990	Beniarrés	884,00	300,00
25/07/1990	Castella de Castells	6.800,00	0,00
30/07/1991	Lorcha	1.055,00	0,00
18/08/1991	Alcalalí	1.200,00	0,00
29/08/1992	Tárbena	1.760,00	500,00
10/07/1993	Lorcha	575,00	50,00
20/08/1993	Llíber	605,00	0,00
04/07/1994	Agres	845,40	160,80
06/07/1994	Alcoy	2.224,70	285,20
11/08/1994	Denia	820,00	0,00

Fuente. Conselleria de Governació. Elaboración propia.

Tabla 6. Grandes incendios omitidos por el PATFOR en la provincia de Valencia desde 1986 hasta 1994.

Fecha	Lugar	Total forestal	Total no forestal
31/07/1983	Yátova	4.097,00	0,00
10/09/1983	Ontinyent	1.040,00	0,00
21/04/1984	Buñol	545,00	0,00
19/07/1984	Requena	1.100,00	0,00
24/07/1984	Guadassuar	1.100,00	0,00
14/08/1984	Enguera	2.000,00	0,00
15/04/1985	Siete aguas	932,00	0,00
27/07/1985	Tous	18.886,00	0,00
29/07/1985	Enguera	5.100,00	0,00
18/05/1986	Sot de Chera	877,00	0,00
22/07/1986	Otos	538,50	0,00
17/07/1987	Marines	775,00	0,00
03/08/1988	Llombay	538,00	0,00
24/07/1990	Gestalgar	9.990,00	205,00
25/07/1990	Salem	1.040,00	0,00
05/08/1990	Millares	2.600,00	0,00
13/07/1991	Lutxent	3.070,00	0,00
15/07/1991	Rótova	571,00	0,00
28/07/1991	Yátova	15.400,00	2.015,00
30/07/1991	Tavernes de la Valldigna	1.077,00	0,00
30/07/1991	Villalonga	900,00	0,00
31/07/1991	Chiva	3.550,00	104,00
07/08/1991	Ayora	4.950,00	300,00
08/08/1991	La Yesa	930,00	0,00

28/09/1991	Enguera	2.301,00	2,00
30/08/1992	Marines	4.249,00	0,00
30/08/1992	Otra Provincia	1.740,00	0,00
31/08/1992	Sot de Chera	1.072,60	20,00
31/08/1992	Calles	3.302,00	0,00
07/08/1993	Buñol	2.183,00	50,00
07/08/1993	Andilla	2.087,00	0,00
26/08/1993	Dos agua	5.200,00	0,00
26/05/1994	Domeño	2.350,00	0,00
02/06/1994	Loriguilla	2.852,10	110,00
22/06/1994	Calles	5.264,00	84,20
22/06/1994	Calles	5.264,00	84,20
04/07/1994	Millares	25.430,00	500,00
04/07/1994	Fontanars dels Aforins	18.417,30	0,00
05/07/1994	Requena	24.064,00	705,90
31/07/1994	Requena	1.650,00	0,00
10/08/1994	Otra Provincia	1.780,00	200,00

Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

El PATFOR realiza un diagnóstico por comarcas para localizar los emplazamientos que estadísticamente más daños han sufrido por los incendios. Para este documento la comarca de L'Horta, la Ribera Alta y la Ribera Baja son los principales lugares donde han tenido lugar estos siniestros. Al no recabar los incendios previos a 1999 se pierden gran cantidad de datos y esto repercute también en la zonalidad de los mismos. Según los resultados del estudio que se expone en el presente artículo, a partir de los datos estadísticos de la Conselleria de Governació, el Canal de Navarrés ha sido la que en los últimos 27 años más ha sufrido con los incendios forestales, donde han ardido 41.128,5 hectáreas, aunque más de la mitad de estas corresponden al incendio de Millares de julio de 1994. Tras ésta, le sigue la comarca de la Hoya de Buñol, también en Valencia. En esta zona han ardido 38.056 hectáreas. Un alto porcentaje de esta cifra fue debido al incendio de Yátova de julio de 1991, donde ardieron 15.400 hectáreas. Para encontrar una comarca alicantina se ha de ir a la Marina Alta que con 14.050 hectáreas es la comarca más asolada por los incendios forestales en Alicante.

3.4.1. La cartografía del PATFOR

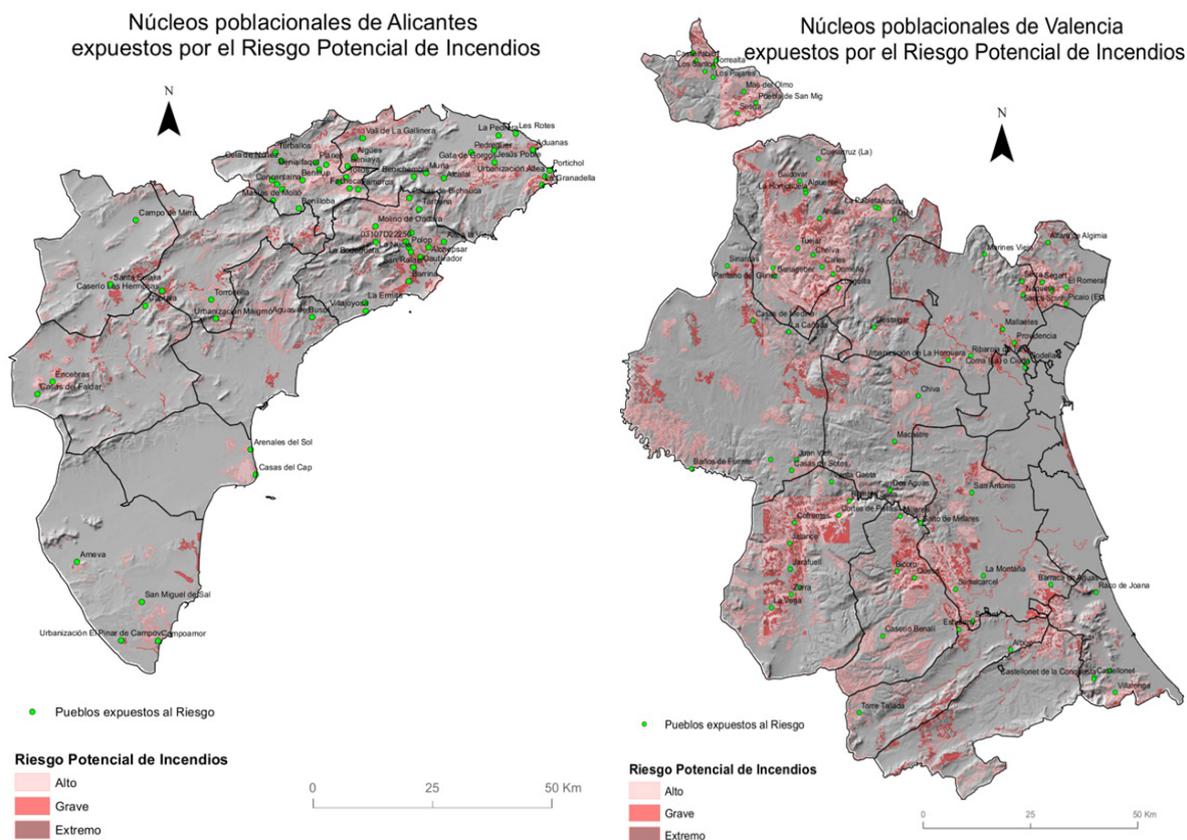
Se ha realizado un estudio de los mapas del mencionado plan al que se le ha superpuesto en todos ellos los núcleos poblacionales que estimamos pertinentes de sufrir mayor afección en las diferentes categorías que se han estudiado.

3.4.2. El riesgo potencial

La Conselleria de Governació define el riesgo potencial de incendio a partir del cálculo del riesgo estadístico (recurrencia) y la peligrosidad. De esta manera define varios estadios de potencialidad de los cuales se ha escogido los tres más importantes: Alto, Grave y Extremo.

En la provincia de Alicante, es la comarca de la Marina Alta la que más entidades de población están condicionadas por el riesgo potencial de incendios (16). Las comarcas de la Marina Baja y Comtat tienen el mismo número de núcleos poblacionales con riesgo potencial (15). Son estas tres comarcas las cuantitativamente más importantes. Pese a ser más grande en extensión, la provincia de Valencia sólo posee cinco pueblos más que Alicante en riesgo potencial de incendios (61 de Alicante por 66 de Valencia). Cerca de la mitad de las entidades de población valencianas se sitúan en tres comarcas: Los Serranos (15), Valle de Cofrentes (9) y Campo de Turia (8). En general existe una mayor homogeneidad en el reparto de los núcleos poblacionales de la provincia de Valencia, aunque a diferencia de Alicante, existen territorios sin exposición poblacional como son los casos de las comarcas de Ribera Baja, Ciudad de Valencia, Huerta Sur y Vall d'Albaida.

Figura 3. Mapas del riesgo potencial de incendios en las provincias de Alicante y Valencia.



Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

Tabla 7. Número de núcleos poblacionales con grados de riesgo potencial de incendio por comarcas en Alicante y Valencia.

COMARCA	Número de núcleos poblacionales con Riesgo Potencia de Incendio			
	Alto	Grave	Extremo	TOTAL
Los Serranos	10	4	1	15
Valle de Cofrentes	7	2	0	9
Campo de Turia	4	1	3	8
Requena-Utiel	6	0	1	7
Canal de Navarrés	3	1	1	5
La Safor	4	0	1	5
Ribera Alta	5	0	0	5
Camp de Morvedre	3	1	1	5
Hoya de Buñol	3	0	0	3
La Costera	2	0	1	2
Huerta Oeste	0	0	1	1
Huerta Norte	0	0	1	1
TOTAL	47	9	11	66

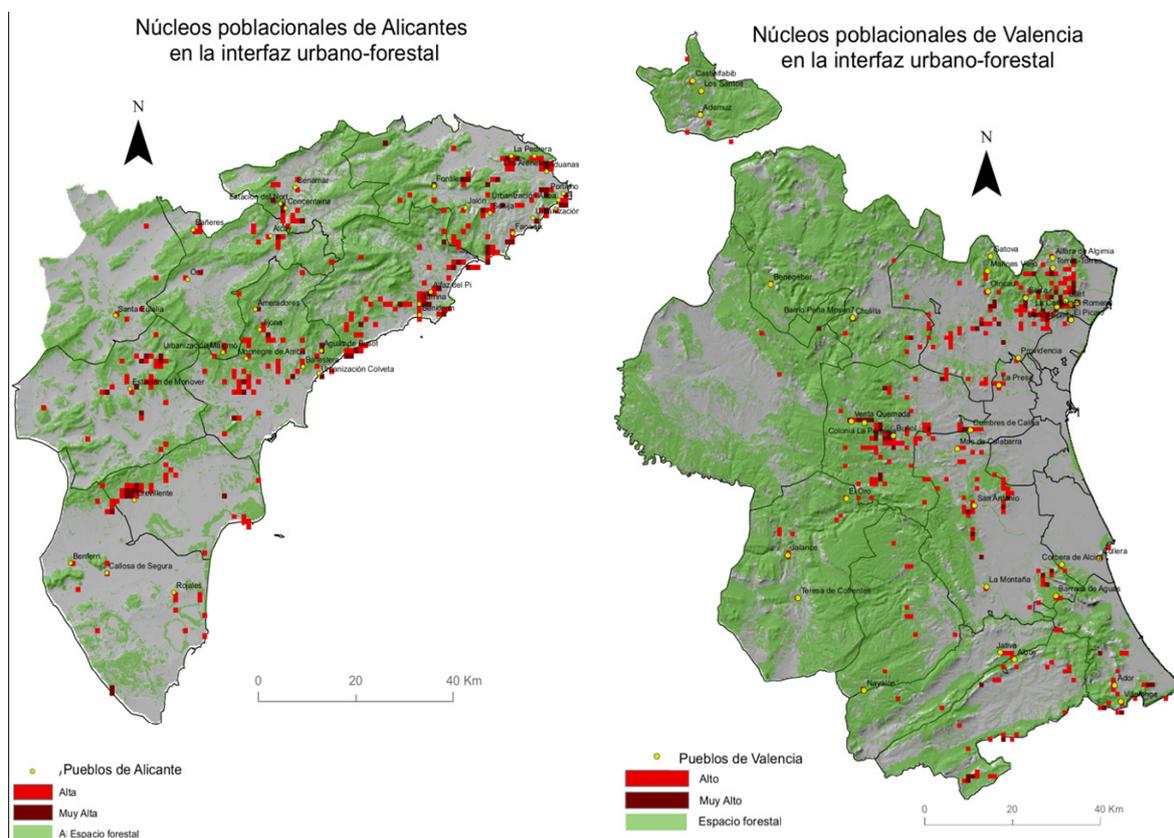
COMARCA	Número de núcleos poblacionales con Riesgo Potencia de Incendio			
	Alto	Grave	Extremo	TOTAL
Marina Alta	12	1	3	16
Comtat	12	3	0	15
Marina Baja	9	5	1	15
Vega Baja del Segura	2	2	0	4
Hoy de Alcoy	2	1	0	3
Vinalopó Medio	3	0	0	3
Alto Vinalopó	1	0	1	2
Bajo Vinalopó	2	0	0	2
Campo de Alicante	1	0	0	1
TOTAL	44	11	6	61

Fuente: Conselleria de Territori y Medi Ambient. Elaboración propia.

3.4.3. La interfaz urbano-forestal

La interfaz urbano-forestal es aquella en donde existen en la misma zona espacio forestal y urbano. Según el PATFOR los espacios forestales son ecosistemas “más vulnerables”. Según esta definición y con los números obtenidos de la Conselleria de Governació, la provincia de Valencia, al tener mayor superficie forestal (746.514,881 Has.) es, por tanto, más vulnerable y con menor capacidad de recuperación que en Alicante (290.366,4055 Has). Entre ambas provincias hay una significativa diferencia de espacio forestal de 456.148,4755 de Valencia con respecto a Alicante. Pese a que en Valencia hay más superficie forestal y las diferencias con respecto a Alicante, el número de entidades poblacionales vinculadas a una interfaz urbano-forestal “Alto” o “Muy Alto” es realmente muy parecido, 40 núcleos de población en Alicante por 39 en la provincia de Valencia. En Alicante hay tres comarcas que tienen la mitad o más de pueblos dentro de esa interfaz urbano-forestal que son Marina Alta, Marina Baja y Comtat. De las 29 entidades poblacionales que tienen categoría de interfaz urbano-forestal “Alta”, más de la mitad (15) están en las tres comarcas ya mencionadas. Por último, ocho de los once núcleos habitados calificados como “Muy Alto” también están en las comarcas señaladas anteriormente. En Valencia el patrón es similar. Hay cuatro comarcas que cuantitativamente ostentan al menos la mitad de todos los pueblos calificados con interfaz “Alta” o “Muy Alta”.

Figura 4. Mapas de grados de interfaz urbano-forestal en las provincias de Alicante y Valencia.



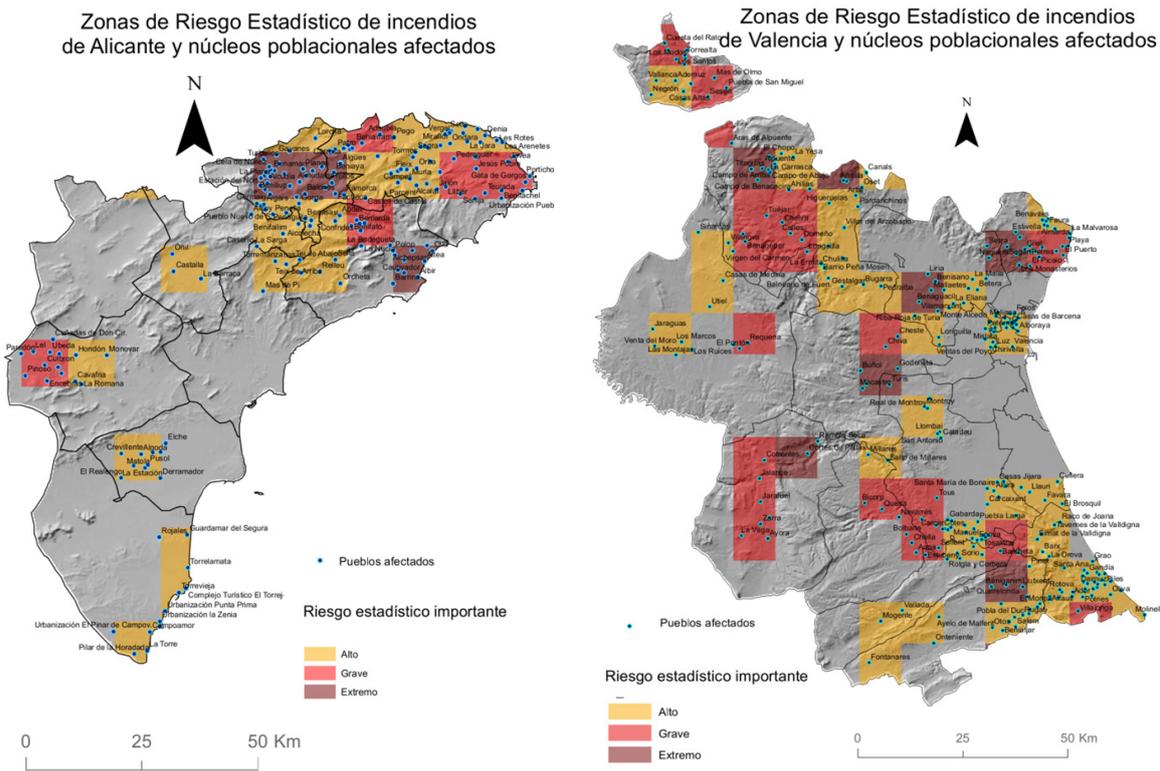
Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

3.4.4. La vulnerabilidad

Quizás dentro de la cartografía que aporta el PATFOR los mapas de vulnerabilidad sean los de mayor valor. Sin embargo, el documento analiza la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales de la Comunidad Autónoma, es decir, sólo ve el punto de vista natural. Este artículo intenta aportar la vertiente antrópica para poder analizar mejor la vulnerabilidad. Se han añadido todas aquellas entidades poblacionales que están en las manchas de dicha vulnerabilidad de ecosistemas forestales para tener la exposición de los

tres grados que expone la Conselleria (riesgo estadístico alto, grave y extremo). Al analizar la frecuencia y las causas, los pueblos serán más vulnerables en función de estas características. En Valencia hay un total de 267 entidades poblacionales afectadas por el riesgo estadístico de incendios forestales. Sin embargo, con riesgo estadístico extremo tan sólo existen un total de 37 repartidos comarcionalmente de la siguiente manera: Los Serranos (11), Campo de Turia (8); Campo de Morvedre (7); Hoya de Buñol (4); Vall d'Albaida (4); Vall de Àyora o Cofrentes (2) y Ribera Alta (1). Muchos menos pueblos o caseríos afectados existen en la provincia de Alicante, con 164. Con riesgo estadístico extremo se han contabilizado 41 núcleos poblados divididos comarcionalmente de la siguiente manera: Comtat (27); Marina Baja (11); Marina Alta (3).

Figura 6. Mapas de niveles de riesgo estadístico en Alicante y Valencia.

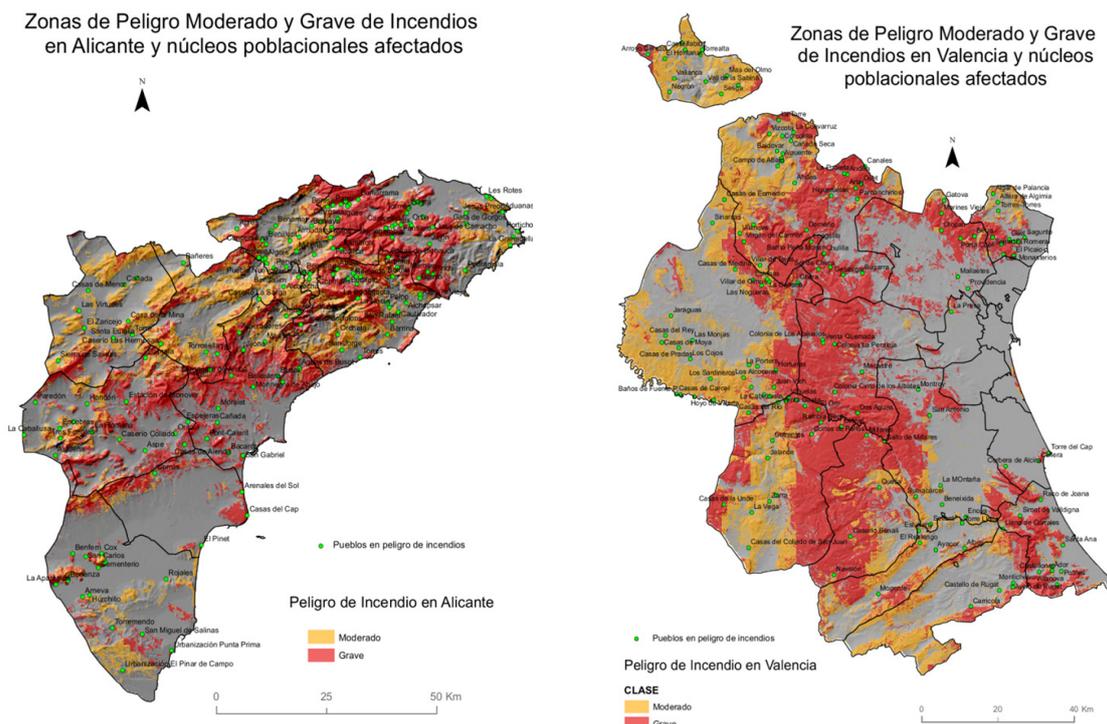


Fuente: Conselleria de Governació. Elaboración propia.

3.4.6. Peligro grave de incendios

Para el peligro de incendio se han superpuesto los núcleos poblacionales con el peligro moderado y grave de incendios. Se ha tenido en cuenta aquellas entidades que están pegadas a la mancha que otorga el peligro como moderado o grave. Los pueblos con peligro grave de incendios en Alicante se sitúan en mayor número en Marina Alta y Marina Baja. La primera comarca engloba a 27 entidades poblacionales con peligro grave. De las catalogadas por el PATFOR como “grave” se sitúan los pueblos en las faldas de sierras Foradada-Almudaina, Carrasca, Penyó y Ferrer. En la comarca de la Marina Baja se han encontrado 10 pueblos con peligro grave. La mayor parte de estos núcleos poblacionales se sitúan en una especie de hoya entre las sierras de Bernia, Aixortá, Serrella, Aitana y Puig Campana, además de en las faldas de esas mismas sierras. Con el tercer mayor número de pueblos en los que se aprecia un peligro de incendios grave está el Condado de Concentaina. En esta comarca existen 6 entidades poblacionales de peligro grave. En este sentido el PATFOR acierta al establecer la Marina Alta como la zona de mayor peligro, no obstante, obvia en todo momento la repercusión humana de los asentamientos y desde luego que no habla en el sentido ampliamente geográfico. Por su parte, en la provincia de Valencia, y como bien apunta el PATFOR, es la comarca de Requena-Utiel la más afectada. La comarca con mayor número de entidades de población con peligro grave de incendios es Los Serranos, con 16; le sigue la comarca de Requena-Utiel con 13 pueblos y por último el Valle de Ayora o Cofrentes con 10 núcleos habitados de carácter grave.

Figura 7. Mapas de peligro grave de incendios en las provincias de Alicante y Valencia.



Fuente: Conselleria de Territori y Medi Ambient. Elaboración propia.

3.5. Ley de Montes

La Ley 43/2003 de 21 de noviembre, de Montes tiene por objetivo “constituirse en un instrumento eficaz para garantizar la conservación de los montes españoles, así como promover su restauración, mejora y racional aprovechamiento apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva”. (BOE, núm. 280 Sábado 22 noviembre, 2003, p. 41442). La coordinación en la extinción de incendios entre administraciones es algo que la Ley de Montes establece. Pese a los desmanes realizados en la Comunidad Valenciana tras realizar el primer PATFOR, que fue llevado al Tribunal Superior de Justicia de la Comunidad Valenciana, esta Ley ya advierte de la imposibilidad de cambiar de usos tras un incendio forestal y así establece la prohibición del “cambio de uso forestal por razón del incendio” (LM, 2003, Exposición de motivos). No obstante, durante años muchos suelos ya quemados han sido transformados en urbanizables y han sido urbanizados, pese a que, como bien establece la ley, deben pasar 30 años para que ese cambio de uso se lleve a efectos. La sombra de la perversidad del cumplimiento de la ley vuelve a toparse con los intereses políticos. El día 2 de agosto de 2013 el ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Miguel Arias Cañete adelantó una posible reforma de esta Ley de Montes para permitir obras de “interés general” tales como hospitales o prisiones. De llevarse a cabo incumpliría precisamente el articulado que dice que han de pasar 30 años para cambiar de uso a un suelo ya quemado. Se trata de un asunto sumamente controvertido pues una “obra social” como la mencionada por el ministro supone un cambio de uso en el planeamiento. Además, si se llevaran a cabo dichas obras, además del edificio público, habría que realizar otras obras igualmente públicas, como vías de acceso o aparcamientos, lo cual cambiaría de forma radical el paisaje forestal y, dicho sea de paso, obraría perniciosamente contra la Ley¹⁰.

4. ESPACIOS DE RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES EN ALICANTE Y VALENCIA

Resulta complicado exponer de forma simplificada una propuesta de riesgo de incendios forestales que pueda afectar a las poblaciones de las provincias de Valencia y Alicante. Lo complejo de esta propuesta es el requerimiento de varios elementos cartográficos que a su vez están compuestos por características cuantitativas y cualitativas. A cada elemento del mapa se le ha dado un valor en función de lo que se ha considerado

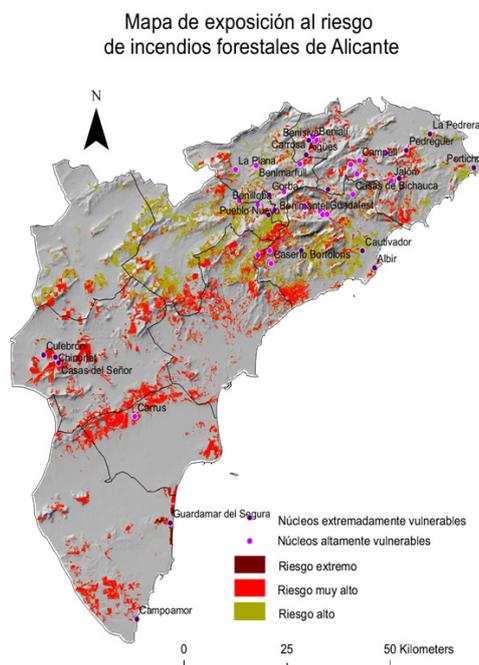
¹⁰ “Arias Cañete abre la puerta a construcciones públicas en montes quemados por incendios”, consulta digital el 2/8/2013 en www.20minutos.es

más importante. Así, el mapa de la interfaz urbano-forestal se le otorga el valor máximo, un cinco, pues es la variable más geográfica. Tiene en cuenta la posición de los núcleos poblacionales en relación con su exposición al riesgo. Al mapa de vulnerabilidad se le otorga el segundo valor más alto, un valor cuatro, pues también tiene en cuenta la exposición al peligro de incendio. Justamente el mapa de peligro grave de incendio le sigue cuantitativamente, valor tres, para lo que se considera que es un valor que mide el peligro de incendio. Los dos últimos valores por este orden son el riesgo potencial, con valor dos; y el riesgo estadístico, con valor uno; pues consideramos que los modelos de combustibles con todas sus variables es lo que premia el riesgo potencial, así como la historia, frecuencia y aleatoriedad en el caso del riesgo estadístico. La unión de todos los mapas juntos dio una serie de variables. En primer lugar se tuvo en cuenta que existe una exposición extrema a todos aquellos núcleos poblacionales en el que las cinco variables son coincidentes. Esta ha sido la metodología a la que se ha recurrido y a continuación se presentarán los resultados de la propuesta.

4.1. Provincia de Alicante

Con una exposición extrema al riesgo de incendios forestales hemos hallado dieciséis núcleos habitados, de los cuáles la mayoría corresponde al norte de la provincia de Alicante. Casi todos ellos se sitúan en las comarcas de la Marina Baja y la Marina Alta. Sin embargo, lo que dice esta disposición poblacional es que, por una parte, son caseríos de poca población, y por otra, que existen algunas entidades que se encuentran muy cerca del mar como es el caso del Albir, muy cerca de Benidorm. Se trata de una urbanización al pie de la Serra Gelada. La urbanización Cautivador también es un núcleo residencial que se encuentra al Este del Puigcampana. Otra urbanización, El Portichol, se encuentra muy cerca del Cap de Sant Martí, Dénia, uno de los puntos más orientales de la provincia alicantina. También llama poderosamente la atención que en el cruce de los cinco elementos que otorgaría una orientación hacia los puntos más expuestos a los incendios, aparecen entidades como una urbanización a pie de playa, Campoamor en el Bajo Segura, quizás porque está rodeado de cierta vegetación. El caso de Guardamar del Segura también está a pie de playa y con vegetación. Sin embargo, las entidades de población realmente importantes y que importan aún más son aquellas que se encuentran en el interior.

Figura 8. Mapa de la exposición al riesgo de incendios forestales en la provincia de Alicante.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), www.ine.es; Ministerio de agricultura y Medio Ambiente, www.magrama.es, Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), www.cnig.es, Conselleria de Governació y Conselleria de Infraestructura, Territorio y Medio Ambiente de la Comunitat Valenciana. Elaboración propia.

Alcalá de la Jovada, en Marina Alta solo posee 128 habitantes. Se trata de un pueblo que es el ejemplo de una gran exposición al riesgo de incendio. Está a unos 600 metros sobre el nivel del mar y está rodeado de sierras. En este punto cohabitan un espacio forestal y agrícola, ergo, un interfaz urbano-forestal.

En Los Serranos hay pueblos con gran población como el caso de Tuéjar, de 1188 habitantes y otros como Pardanchinos que no llegan ni al centenar de personas. Otros, son capitales municipales como son el caso de Andilla y Alpuente, sin embargo, no pasan de ser meros caseríos situados lejos de la ciudad, mal comunicados y con unas condiciones naturales que les otorgan todos los factores geográficos y físicos de vulnerabilidad. El caso de Pardanchinos está entre el Cerro Campiño, de 848 metros y gran arbolado, al oeste tiene la sierra de Los Pinares. Peor es el caso de Casas del Río, de 33 habitantes, en la comarca de Requena. Se trata de una aldea encajada en el valle del río Cabriel, además de muy mal comunicada.

Tabla 9. Pueblos con exposición extrema ante incendios forestales en Valencia.

	Entidad de población	Comarca
Exposición extrema	Puebla de San Miguel	R.ADEMUZ
	Más del Olmo	R.ADEMUZ
	Sesga	R.ADEMUZ
	Mas de Jacinto	R.ADEMUZ
	Negron	R.ADEMUZ
	Alpuente	LOS SERRANOS
	Andilla	LOS SERRANOS
	Quesa	CANAL NAVARRÉS
	Jalance	VALL COFRENTES
	Zarra	VALL COFRENTES
	Sellent	CANAL NAVARRÉS
	La Hortichuela	LOS SERRANOS
	Tuejar	LOS SERRANOS
	El Chopo	LOS SERRANOS
	Pardanchinos	LOS SERRANOS
	Cu art de les vall	CAMP MORVEDRE
	Casas de Medina	REQUENA
	Casas del Río	REQUENA
	Cofrentes	VALL COFRENTES
	Buñol	HOYA DE BUÑOL
	Alborache	HOYA DE BUÑOL
	Favara	RIBERA BAJA
	Sumacárcel	RIBERA ALTA
	Bolbaite	CANAL NAVARRÉS
	Barcehta	LA COSTERA
	Llano de Corrales	VALL D'ALBAIDA
Montichelvo	VALL D'ALBAIDA	
Ador	LA SAFOR	

Fuente: Ministerio de agricultura y Medio Ambiente, www.magrama.es, Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), www.cnig.es, Conselleria de Governació y Conselleria de Infraestructura, Territorio y Medio Ambiente de la Comunitat Valenciana. Elaboración propia.

Por otro lado está el Rincón de Ademuz, que tiene cinco caseríos en zona de riesgo extremo. Se trata de pueblos de muy poca población, ninguno de ellos llega al centenar de habitantes. Son emplazamientos en zonas montañosas y muy vegetadas que les confieren así una gran exposición ante la inminencia de un incendio forestal. El caso de la urbanización Casas de Medina, en la comarca de Requena, es el paradigma perfecto de un espacio residencial en medio de terreno forestal o montañoso, pues se sitúa en las laderas de la Sierra del Negrete. Al este de la provincia, en la comarca del Camp del Morvedre se sitúa Quart de les Valls, que tiene delante de sí una serie de elevaciones y sierras arboladas que actúan como pared infranqueable, y anexo una zona cultivada, en lo que bien podría considerarse una interfaz urbano-forestal. Muchas de las poblaciones que no están en el interior de Valencia están caracterizadas por un cierto peso poblacional, caso de Buñol, con 9.773 habitantes o Favara, en el la comarca de la Ribera Baja, con 2.457. En estos casos el exceso de población en un ámbito agroforestal añade aún más vulnerabilidad si se tuvieran que dar las condiciones para que se produjera una evacuación del núcleo poblacional debida a un incendio forestal. La característica predominante de estos pueblos y caseríos es, en casi todos los casos, la difícil orografía que tienen ante sí, las regulares comunicaciones, la presencia de serranías o montañas de cierta altitud y además la presencia de terreno forestal. La unión de los cinco valores que

generan riesgo nos ha dado como resultado una serie de pueblos que son, muchas veces, ejemplos de los que estamos buscando para intentar actuar y crear soluciones, pero la teoría no nos ha otorgado, como ocurriera en Alicante, resultados homogéneos, sin embargo es una gran aproximación a lo que habíamos buscado, los puntos críticos para la población en el caso de producirse un incendio.

5. CONCLUSIONES

La mayor parte de los incendios forestales hoy día en las dos provincias estudiadas son de origen antrópico. No obstante, la importancia de los incendios no radica en su origen, sino en su durabilidad.

El marco legal que regula la gestión y prevención de los riesgos forestales puede y debe mejorar. Existen leyes polémicas como el Plan de Acción Territorial Forestal, que dejan más sombras que luces. La Estrategia Territorial de la Comunidad Valencia es un ejemplo de inutilidad frente a este riesgo. Otros planes, como el Plan Especial frente al Riesgo de Incendios Forestales, es, quizás, de entre todos, el más firme en el riesgo estudiado.

Los espacios de riesgo de incendio forestal en Alicante y Valencia son diferentes, algo lógico cuando echamos una vista atrás y se ve el estudio geográfico que se ha realizado en este artículo. En Alicante casi todos los puntos de riesgo están en Marina Baja y Marina Alta, esto es, al norte de la provincia. Se trata de caseríos con poca población, con difícil acceso y también cerca del mar. Sin embargo, en Valencia, la mayoría de los espacios de riesgo que se ha establecido están principalmente al norte y sobre todo al interior. Esta es la principal diferencia con la provincia vecina.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

- BARDAJI, M., MOLINA, D. (1999): "Análisis comparativo interregional de los incendios forestales en la España peninsular". Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, Tomo 8, pp. 151-170
- CASTELLÓ COGOLLOS, R. (2001): *Las bases socioeconómicas del postmaterialismo: la sociedad valenciana de finales del siglo XX*. Edic. Tirant lo Blanch, 2001
- CONEJERO MARTÍNEZ, V. (1985): *La agricultura en la provincia de Alicante durante el siglo XIX*. Exma. Diputación provincia de Alicante, 1985
- CHUVIECO SALINERO, E., AGUADO SUÁREZ, I., YEBRA ÁLVAREZ, M., NIETO SOLANA, H., VILAR, L., MARTÍNEZ VEGA, J., PADRÓN PAREDES, D., MARTÍN FERNÁNDEZ, S., SALAS REY, J., GARCÍA ALONSO, M., MARTÍN ISABEL, M. P., VILAR DEL HOYO, L., MARTÍNEZ VEGA, (2008): "Propuesta de un sistema espacialmente explícito para evaluar el peligro de incendios". Serie Geográfica, nº 14, pp. 109-130
- Decreto 163/1998, de 6 de octubre, del Gobierno Valenciano, Plan Especial frente al Riesgo de Incendios Forestales, Revisión 2010.
- Decreto 48/2013 de 3 de mayo de la Comunitat Valenciana, Plan de Acción Territorial.
- Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana, 2011, Tomo 8
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, M. (1997): *Paisajes agrarios y medio ambiente en Alicante. Evolución e impactos medioambientales en los paisajes agrarios alicantinos: 1950-1995*. Universidad de Alicante (Tesis) 1997.
- Ley 3/1993 de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana
- Ley 43/2003 de 21 de noviembre, de Montes.
- MANSANET TEROL, C.M. (1987): *Incendios forestales en Alicante*. Edit. Caja de Ahorros de Alicante, 1987
- MIRA ABAD, A., MORENO SECO, M. (2003): Alicante en el cambio del siglo XIX al XX: secularización y modernidad. Hispa Nova, 3, < http://hispanianova.rediris.es/articulos/03_007.htm>
- ROMERO GONZÁLEZ, J. (1982): "Propiedad Agraria y Sociedad Rural en el País Valenciano y espacios contiguos. Siglos XIX-XX". Tesis doctoral.
- Diario 20 Minutos: 2 de agosto de 2013
- Diario Levante: 7 de noviembre de 2007
- www.ine.es
- www.magrama.gob.es/
- www.cnig.es/
- www.sigpac.mapa.es/fega/visor/

PROCESOS DEMOGRÁFICOS Y URBANOS EN LA TRANSFORMACIÓN ESPACIAL DE LA CIUDAD DE ÁVILA

Luis Carlos Martínez Fernández, Ignacio Molina de la Torre y José María Delgado Urrecho

Departamento de Geografía
Universidad de Valladolid

RESUMEN

La ciudad de Ávila se configura, en la actualidad, como un compacto entramado urbano. Este ha conocido un crecimiento espacial sin precedentes a lo largo de los últimos sesenta años y, particularmente, durante la primera década de los años dos mil, fruto de una vinculación, que no siempre está correspondida, entre la evolución poblacional y el desarrollo residencial. Una ampliación del espacio construido -cuyo soporte estratégico se ha fundamentado, además, en la dialéctica establecida entre el centro y la periferia- dimensionado desorbitadamente por la conjunción de una serie de intereses urbanísticos completamente truncados por el estallido de la crisis. Esta manera de seguir construyendo la ciudad -recogida explícitamente por el planeamiento- parece ser más una utopía que una realidad, a tenor de las proyecciones de población realizadas que atisban un horizonte demográfico a corto y medio plazo nada halagüeño.

Palabras clave: Transformación espacial, dinámica demográfica, estructura urbana, Ávila, proyección de población.

ABSTRACT

Demographic and urban processes in the spatial transformation of the city of Ávila

The city of *Ávila* is configured, currently, as a compact urban structure. This space has seen a unprecedented growth over the last sixty years and, particularly, during the first decade of the new century, which is not always reciprocated between the population evolution and residential development. An extension of the urban space -whose strategic support has also established based on the dialectic between center and periphery- sized exorbitantly by the conjunction of a number of urban interests completely truncated by the economic crisis. This way to continue building the city -which are stated explicitly by urban planning- seems to be more a utopia than a reality, according to population projections that herald a demographic horizon not flattering.

Key words: Spatial transformation, demographic dynamics, urban structure, *Ávila*, population projection.

I. LA ESTRUCTURA URBANA DE ÁVILA Y SU EVOLUCIÓN AL COMPÁS DE LAS DINÁMICAS DEMOGRÁFICAS DE LOS ÚLTIMOS SESENTA AÑOS

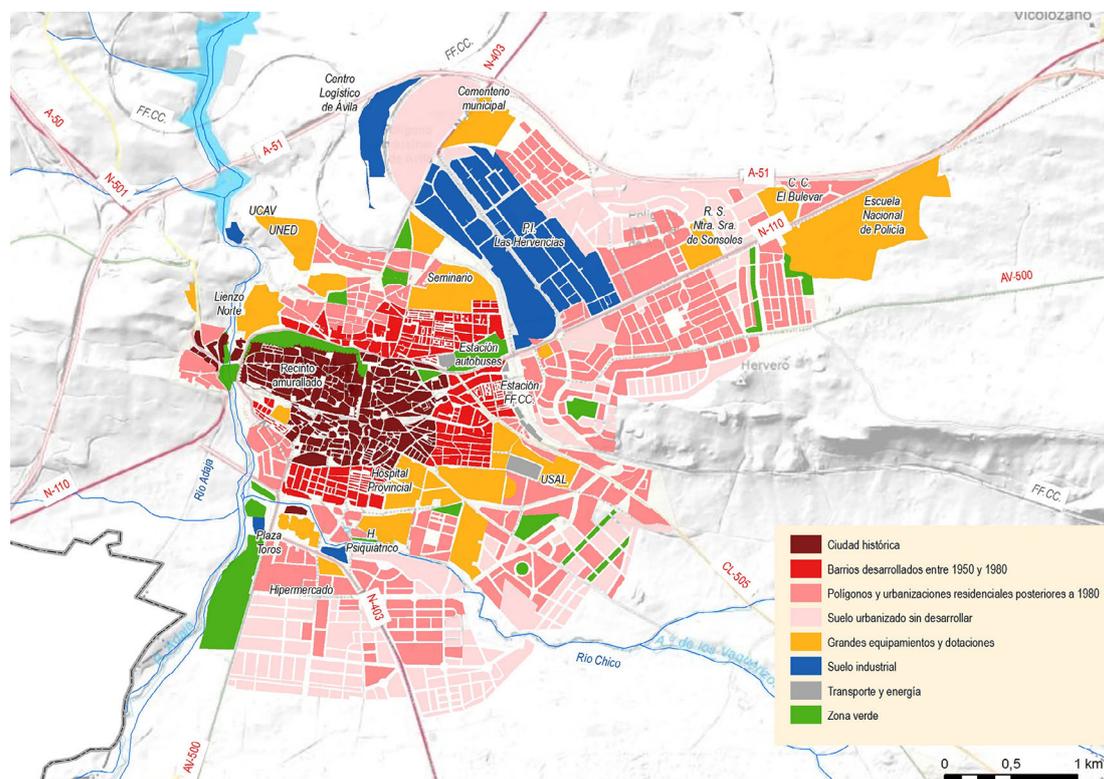
La organización del entramado urbano de Ávila (Figura 1) se define a partir de un “centro” paulatinamente alargado y desplazado hacia el Este¹, que puede ser identificado con la ciudad histórica (Villar, 1982 y 1984). Dentro ella se diferenciaban claramente una serie de espacios más o menos contiguos: el Centro-Intramuros, verdadero elemento original dentro del recinto amurallado, con su casalicio apiñado sobre las abigarradas calles, y una orla completa de arrabales -Cuatro Postes, San Nicolás, Las Vacas, Extramuros- como evidencias de las primeras expansiones, de misma raíz medieval, del tejido construido.

Contacto: Luis Carlos Martínez Fernández: luisca@fyl.uva.es; Ignacio Molina de la Torre: imolina@fyl.uva.es; José María Delgado Urrecho: jose@fyl.uva.es

1 Que se prolonga desde la plaza del Chico (Mercado Chico) a la de Santa Ana a través del nodo del Grande (Mercado Grande), más la rama colateral de la Avenida de Portugal (Villar, 1989: 172).

Atraída por el ferrocarril, la ciudad burguesa apenas se desarrollará por el frente oriental -San Roque-, a favor de los bonancibles condicionamientos topográficos de la superficie de erosión barroqueña. Esta contenida configuración, a lo largo del tiempo, sufrió una gran transformación desde el momento en el que la ciudad comenzó a experimentar un incremento sustancial de la población (Tabla 1). Fue entonces, al comedio del siglo XX, cuando comenzaron las ampliaciones progresivas y la edificación de nuevos terrenos, cada vez más alejados, destinados a satisfacer la creciente demanda residencial (Tabla 2).

Figura 1. Crecimiento y estructura urbana de Ávila.



Si en la ciudad histórica, aquejada intensamente por los procesos de abandono comunes a los centros urbanos españoles, la modificación más sustancial será la ocupación selectiva de los escasos espacios que van quedando libres -huertas conventuales, jardines o corrales privados- y la sustitución, renovación, restauración o rehabilitación en su caso, muy parcial, de las bajas edificaciones precedentes por modernos edificios en altura -mediatizados en lo posible por la restricción de volúmenes y la adaptación a la fisonomía del entorno-, la cuantiosa necesidad habitacional registrada en la capital se resolverá, en una primera fase, hasta bien entrado el decenio de los setenta, con la aparición de los nuevos barrios inmediatos a aquella -y su característica tipología constructiva plurifamiliar en bloques o manzanas abiertas, en alturas de tres y cuatro plantas-

Tabla 1. Evolución de la población residente en el municipio de Ávila entre 1950 y 2013

1950	1960	1970	1981	1991	2001	2011	2012	2013
23.588	28.032	31.534	40.173	45.977	47.967	59.008	58.915	59.258

Fuente: I.N.E.: Censo de Población y Viviendas (hasta 1991) y Padrón Municipal de Habitantes.

De esta forma, prosiguiendo con el sentido natural en el agrandamiento del solar urbano hacia levante, evitando en lo posible el obstáculo fluvial y los pendientes escarpes del mediodía, al mismo tiempo que se preservan las más valoradas panorámicas de las murallas y su perímetro de lienzo y torres, y hasta llegar a las vías del tren, auténticas barreras para la continuación del desarrollo en este sector, irán surgiendo, o completando su incipiente crecimiento previo, dando acomodo a los relevantes aumentos del vecindario de la época (7.946 y 8.639 habitantes entre 1950 y 1970 y de 1970 y 1981, respectivamente) los barrios de San Antonio-Estación y Santo Tomás. Más lentamente será abierto un nuevo sector de expansión

urbana en el Sur -con origen en La Toledana y el mismo Santo Tomás-, ya en el fondo de la fosa tectónica y más allá del arrabal de San Nicolás -muy remozado², que se irá dinamizando hacia el valle del río Chico a medida que se van agotando las posibilidades del avance oriental; y que se erige desde los años ochenta-noventa en la porción urbana que concentra los polígonos residenciales de mayor dinamismo: Valle Amblés-Universidad; soportando en gran medida los incrementos demográficos más notables (7.794 residentes entre 1981 y 2001 y 11.041 más hasta 2011), en una suerte de modernos ensanches de morfología reticular, con elementos residenciales de densidad media en manzana cerrada o bloque, en las proximidades de varios de los principales equipamientos de la capital (Plaza de Toros, Estadio Municipal, Hipermercado, Hospital Provincial, Psiquiátrico, Escuelas Universitaria y Politécnica de la Universidad de Salamanca).

Tabla 2. Número de edificios destinados a vivienda en Ávila por etapa de construcción

Antes de 1950	Años 50	Años 60	Años 70	Años 80	Años 90	Años 2000	TOTAL edificios
1.035	934	621	1.182	928	1.036	2.284	8.020

Fuente: I.N.E. *Censo de Población y Viviendas*.

En el extremo contrario, a septentrión, la evolución constructiva de las dos últimas décadas también ha alcanzado al valle del arroyo de Las Pozas, una suave vaguada en la plataforma estructural, que dilata las piezas heredadas de San Antonio-La Cacharra-Encarnación, y que, encorsetado hacia el Norte por la línea férrea a Salamanca, dibuja unas zonas de baja edificabilidad en torno al Seminario y a la Universidad Católica de Ávila y el Centro Asociado de la UNED, donde el adosado ha sido el tipo constructivo predominante. Similares tipologías de residencia unifamiliar en hilera, adosadas o aisladas, se han levantado coetáneamente en algunas urbanizaciones que han ido estirando considerablemente los bordes de la ciudad (téngase en cuenta que 3.320 edificios destinados a vivienda se construyeron entre 1991 y 2011, el 41,4% de todos los existentes). Una de menor extensión es la aparecida en la otra orilla del Adaja, con vistas al núcleo amurallado. Pero la más significativa es la de Las Hervencias, en la carretera de Villacastín, allende la barrera del ferrocarril y del homónimo polígono industrial de específica localización al lado de la fábrica de Nissan, y cercana a la Residencia Sanitaria Nuestra Señora de Sonsoles, a la Escuela Nacional de Policía y al Centro Comercial “El Bulevar”.

2. DESARROLLO URBANO RECIENTE Y CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LOS DISTINTOS BARRIOS DE LA CIUDAD DE ÁVILA

La positiva evolución demográfica experimentada por Ávila durante el último decenio examinado, en visos de ralentización actual (250 empadronados más en el término durante el lapso 2011-2013), solamente puede ser explicada, en el marco de la dinámica expansiva conocida por todas las áreas urbanas de Castilla y León, por el aumento del número de residentes en la ciudad compacta, sin contar con ningún municipio periurbano de sobresaliente dinamismo como para absorber en torno a sí las intensas pulsaciones poblacionales conocidas en los primeros años dos mil³. Así, con ausencia de crecimientos exógenos de entidad, la capital se desarrollará enormemente en un proceso de ampliación del espacio construido cuyo soporte estratégico se ha fundamentado, además, en la dialéctica establecida entre el centro y la periferia.

Bajo estas pautas, que han caracterizado a Ávila a lo largo de estos diez años finales, se esconden comportamientos muy variables entre los diferentes sectores urbanos que la componen (Figura 2), tanto desde el punto de vista de su evolución y cuantía residencial como de sus principales estructuras de población, en particular las etarias.

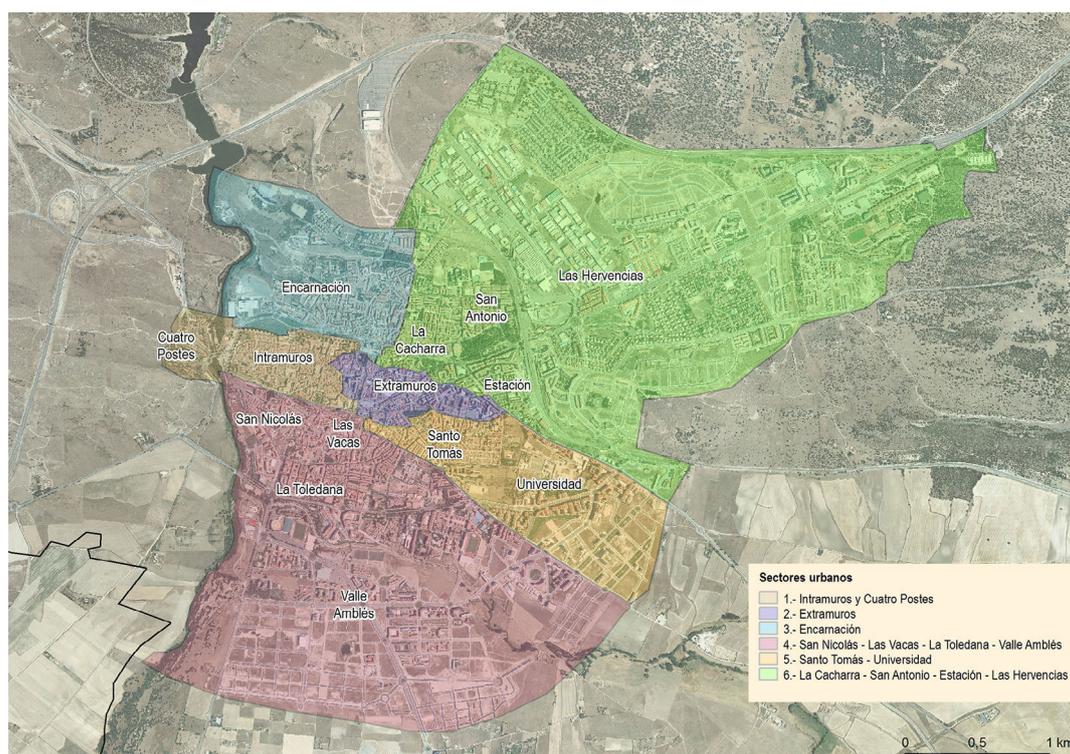
En un ejercicio de erudición no exento de riesgos y de limitaciones fruto de la utilización de las unidades estadísticas al uso -distritos y secciones- en la división de los principales segmentos de la ciudad, al hilo también del análisis efectuado sobre la configuración de la misma por la sucesiva adición de

² Antesala de la ocupación del flanco meridional sobre el Valle de Amblés, de orientación solana y proximidad al rico labradío de la urbe.

³ Ávila, tras Burgos, es la ciudad de la Comunidad Autónoma que ha registrado un mayor incremento de población -la que más en términos relativos- entre 2001 y 2011. Con todo, este importante aumento habitacional no es tan destacado dentro del conjunto de las áreas urbanas -ciudad y entorno urbano- castellanas y leonesas, situándose en el quinto puesto, en la línea del acontecido, por ejemplo, en Segovia (1.181 residentes más, pero 9.087 a sumar por los municipios de su dinámico contorno de influencia).

las áreas/barrios mencionados, que son los comúnmente identificados por los ábulenses, seis son las grandes teselas que conforman el espacio urbano de la capital. Dos puede decirse que corresponden estrictamente al “centro” -la ciudad histórica adentro de las murallas y los primigenios arrabales de extramuros-. Los arrabales más alejados de aquella y los barrios que se van adosando durante la etapa del desarrollismo quedan enmarcados como piezas originales en el resto de las zonas. Prima en ellas, pues, una distinción laxa siguiendo exclusivamente un criterio censal de localización, tamaño y proximidad al núcleo central: al Norte y Sur, respectivamente, Encarnación y el variopinto conjunto de San Nicolás-Las Vacas-La Toledana-Valle Amblés. Y más alejadas las misceláneas áreas de Santo Tomás-Universidad, en continuación de la anterior hacia el Sureste y, haciendo lo propio en el Noreste con la primera de estas, La Cacharra-San Antonio-Estación-Las Hervencias.

Figura 2. Sectores urbanos de la ciudad de Ávila.



Fuente: I.G.N. y C.N.I.G.: CartoCiudad (sistema de información de la red viaria, cartografía urbana y divisiones censal y postal de España).

La importante capacidad de crecimiento residencial de Ávila en el pasado más inmediato se ha manifestado, en parigal, y como no podía ser de otra manera, en la ampliación del número de secciones censales en los más pujantes de estos distritos. No en vano, a las porciones del Valle Amblés, Universidad y Las Hervencias les han correspondido tres, una y dos, por este orden, nuevas unidades censales. Extensión de los polígonos y urbanizaciones en los sectores de la ciudad más alejados como prueba fehaciente del impulso sobresaliente en los cómputos de población registrados; empero muestra palmaria, no debe obviarse tal circunstancia, de la coexistencia de una serie de fenómenos urbanísticos contradictorios, a través de los cuales se materializan los mecanismos básicos de intervención y creación de ciudad en la actualidad (Calderón, 2001; Martínez y Luengo, 2005).

2.1. La dialéctica centro-periferia en la explicación de la evolución de la población por sectores urbanos: la impronta de la movilidad residencial intraurbana

El primero de estos procesos, dilatado en el tiempo, pero de todavía notable intensidad en nuestros días, ha sido el del progresivo abandono y vaciamiento del centro histórico, que deja de ser un ámbito de atractivo residencial, como lo atestigua la perenne reducción de sus vecindarios. Si circunscribiendo el apunte al balance 2004-2012 viven en el conjunto del entramado “medieval” 6.139 personas (el 10,5% de todos los ábulenses), estos continúan mermando en 533. Este es un fenómeno ininterrumpido prác-

ticamente desde el mismo momento en el que Ávila comienza a agrandarse mediada la anterior centuria. La especialización funcional, la ausencia significativa de espacios libres y las dificultades y trabas -por ausencia de intereses inmobiliarios o de restricciones formales- para la sustitución o renovación del viejo caserío son las explicaciones más argumentadas⁴. Otro tanto ocurre en los arrabales y barrios populares desarrollados al ritmo de los fuertes incrementos demográficos de las décadas 50-70 del siglo XX. En ellos, las causas del abandono deben buscarse en factores como la insuficiencia de infraestructuras y equipamientos dotacionales o la peor calidad de las viviendas, ubicadas por lo general en edificios que han cumplido un ciclo de 45-60 años.

La salida del hogar paterno, la mejora del nivel de vida de la población madura-joven en los años previos a la crisis, y las nuevas modas y pautas residenciales acaban por explicar la búsqueda de nuevos espacios donde vivir. Aun así, estos sectores más apegados al casco histórico todavía aglutinan a un alto porcentaje de los habitantes de la capital, si bien los datos concretos son difíciles de precisar en una valoración de conjunto como la realizada⁵; erigiéndose, al tiempo, en lugares de acogida preferente para la nada desdeñable inmigración extranjera (10% de los habitantes de la ciudad).

Frente al descenso generalizado de población en la ciudad tradicional y barrios aledaños, en un contexto de evidente afianzamiento demográfico de Ávila, el crecimiento urbano periférico -que en el caso abunda refuerza el modelo de ciudad compacta central, no se olvide- ha sido verdaderamente espectacular (Tabla 3). En sintonía con lo señalado líneas atrás, el grueso de las 6.506 personas que entre 2004 y 2012 pasan a engrosar las listas padronales lo hacen fundamentalmente en tres sectores urbanos, y, en esencia, en cada una de las seis secciones censales creadas a tal efecto "ex novo" (6.980 censados más). La búsqueda de espacios abiertos, de nuevas tipologías edificatorias o simplemente de inmuebles de calidad, en mayor cuantía y a precios más asequibles que en el "centro", son las razones que se suelen esgrimir a la hora de explicar la atracción de residentes hacia este tipo de áreas -que en el caso de Ávila, se vuelve a repetir, serían los dos grandes segmentos ubicados y expandidos hacia levante a Norte y Sur del espacio nuclear-

Tabla 3. Distribución de la población por los diferentes sectores urbanos de la ciudad de Ávila* entre 2004 y 2012

Sector urbano	Población 2004	Población 2012
Sector 1. Intramuros y Cuatro Postes	3.263	3.062
Sector 2. Extramuros	3.409	3.077
Sector 3. Encarnación	3.376	3.435
Sector 4. San Nicolás-Las Vacas-La Toledana-Valle Amblés	17.300	18.948
Sector 5. Santo Tomás-Universidad	8.683	10.975
Sector 6. La Cacharra-San Antonio-Estación-Las Hervencias	15.648	18.688
TOTAL	51.679	58.185

*No se incluyen los residentes en el resto de entidades de población del término municipal.

Fuente: Ayuntamiento de Ávila: *Explotación estadística del Padrón Municipal*.

Dicotomía centro/periferia, como contraste evidente entre la ciudad tradicional -casco histórico más barrios- y la "moderna" ciudad ensanchada -la finisecular y la del boom inmobiliario-, que se traduce de la misma manera en unas desiguales estructuras por edad, mucho más envejecidas (a la par de feminizadas) en el primero de estos ámbitos.

2.2. El envejecimiento como rasgo demográfico fundamental en la diferenciación espacial de la ciudad de Ávila

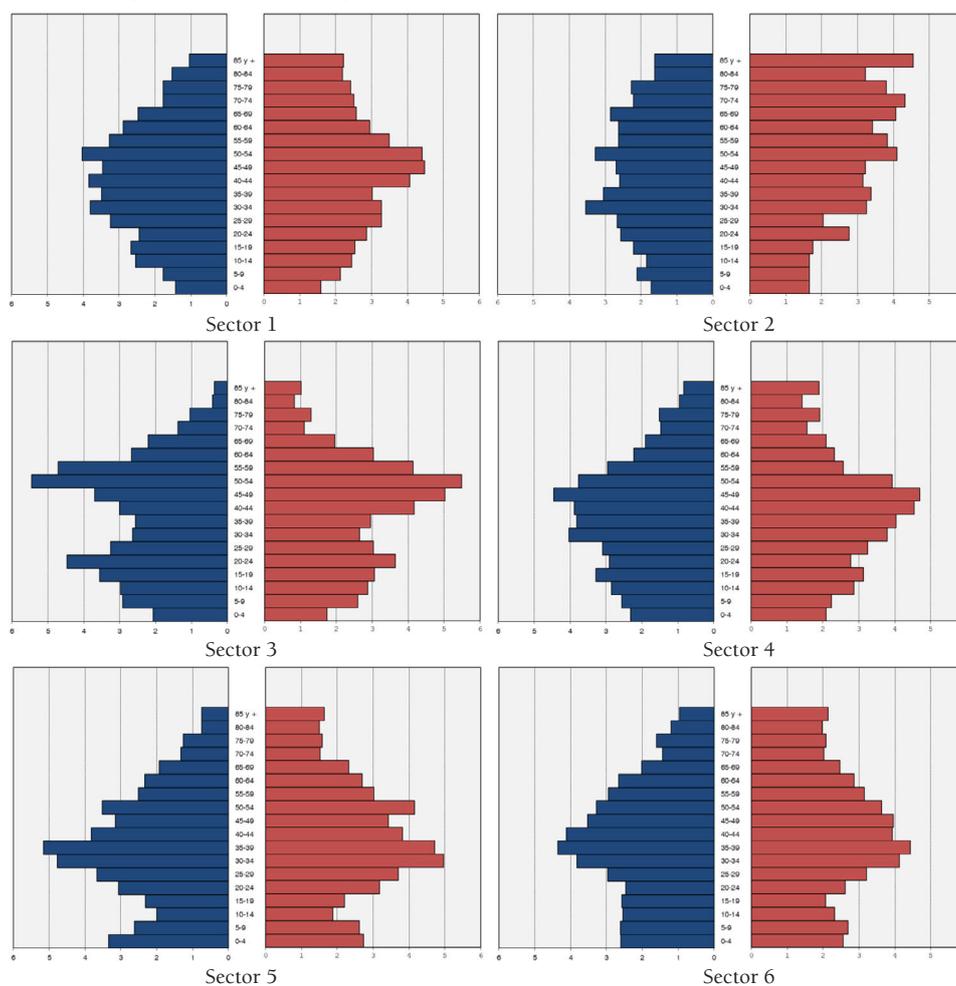
La mera contemplación de las pirámides demográficas (Figura 3), y de las cifras que de su manipulación se desprenden (Tabla 4), dan buena cuenta de esta afirmación. A través de ellas se percibe un doble proceso de senescencia, tanto por la cúspide como por la base de las pirámides de población, en la ciudad histórica, y muy especialmente en su sector de Extramuros. Esto se debe a la escasa proporción de jóve-

4 La creciente terciarización y recualificación de las funciones tradicionales del centro histórico, cada vez más impregnado de una cultura museística que pretende hacer de él una ciudad-patrimonio para el turista, la ausencia de una adecuada política pública de recuperación del tejido edificado, que pudiera paliar el estado lamentable en el que se encuentran muchos de los inmuebles, y la carencia de inversión privada, que hace que las escasas viviendas renovadas o rehabilitadas alcancen precios astronómicos, acaban erigiéndose como los factores explicativos de la pérdida de importancia residencial del "centro" (Villar, 1999).

5 Incluso los correspondientes a Encarnación, uno de estos barrios mejor individualizado por la estadística, están ocultos tras las altas residenciales habidas en las novedosas promociones de su entorno.

nes (12,93% y 11,44%, en el recinto amurallado y el arrabal externo, respectivamente) y a la importancia relativa de los escalones correspondientes a la población anciana (20,53% y 30,55%). Son, junto con el sector 6 -el segundo más sobre envejecido, por cierto-, dado el peso que dentro de él tienen los barrios más populares de La Cacharra, San Antonio y Estación, contrarrestado solo en parte por Las Hervencias, las teselas urbanas que presentan, entre otros expresivos indicadores, las tasas e índices de vejez en valores por encima de las medias marcadas por el conjunto de la ciudad (16,95% y 1,08).

Figura 3. Pirámides de población de los diferentes sectores urbanos en 2012.



Fuente: Ayuntamiento de Ávila: *Explotación estadística del Padrón Municipal*.

Tabla 4. Principales indicadores de estructuras demográficas por edad en los diferentes sectores urbanos de la ciudad de Ávila en 2012

Sector urbano	Índice de envejecimiento	Tasa de envejecimiento	Tasa de sobre envejecimiento	% de octogenarios	Edad media	Proporción de activos	Índice de reemplazo de activos
Sector 1	1,59	20,53	34,06	6,99	44,46	66,54	0,89
Sector 2	2,67	30,55	36,06	11,02	48,76	58,01	0,66
Sector 3	0,71	11,61	22,57	2,62	39,99	71,95	1,16
Sector 4	0,97	15,58	32,82	5,11	40,73	68,28	1,41
Sector 5	0,91	14,58	31,81	4,64	39,94	69,38	0,90
Sector 6	1,10	17,94	35,07	6,29	41,99	65,78	0,84
Ávila	1,08	16,95	33,37	5,66	41,63	67,29	1,03

Índice de envejecimiento: cociente entre la población de 65 y más años y la población menor de 16; Tasa de envejecimiento: % de población de 65 y más años respecto a la población total; Tasa de sobre envejecimiento: % de población de 80 y más años respecto a la población de 65 años y más; % de octogenarios: porcentaje de población de 80 y más años respecto a la población total; Proporción de activos: % de población de 16 a 64 años respecto a la población total; Índice de reemplazo de activos: cociente entre la población de 15 a 19 años y la población de 60 a 64 años.

Fuente: Ayuntamiento de Ávila: *Explotación estadística del Padrón Municipal*.

Por el contrario, las unidades que capitalizan las progresiones inmobiliarias más contemporáneas -al margen de Las Hervencias- se confirman como los sectores donde la presencia de personas adultas -en edad activa, por consiguiente- y menores de 16 años es más elevada. En este sentido, es Encarnación, curiosamente, como gozne entre la “vieja” y la “nueva” ciudad, la pieza urbana que arroja los datos de un horizonte demográfico más alentador, presentando la relación de mayores y jóvenes -índice de envejecimiento- más contenida: 0,71. En una tónica parecida de marcadores “poco” envejecidos, los sectores 4 y 5, los que se despliegan por toda la zona sur, en la charnela también entre los dos grandes dominios de la capital, logran equilibrar favorablemente las diferentes cohortes etarias; bien es cierto que mientras en el caso de San Nicolás-Las Vacas-La Toledana-Valle Amblés el reemplazo de población activa está asegurado -con un índice del 1,41, el más alto de toda la ciudad-, en el de Santo Tomás-Universidad este es más que cuestionable (0,90), al no estar garantizado para el futuro próximo ese relevo generacional en la fuerza de trabajo, como consecuencia de la mayor presencia de población madura próxima a la edad jubilar (60-64 años) que de adultos-jóvenes de entre 15 y 19 años, los próximos en incorporarse potencialmente al mercado laboral.

3. LAS VARIABLES DE LA DINÁMICA POBLACIONAL Y SU PROYECCIÓN URBANA

3.1. Los desajustes con el modelo de crecimiento residencial planeado

A lo largo de más de sesenta años, la transformación espacial de Ávila se ha producido al compás que han marcado las dinámicas poblacionales. Del pequeño núcleo originario, en torno al casco medieval -intramuros y extramuros- se pasó, sin solución de continuidad, a una ciudad que se expandía, más allá de los límites históricos, por una serie de barrios que iban surgiendo al socaire del desarrollo migratorio procedente de la provincia y, sobremanera, del medio rural circundante (16.585 personas). La atracción urbana y el tímido apogeo de unas actividades que demandaban mano de obra propiciaron la temprana colmatación residencial -decenio del 50 a los 70- de las zonas adosadas al “centro” de la capital (2.737 edificios destinados a vivienda fueron construidos en esa época). Desde los años ochenta, la potenciación de las bases económicas a partir del estímulo del turismo, las mejoras de la función administrativa y comercial y el impulso de la producción industrial, unidas al hecho natural de la emancipación y reproducción de parte de la abundante población en edades y situación de hacerlo -generaciones del *baby boom* de los sesenta y primeros setenta-, y a pesar de las regresiones habidas en los saldos vegetativos durante los noventa, contribuyeron como factores de consuno a la expansión (7.794 habitantes y 1.964 edificios levantados) de la Ávila finisecular (Tabla 5).

Tabla 5. Número de viviendas en Ávila por etapa de construcción y tipo de uso actual

	Antes de 1950	Años 50	Años 60	Años 70	Años 80	Años 90	Años 2000	TOTAL ciudad
Principales	2.999	2.082	2.314	4.827	3.169	3.075	4.304	22.770
Secundarias	347	485	411	594	288	394	987	3.506
Vacías	510	912	698	1.212	369	425	4.063	8.189
TOTAL	3.856	3.479	3.423	6.633	3.826	3.894	9.354	34.465

Fuente: I.N.E. *Censo de Población y Viviendas*.

Una ampliación de la ciudad que no ha conocido límites durante la primera década del siglo XXI: 11.041 habitantes y 2.284 nuevas edificaciones; en un ensanchamiento del perímetro urbanizado sin precedentes, dadas las bajas densidades medias de ocupación habitacional de las modernas promociones de vivienda (Figura 4). La movilidad residencial hacia la periferia, que en el caso que nos ocupa no hace sino reforzar el modelo de ciudad compacta, sin los efectos de difusión conocidos en las áreas urbanas del presente, no es óbice para que Ávila manifieste las contradicciones del crecimiento residencial efectuado -siguiendo, además, esa estrategia decidida de abandono de los espacios tradicionales-. Así son los trazos actuales de la “ciudad del boom inmobiliario”, la que, por encima de las necesidades reales -demanda efectiva-, que vienen marcadas por las pulsaciones poblacionales, se dimensiona desorbitadamente en función de una conjunción de intereses urbanísticos totalmente lastrados, a la postre, por la crisis que vivimos (Serrano, 2004 y 2010).

Nunca antes en la historia de la ciudad se han construido tantas viviendas, ni tantas de ellas permanecen vacías (y sin vender, como lo atestigua el balance de transacciones inmobiliarias del Ministerio de Fomento). Al significativo número de las alojadas en el casco y en los bloques levantados en los barrios más populares -en esa suerte de trasvase residencial intraurbano-, el último decenio concluido arroja resultados verdaderamente elocuentes: el 46% de la producción inmobiliaria de esos años se encuentra desocupada. Y ello en una

década, bien es cierto, de importancia en lo que a afianzamiento del vecindario se refiere. Un periodo en el que cobran fuerza tanto las ganancias por movimientos migratorios como por la propia dinámica positiva del crecimiento vegetativo de la población (Figura 5). Los unos engrosados, aunque no exclusivamente, por los importantes flujos de inmigrantes extranjeros llegados a la capital -tan relevantes en el sostén de la actividad económica y la renovación de las estructuras demográficas- (4.057 entre 2004 y 2013); en franca y progresiva ralentización desde 2008, pero que han proseguido paliando numéricamente a los abulenses (autóctonos o previamente ya empadronados) que se marchan (Tabla 6). Y unos saldos naturales favorables siempre a tenor de las más altas tasas de natalidad que de mortalidad registradas (crecimiento vegetativo del 0,16% en 2012), gracias a una fecundidad -número de hijos por mujer- relativamente elevada: 1,40 (por 1,22 en el caso de la provincia, 1,17 en el de la Comunidad y 1,32 en el conjunto de España).

Figura 4. Evolución reciente de la superficie urbanizada en la ciudad de Ávila entre 1997 y 2008.

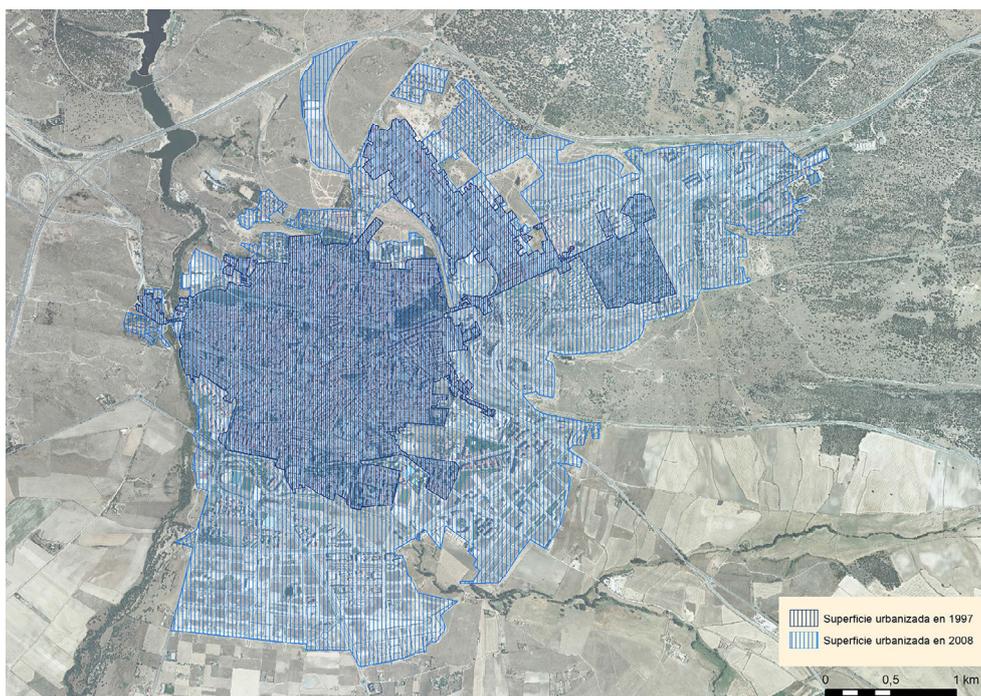
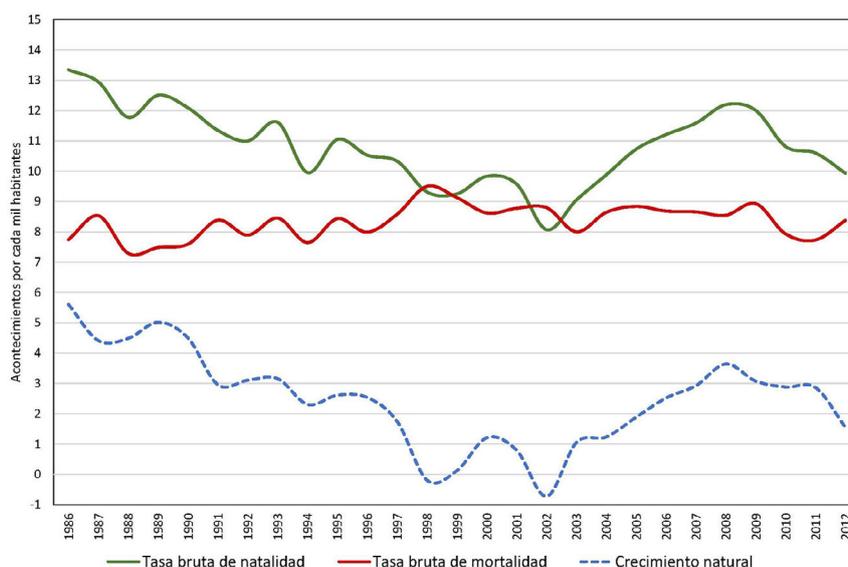


Figura 5. Evolución de la dinámica natural de la población en Ávila capital.



Fuente: I.N.E. *Movimiento Natural de la Población* y SIE (Almacén de datos multidimensional de la Junta de Castilla y León).

Tabla 6. Movimientos migratorios en Ávila capital entre 2005 y 2012

Año	Migraciones interiores (dentro de España)			Migraciones exteriores (internacionales)		
	Saldo	Inmigraciones	Emigraciones	Saldo	Inmigraciones	Emigraciones
2005	486	1.675	1.189	775	786	11
2006	354	1.913	1.559	1.044	1.062	18
2007	435	2.187	1.752	1.565	1.633	68
2008	-24	1.526	1.550	770	842	72
2009	129	1.718	1.589	424	628	204
2010	-187	1.562	1.749	391	484	93
2011	-171	1.592	1.763	324	375	51
2012	-460	678	1.138	220	278	58

El número de migrantes cuantifica el total de altas y bajas padronales derivadas de cambios de residencia, por lo que incluye cualquier tipo de migraciones interiores entre municipios.

Fuente: I.N.E. *Estadística de Variaciones Residenciales*.

La Ávila contemporánea se fragua al calor de las disposiciones contempladas en el *Plan General de Ordenación Urbana* de 1998, prolongado en su fundamentación de asociar una alta disponibilidad de suelo urbanizable a la mejora de la capacidad de acceso a la vivienda por la *Adaptación-Revisión* de 2005, que es el instrumento de planeamiento vigente (tras siete modificaciones) a día de hoy. Entre 1998 y 2004 se desarrollan 22 de los 40 planes parciales previstos, construyéndose 11.253 viviendas, la mitad de las proyectadas, pero mucho más de las necesarias, ya que en ese lapso de tiempo la ciudad se incrementó en 4.676 habitantes (Calderón, 2012 y 2013) (Tabla 7). En 2005 se delimitarían otros 18 nuevos sectores de suelo urbanizable -y uno aparte en Vicolozano como ampliación del polígono industrial-, con capacidad, nada más ni nada menos, para 11.560 viviendas (manteniéndose a su vez el propósito de edificar las 10.500 que quedaban pendientes), esgrimiéndose la máxima de no introducir incertidumbre entre unos agentes -promotores, constructores y financiadores- activos e implicados en plena vorágine de optimismo urbanizador (Rivas, 2007).

Tabla 7. Ávila: previsiones y grado de ejecución del PGOU de 1998 en 2005

Usos del suelo	Previsiones PGOU 1998		Desarrollado (en 2004)	Pendiente
Suelo Urbano No Consolidado	Superficie (m ²)	1.344.142	666.990	471.938
	Nº máximo de viviendas	2.300	719	1.060
Suelo Urbanizable Delimitado	Superficie (m ²)	5.553.531	2.319.224	2.780.141
	Nº máximo de viviendas	20.513	10.013	10.500

Fuente: CALDERÓN CALDERÓN, B. (2012): "Áreas urbanas y estructura de las ciudades de Castilla y León", *Población y poblamiento en Castilla y León*, p. 799.

Tras el estallido de la "burbuja" inmobiliaria, la ciudad prepara su futuro de la mano de una nueva herramienta planificadora -en estado de *Avance*- que estima una población horizonte en 2030 de 100.000 habitantes (recogiendo la idea del "Plan 100.000" esbozada por el *Plan Estratégico de Desarrollo Industrial de la Ciudad de Ávila*, lanzado en 2006) y hasta 11.000 nuevas viviendas -además de un nuevo espacio industrial junto a la autovía a Salamanca, otro hospital, un tercer centro comercial, el recinto ferial, entre otras actuaciones de calado-, que se añadirían a las 8.189 desocupadas según censo del 2011. Una visión harto generosa, a nuestro juicio, por cuanto la progresión demográfica da señales de agotamiento y de un cambio de tendencia que en el mejor de los escenarios proyectados situaría el contingente poblacional de la capital, para 2027, en 60.325 habitantes -bajando en la hipótesis más factible a los 54.390-.

3.2. Proyección a corto y medio plazo de la población de Ávila capital

La proyección se basa en el método de los componentes múltiples (mortalidad, fecundidad y migraciones), considerando tres escenarios alternativos. Con el objetivo de hacer una comparación con otras proyecciones, entre 2012 y 2022 el Escenario 1 implica un aumento de la población del 0,4%, el Escenario 2 del 2,1% y el Escenario 3 un descenso del 4,4% (Figura 6). Las proyecciones a corto plazo del Instituto Nacional de Estadística estiman, para el conjunto de la provincia de Ávila, un descenso durante el mismo periodo del 10%.

Figura 6. Proyección de la población de Ávila capital.



3.2.1. Escenario 1 (Tablas 8, 9, 10, 11 y Figura 7):

- Mantenimiento de las probabilidades de defunción y de las perspectivas de paso entre cohortes etarias existentes durante el quinquenio 2007-2012 (esperanza media de vida al nacer constante).
- Mantenimiento de las tasas de fecundidad existentes durante el quinquenio 2007-2012.
- Ausencia de movimientos migratorios.

Tabla 8. Tabla de mortalidad del momento de Ávila capital, 2007-2012

Edad	l_x		${}_5q_x$		${}_5L_x$		${}_5T_x$		e_x	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0	100.000	100.001	3,13	9,90	498.906	496.540	7.944.314	8.504.428	79,44	85,04
5	99.687	99.011	0,00	0,00	498.436	495.055	7.445.408	8.007.888	74,69	80,88
10	99.687	99.011	0,00	0,71	498.436	494.879	6.946.972	7.512.833	69,69	75,88
15	99.687	98.941	0,61	1,97	498.284	494.216	6.448.535	7.017.953	64,69	70,93
20	99.626	98.746	1,69	0,00	497.712	493.729	5.950.251	6.523.738	59,73	66,07
25	99.458	98.746	2,41	1,95	496.693	493.248	5.452.540	6.030.009	54,82	61,07
30	99.219	98.554	4,22	2,56	495.047	492.136	4.955.847	5.536.761	49,95	56,18
35	98.800	98.301	3,54	1,29	493.126	491.188	4.460.800	5.044.624	45,15	51,32
40	98.450	98.174	6,30	2,97	490.702	490.143	3.967.674	4.553.436	40,30	46,38
45	97.830	97.883	10,04	9,48	486.696	487.094	3.476.972	4.063.293	35,54	41,51
50	96.848	96.955	22,62	9,94	478.764	482.365	2.990.276	3.576.198	30,88	36,89
55	94.657	95.991	37,00	16,21	464.532	476.065	2.511.512	3.093.833	26,53	32,23
60	91.155	94.435	47,61	17,24	444.927	468.104	2.046.980	2.617.768	22,46	27,72
65	86.816	92.807	65,18	31,55	419.932	456.713	1.602.053	2.149.665	18,45	23,16
70	81.157	89.879	97,14	45,55	386.076	439.158	1.182.122	1.692.951	14,57	18,84
75	73.273	85.785	194,78	109,06	330.687	405.534	796.045	1.253.793	10,86	14,62
80	59.001	76.429	335,30	168,88	245.550	349.876	465.358	848.260	7,89	11,10
85	39.218	63.521	495,53	318,73	147.507	266.992	219.809	498.384	5,60	7,85
90	19.784	43.275	773,89	568,51	60.645	154.871	72.302	231.392	3,65	5,35
95	4.473	18.673	969,33	698,56	11.527	60.754	11.657	76.522	2,61	4,10
100	137	5.629	1.448,50	943,19	131	15.767	131	15.767	0,95	2,80

Tabla 9. Tabla de mortalidad modelo para Ávila capital, 2007-2012

Edad	l_x		${}_5q_x$		${}_5L_x$		${}_5T_x$		e_x	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0	100.000	100.001	3,37	2,81	99.697	99.748	7.949.485	8.522.925	79,49	85,23
1	99.663	99.720	1,41	1,20	398.286	398.568	7.849.789	8.423.177	78,76	84,47
5	99.522	99.600	0,20	0,15	497.560	497.964	7.451.503	8.024.609	74,87	80,57
10	99.502	99.585	0,20	0,13	497.459	497.895	6.953.943	7.526.645	69,89	75,58
25	99.482	99.573	1,52	0,57	497.029	497.723	6.456.484	7.028.749	64,90	70,59
20	99.330	99.516	3,64	1,13	495.746	497.302	5.959.455	6.531.027	60,00	65,63
25	98.968	99.404	4,42	1,50	493.749	496.650	5.463.709	6.033.725	55,21	60,70
30	98.531	99.256	3,86	1,68	491.705	495.861	4.969.960	5.537.075	50,44	55,79
35	98.151	99.089	4,44	2,22	489.665	494.894	4.478.255	5.041.214	45,63	50,88
40	97.715	98.869	6,93	3,48	486.880	493.483	3.988.590	4.546.321	40,82	45,98
45	97.037	98.524	10,85	5,36	482.554	491.301	3.501.710	4.052.838	36,09	41,14
50	95.984	97.996	20,79	9,44	474.932	487.688	3.019.156	3.561.537	31,45	36,34
55	93.989	97.071	26,45	11,84	463.729	482.484	2.544.225	3.073.869	27,07	31,67
60	91.503	95.922	40,92	17,82	448.154	475.339	2.080.496	2.591.384	22,74	27,02

65	87.759	94.213	61,25	26,15	425.355	464.907	1.632.342	2.116.045	18,60	22,46
70	82.383	91.750	101,12	47,48	391.090	447.857	1.206.987	1.651.138	14,65	18,00
75	74.052	87.393	192,64	102,32	334.599	414.610	815.898	1.203.281	11,02	13,77
80	59.787	78.451	331,56	212,69	249.380	350.541	481.298	788.671	8,05	10,05
85	39.965	61.766	509,83	384,97	148.885	249.382	231.919	438.130	5,80	7,09
90	19.589	37.987	686,09	596,57	64.347	133.282	83.034	188.748	4,24	4,97
95	6.149	15.325	843,91	788,87	17.773	46.402	18.687	55.466	3,04	3,62
100	960	3.236	1.000,00	1.000,00	914	9.063	914	9.063	0,95	2,80

Tabla 10. Cálculo del número de nacimientos con fecundidad constante

Edad	f _x	Σ ₅ f _x	Mujeres			Nacimientos
			2012	2017	Promedio	
15-19	11,96	59,80	1.480	1.425	1.452	17
20-24	28,99	204,76	1.683	1.479	1.581	46
25-29	60,68	508,17	1.913	1.681	1.797	109
30-34	109,30	1.054,68	2.350	1.910	2.130	233
35-39	74,38	1.426,56	2.437	2.345	2.391	178
40-44	12,32	1.488,14	2.408	2.430	2.419	30
45-49	1,41	1.495,18	2.447	2.397	2.422	3
ISF 2012-2016		1,50	Nacimientos anuales			616
Nacimientos 2012-2016		3.081	Varones	1.577	Mujeres	1.503

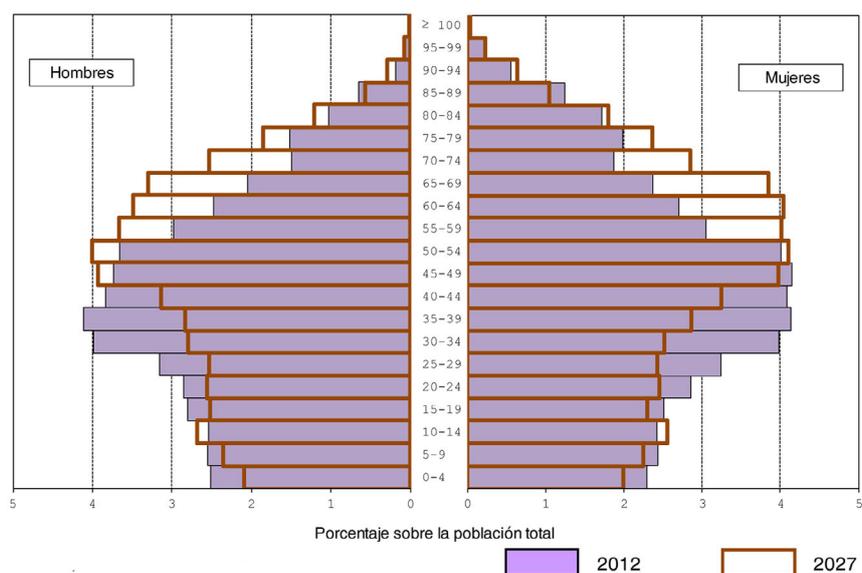
Edad	f _x	Σ ₅ f _x	Mujeres			Nacimientos
			2017	2022	Promedio	
15-19	11,96	59,80	1.425	1.437	1.431	17
20-24	28,99	204,76	1.479	1.423	1.451	42
25-29	60,68	508,17	1.681	1.477	1.579	96
30-34	109,30	1.054,68	1.910	1.678	1.794	196
35-39	74,38	1.426,56	2.345	1.906	2.126	158
40-44	12,32	1.488,14	2.430	2.339	2.384	29
45-49	1,41	1.495,18	2.397	2.419	2.408	3
ISF 2017-2022		1,50	Nacimientos anuales			542
Nacimientos 2017-2021		2.710	Varones	1.387	Mujeres	1.322

Edad	f _x	Σ ₅ f _x	Mujeres			Nacimientos
			2022	2027	Promedio	
15-19	11,96	59,80	1.437	1.347	1.392	17
20-24	28,99	204,76	1.423	1.436	1.430	41
25-29	60,68	508,17	1.477	1.421	1.449	88
30-34	109,30	1.054,68	1.678	1.474	1.576	172
35-39	74,38	1.426,56	1.906	1.675	1.791	133
40-44	12,32	1.488,14	2.339	1.901	2.120	26
45-49	1,41	1.495,18	2.419	2.328	2.374	3
ISF 2022-2026		1,50	Nacimientos anuales			481
Nacimientos 2022-2026		2.405	Varones	1.231	Mujeres	1.174

Tabla 11. Evolución de la pirámide de población de Ávila capital en ausencia de migraciones

Edad	S ₅ x		2012		2017		2022		2027	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
Ntos-0	0,99596	0,99663								
0-4	0,99915	0,99929	1.477	1.349	1.571	1.498	1.382	1.318	1.226	1.170
05-09	0,99980	0,99986	1.501	1.438	1.476	1.348	1.570	1.497	1.381	1.317
10-14	0,99914	0,99965	1.492	1.425	1.501	1.438	1.475	1.348	1.569	1.497
15-19	0,99742	0,99915	1.652	1.480	1.491	1.425	1.499	1.437	1.474	1.347
20-24	0,99597	0,99869	1.679	1.683	1.648	1.479	1.487	1.423	1.496	1.436
25-29	0,99586	0,99841	1.862	1.913	1.672	1.681	1.641	1.477	1.481	1.421
30-34	0,99585	0,99805	2.346	2.350	1.854	1.910	1.665	1.678	1.634	1.474
35-39	0,99431	0,99715	2.419	2.437	2.336	2.345	1.847	1.906	1.658	1.675
40-44	0,99111	0,99558	2.256	2.408	2.405	2.430	2.323	2.339	1.836	1.901
45-49	0,98420	0,99261	2.197	2.447	2.236	2.397	2.384	2.419	2.302	2.328
50-54	0,97641	0,98937	2.156	2.362	2.162	2.429	2.201	2.380	2.346	2.401
55-59	0,96641	0,98519	1.756	1.798	2.105	2.337	2.111	2.403	2.149	2.354
60-64	0,94913	0,97805	1.455	1.590	1.697	1.771	2.034	2.302	2.040	2.367
65-69	0,91944	0,96333	1.206	1.399	1.381	1.555	1.611	1.732	1.931	2.252
70-74	0,85556	0,92576	877	1.101	1.109	1.348	1.270	1.498	1.481	1.669
75-79	0,74531	0,84547	896	1.175	750	1.019	949	1.248	1.086	1.387
80-84	0,59702	0,71142	606	1.010	668	993	559	862	707	1.055
85-89	0,43219	0,53445	380	731	362	719	399	707	334	613
90-94	0,27621	0,34815	108	325	164	391	156	384	172	378
95-99	0,04889	0,16341	31	125	30	113	45	136	43	134
100 y +	0,00000	0,00000	2	15	2	20	1	18	2	22
Subtotal			28.354	30.561	28.620	30.646	28.609	30.513	28.350	30.199
Total			58.915		59.266		59.122		58.549	

Figura 7. Comparación de pirámides de población en 2012 y 2027 (e.1).



Se trata de un escenario conservador pero optimista, ya que al no tener en cuenta las migraciones sobrevalora la población final.

3.2.2. Escenario 2 (Tablas 12, 13, 14 y Figura 8):

- Aumento de la esperanza media de vida al nacer progresiva, con un promedio para el periodo analizado de 81,64 años para los varones y 87,51 para las mujeres. Las perspectivas de paso entre cohortes etarias se incrementan según las previsiones del Instituto Nacional de Estadística. Los efectos más intensos se concentran en los grupos de mayor edad.
- Mantenimiento de las actuales tasas de fecundidad durante el quinquenio 2012-2017, debido a la crisis económica, e incremento de las mismas en un 10% durante los quinquenios 2017-2022 y 2022-2027. El índice sintético de fecundidad o número medio de hijos por mujer en cada quinquenio ascendería de 1,50 a 1,64 y 1,81, respectivamente. Estos índices superan los estimados por el Instituto Nacional de Estadística.
- Ausencia de movimientos migratorios.

Tabla 12. Tabla de mortalidad modelo para Ávila capital, 2007-2012, para una esperanza de vida media al nacer de 81,64 años para los varones y 87,51 para las mujeres

Edad	l_x		5q_x		5L_x		5T_x		e_x	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
0	100.000	100.001	2,46	1,89	99.779	99.831	8.163.505	8.751.536	81,64	87,51
1	99.754	99.812	1,19	0,96	398.709	398.999	8.063.726	8.651.705	80,84	86,68
5	99.636	99.716	0,07	0,04	498.162	498.572	7.665.017	8.252.706	76,93	82,76
10	99.629	99.712	0,08	0,03	498.125	498.554	7.166.855	7.754.135	71,94	77,76
15	99.621	99.709	0,96	0,29	497.867	498.472	6.668.730	7.255.581	66,94	72,77
20	99.525	99.680	3,11	0,86	496.852	498.185	6.170.863	6.757.109	62,00	67,79
25	99.215	99.594	3,98	1,19	495.089	497.675	5.674.011	6.258.923	57,19	62,84
30	98.820	99.476	3,26	1,26	493.296	497.066	5.178.922	5.761.248	52,41	57,92
35	98.498	99.351	3,55	1,55	491.617	496.368	4.685.626	5.264.183	47,57	52,99
40	98.149	99.197	5,55	2,45	489.381	495.376	4.194.010	4.767.815	42,73	48,06
45	97.604	98.954	8,56	3,72	485.932	493.849	3.704.628	4.272.438	37,96	43,18
50	96.769	98.586	17,90	7,35	479.514	491.119	3.218.697	3.778.589	33,26	38,33
55	95.037	97.862	20,20	7,91	470.386	487.373	2.739.183	3.287.470	28,82	33,59
60	93.117	97.087	30,79	11,52	458.420	482.641	2.268.797	2.800.097	24,36	28,84
65	90.250	95.969	44,20	15,68	441.279	476.085	1.810.377	2.317.456	20,06	24,15
70	86.261	94.465	74,45	29,05	415.249	465.464	1.369.099	1.841.371	15,87	19,49
75	79.838	91.721	156,21	71,19	368.013	442.281	953.850	1.375.906	11,95	15,00
80	67.367	85.191	291,13	167,50	287.803	390.283	585.837	933.625	8,70	10,96
85	47.754	70.922	474,78	334,85	182.090	295.238	298.035	543.343	6,24	7,66
90	25.082	47.174	619,56	557,07	86.560	170.171	115.944	248.104	4,62	5,26
95	9.542	20.895	832,12	768,01	27.860	64.355	29.384	77.933	3,08	3,73
100	1.602	4.847	1000,00	1000,00	1.525	13.578	1.525	13.578	0,95	2,80

Tabla 13. Cálculo del número de nacimientos con fecundidad constante durante el primer quinquenio y en aumento (10%) en los dos quinquenos siguientes

Edad	f_x	$\Sigma_3 f_x$	Mujeres			Nacimientos
			2012	2017	Promedio	
15-19	11,96	59,80	1.480	1.425	1.452	17
20-24	28,99	204,76	1.683	1.479	1.581	46
25-29	60,68	508,17	1.913	1.681	1.797	109
30-34	109,30	1.054,68	2.350	1.911	2.130	233
35-39	74,38	1.426,56	2.437	2.347	2.392	178
40-44	12,32	1.488,14	2.408	2.432	2.420	30
45-49	1,41	1.495,18	2.447	2.401	2.424	3
ISF 2012-2016		1,50	Nacimientos anuales			616
Nacimientos 2012-2016		3.081	Varones	1.578	Mujeres	1.504
Variación estimada de la fecundidad						0%

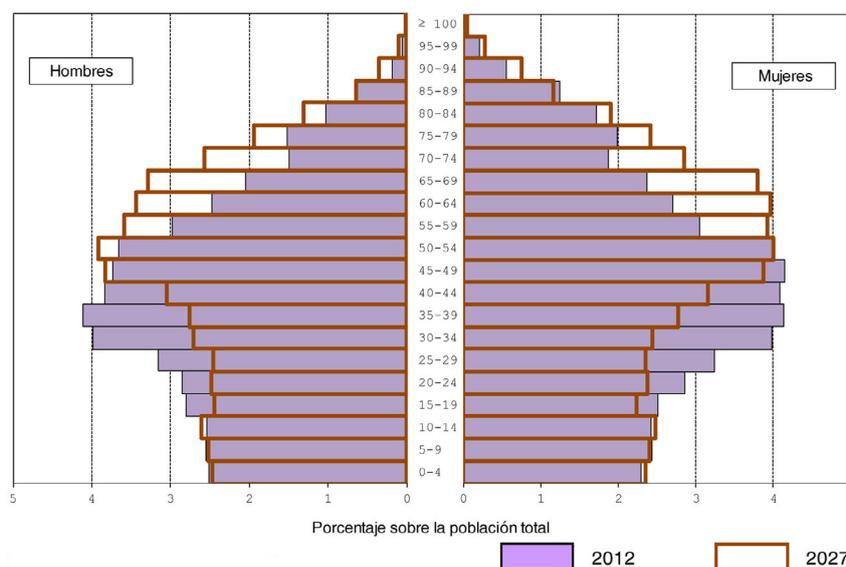
Edad	f_x	$\Sigma_3 f_x$	Mujeres			Nacimientos
			2017	2022	Promedio	
15-19	13,16	65,78	1.425	1.438	1.431	19
20-24	31,89	225,24	1.479	1.424	1.452	46
25-29	66,75	558,99	1.681	1.478	1.579	105
30-34	120,23	1.160,14	1.911	1.679	1.795	216
35-39	81,81	1.569,21	2.347	1.908	2.127	174
40-44	13,55	1.636,96	2.432	2.342	2.387	32
45-49	1,55	1.644,70	2.401	2.425	2.413	4
ISF 2017-2021		1,64	Nacimientos anuales			596
Nacimientos 2017-2021		2.982	Varones	1.527	Mujeres	1.455
Variación estimada de la fecundidad						10%

Edad	f_x	$\Sigma_3 f_x$	Mujeres			Nacimientos
			2022	2027	Promedio	
15-19	14,47	72,35	1.438	1.348	1.393	20
20-24	35,08	247,76	1.424	1.437	1.430	50
25-29	73,43	614,89	1.478	1.422	1.450	106
30-34	132,25	1.276,16	1.679	1.476	1.578	209
35-39	90,00	1.726,14	1.908	1.677	1.792	161
40-44	14,90	1.800,65	2.342	1.904	2.123	32
45-49	1,70	1.809,17	2.425	2.335	2.380	4
ISF 2022-2026		1,81	Nacimientos anuales			582
Nacimientos 2022-2026		2.912	Varones	1.491	Mujeres	1.421
Variación estimada de la fecundidad						10%

Tabla 14. Evolución de la pirámide de población de Ávila capital en ausencia de migraciones

Edad	${}_5S_x$		2012		2017		2022		2027	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
Ntos-0	0,99698	0,99766								
0-4	0,99934	0,99948	1.477	1.349	1.573	1.500	1.522	1.452	1.487	1.418
05-09	0,99993	0,99996	1.501	1.438	1.476	1.348	1.572	1.499	1.521	1.451
10-14	0,99948	0,99984	1.492	1.425	1.501	1.438	1.476	1.348	1.572	1.499
15-19	0,99796	0,99942	1.652	1.480	1.491	1.425	1.500	1.438	1.475	1.348
20-24	0,99645	0,99898	1.679	1.683	1.649	1.479	1.488	1.424	1.497	1.437
25-29	0,99638	0,99878	1.862	1.913	1.673	1.681	1.643	1.478	1.483	1.422
30-34	0,99660	0,99860	2.346	2.350	1.855	1.911	1.667	1.679	1.637	1.476
35-39	0,99545	0,99800	2.419	2.437	2.338	2.347	1.849	1.908	1.661	1.677
40-44	0,99295	0,99692	2.256	2.408	2.408	2.432	2.327	2.342	1.841	1.904
45-49	0,98679	0,99447	2.197	2.447	2.240	2.401	2.391	2.425	2.311	2.335
50-54	0,98096	0,99237	2.156	2.362	2.168	2.433	2.211	2.387	2.359	2.411
55-59	0,97456	0,99029	1.756	1.798	2.115	2.344	2.127	2.415	2.168	2.369
60-64	0,96261	0,98642	1.455	1.590	1.711	1.781	2.061	2.321	2.073	2.391
65-69	0,94101	0,97769	1.206	1.399	1.401	1.568	1.647	1.756	1.984	2.290
70-74	0,88625	0,95019	877	1.101	1.135	1.368	1.318	1.533	1.550	1.717
75-79	0,78204	0,88243	896	1.175	777	1.046	1.006	1.300	1.168	1.457
80-84	0,63269	0,75647	606	1.010	701	1.037	608	923	787	1.147
85-89	0,47537	0,57638	380	731	383	764	443	784	385	698
90-94	0,32186	0,37818	108	325	181	421	182	440	211	452
95-99	0,05189	0,17423	31	125	35	123	58	159	59	167
100 y +	0,00000	0,00000	2	15	2	22	2	21	3	28
Subtotal			28.354	30.561	28.812	30.869	29.098	31.034	29.231	31.095
Total			58.915		59.681		60.133		60.325	

Figura 8. Comparación de pirámides de población en 2012 y 2027 (e.2).



Se trata de un escenario muy optimista, pues no solo excluye migraciones, negativas en estos momentos tanto en sus saldos internos como externos, sino que aúna incrementos posibles de la esperanza de vida con otros demasiados elevados de la fecundidad⁶.

3.2.3. Escenario 3 (Tabla 15, 16 y Figura 9):

- Idénticos cambios en la esperanza de vida y fecundidad que en el Escenario 2 (Tabla 12).
- Migraciones internas según las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística.
- Migraciones externas nulas entre 2012-2017 y positivas en 2017-2022 y 2022-2027, de acuerdo a las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística.

Tabla 15. Cálculo del número de nacimientos con fecundidad constante durante el primer quinquenio y en aumento (10%) en los dos quinquenios siguientes

Edad	f_x	Σf_x	Mujeres			Nacimientos
			2012	2017	Promedio	
15-19	11,96	59,80	1.480	1.335	1.408	17
20-24	28,99	204,76	1.683	1.332	1.507	44
25-29	60,68	508,17	1.913	1.492	1.703	103
30-34	109,30	1.054,68	2.350	1.714	2.032	222
35-39	74,38	1.426,56	2.437	2.193	2.315	172
40-44	12,32	1.488,14	2.408	2.341	2.374	29
45-49	1,41	1.495,18	2.447	2.315	2.381	3
ISF 2012-2016		1,50	Nacimientos anuales			591
Nacimientos 2012-2016		2.954	Varones	1.512	Mujeres	1.441
Variación estimada de la fecundidad						0%

Edad	f_x	Σf_x	Mujeres			Nacimientos
			2017	2022	Promedio	
15-19	13,16	65,78	1.335	1.319	1.327	17
20-24	31,89	225,24	1.332	1.259	1.295	41
25-29	66,75	558,99	1.492	1.248	1.370	91
30-34	120,23	1.160,14	1.714	1.412	1.563	188
35-39	81,81	1.569,21	2.193	1.639	1.916	157
40-44	13,55	1.636,96	2.341	2.137	2.239	30
45-49	1,55	1.644,70	2.315	2.276	2.295	4
ISF		1,64	Nacimientos anuales			529
Nacimientos 2017-2021		2.644	Varones	1.354	Mujeres	1.290
Variación estimada de la fecundidad						10%

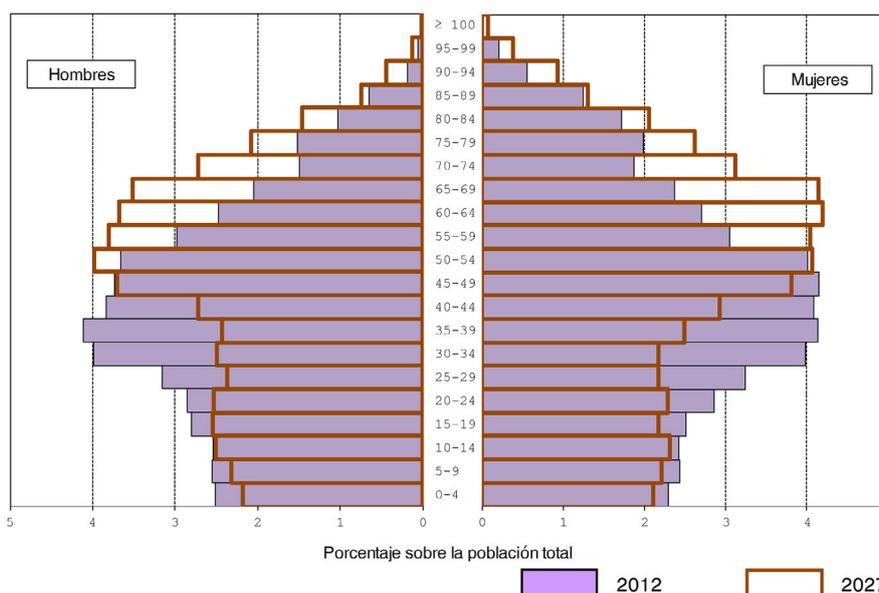
6 Teniendo en cuenta que el índice sintético de fecundidad ha descendido a 1,4 en 2012-2013 y en la proyección se ha utilizado el del quinquenio 2007-2012 (1,5), la presencia de unos saldos migratorios negativos implicaría una mayor caída de la fecundidad al ser los jóvenes los que emigran.

Edad	f _x	Σ ₅ f _x	Mujeres			Nacimientos	
			2022	2027	Promedio		
15-19	14,47	72,35	1.319	1.182	1.250	18	
20-24	35,08	247,76	1.259	1.245	1.252	44	
25-29	73,43	614,89	1.248	1.184	1.216	89	
30-34	132,25	1.276,16	1.412	1.181	1.296	171	
35-39	90,00	1.726,14	1.639	1.353	1.496	135	
40-44	14,90	1.800,65	2.137	1.592	1.864	28	
45-49	1,70	1.809,17	2.276	2.073	2.175	4	
ISF		1,81	Nacimientos anuales			489	
Nacimientos 2022-2026		2.444	Varones	1.251	Mujeres	1.193	
						Variación estimada de la fecundidad	10%

Tabla 16. Evolución de la pirámide de población de Ávila capital en presencia de migraciones

Edad	S ₅ x		2012		2017		2022		2027	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
Ntos-0	0,99698	0,99766								
0-4	0,99934	0,99948	1.477	1.349	1.397	1.330	1.282	1.240	1.186	1.146
05-09	0,99993	0,99996	1.501	1.438	1.412	1.265	1.373	1.293	1.263	1.206
10-14	0,99948	0,99984	1.492	1.425	1.439	1.369	1.400	1.229	1.363	1.259
15-19	0,99796	0,99942	1.652	1.480	1.413	1.335	1.421	1.319	1.381	1.182
20-24	0,99645	0,99898	1.679	1.683	1.531	1.332	1.369	1.259	1.377	1.245
25-29	0,99638	0,99878	1.862	1.913	1.502	1.492	1.449	1.248	1.291	1.184
30-34	0,99660	0,99860	2.346	2.350	1.643	1.714	1.401	1.412	1.356	1.181
35-39	0,99545	0,99800	2.419	2.437	2.140	2.193	1.542	1.639	1.322	1.353
40-44	0,99295	0,99692	2.256	2.408	2.267	2.341	2.066	2.137	1.481	1.592
45-49	0,98679	0,99447	2.197	2.447	2.154	2.315	2.218	2.276	2.014	2.073
50-54	0,98096	0,99237	2.156	2.362	2.117	2.359	2.114	2.257	2.163	2.215
55-59	0,97456	0,99029	1.756	1.798	2.097	2.289	2.086	2.305	2.070	2.200
60-64	0,96261	0,98642	1.455	1.590	1.678	1.769	2.027	2.269	2.000	2.280
65-69	0,94101	0,97769	1.206	1.399	1.367	1.572	1.604	1.763	1.913	2.252
70-74	0,88625	0,95019	877	1.101	1.113	1.344	1.294	1.529	1.483	1.699
75-79	0,78204	0,88243	896	1.175	762	1.023	1.032	1.293	1.129	1.428
80-84	0,63269	0,75647	606	1.010	687	1.016	661	954	792	1.122
85-89	0,47537	0,57638	380	731	371	754	523	887	403	712
90-94	0,32186	0,37818	108	325	176	417	228	566	240	506
95-99	0,05189	0,17423	31	125	34	122	81	239	71	212
100 y +	0,00000	0,00000	2	15	2	22	11	46	4	41
Subtotal			28.354	30.561	27.300	29.372	27.181	29.158	26.303	28.087
Total			58.915		56.672		56.339		54.390	

Figura 9. Comparación de pirámides de población en 2012 y 2027 (e.3).



Es un escenario factible en ausencia de grandes cambios en el mercado laboral de la ciudad. Los saldos migratorios externos son favorables pero muy inferiores a los alcanzados en la primera década

del Siglo XXI, mientras los internos son muy desfavorables. No se ha considerado la emigración exterior durante el quinquenio 2012-2017, que supondría un mayor descenso de la población.

4. CONCLUSIONES

La ciudad de Ávila se ha construido pausadamente sobre los mimbres del pasado hasta conformar, en la actualidad, un compacto entramado urbano. Este ha conocido un crecimiento espacial sin precedentes a lo largo de los últimos sesenta años y, particularmente, durante la primera década de los años dos mil, fruto de una vinculación, que no siempre está correspondida, entre la evolución poblacional y el desarrollo residencial.

La positiva evolución demográfica experimentada por Ávila entre 2001 y 2011 (11.041 residentes) solamente puede ser explicada, en el marco de la dinámica expansiva asociada a todas las áreas urbanas de Castilla y León, por un aumento del vecindario en la ciudad compacta, no contando con los procesos de periurbanización consustanciales a la práctica totalidad de las ciudades medias de la Comunidad, como lo atestigua el hecho de que los bordes urbanos de la ciudad se descubren nítidamente por oposición a la dominancia que adquiere la ruralidad en el resto de un término municipal escasamente urbanizado.

Así, con ausencias de crecimientos exógenos de entidad, la ciudad de Ávila se ha desarrollado enormemente en un proceso de ampliación del espacio construido cuyo soporte estratégico se ha fundamentado, además, en la dialéctica establecida entre el centro y la periferia. De este modo, frente al descenso generalizado de la población residente en la ciudad tradicional y los barrios aledaños a esta, dos han sido los grandes segmentos de creación *ex nova* que concentran los nuevos desarrollos urbanísticos desde el decenio de 1980; los ubicados y expandidos hacia levante a Norte y Sur del espacio nuclear.

1.964 edificios levantados en las dos décadas finales del siglo XX y otros 2.284 a lo largo del lapso 2001-2011 marcan los ritmos de un ensanchamiento del perímetro urbanizado desconocido, en lo que vienen siendo las trazas de la Ávila contemporánea: la finisecular y la del “boom inmobiliario”.

Una ciudad que se construye, aparte de por las notables pulsaciones poblacionales, en visos de atonía presente (apenas 250 habitantes más en el balance 2011-2013, por la pérdida de significado de la inmigración extranjera y la atenuación de los saldos positivos de la dinámica natural), dimensionada desorbitadamente por la conjunción de una serie de intereses urbanísticos completamente truncados por el estallido de la crisis que asola el panorama nacional (46% de la producción inmobiliaria de estos años se encuentra desocupada).

La Ávila de los “100.000”, que propugnaba el *Plan Estratégico de Desarrollo Industrial* de 2006, idea recogida por el *Avance del Plan General de Ordenación Urbana* en tramitación, parece ser más una utopía que una realidad, a tenor de las proyecciones demográficas realizadas que atisban un horizonte demográfico para el entorno de 2030 de sostenimiento en el mejor de los casos. Es lo que algunos autores han catalogado como “anticipar el futuro al margen de la historia o diseñar una ciudad al margen de la ciudad conocida” (Calderón, 2013: 87). Porque lo cierto es que la dinámica urbana y poblacional abulense no pasa por su momento más halagüeño. Un serio condicionante para esa reestructuración urbana tan necesaria y de la que adolece Ávila a día de hoy.

FUENTES

Ayuntamiento de Ávila (2010): *Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Ávila. Documento de Avance. Información, Análisis y Diagnóstico*. Conurma Ingenieros Consultores y Ayuntamiento de Ávila. Ávila, 417 pp.

Ayuntamiento de Ávila: *Explotación estadística del Padrón Municipal* (varios años).

Deloitte (2006): *Plan Estratégico de Desarrollo Industrial de la Ciudad de Ávila*. Ayuntamiento de Ávila y Cámara Oficial de Comercio e Industria de Ávila. Ávila, 3 vols.

Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.) y Centro Nacional de Información Geográfica (C.N.I.G.): *Carto-Ciudad (sistema de información de la red viaria, cartografía urbana y divisiones censal y postal de España)*.

Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.): *Censo de Población y Viviendas* (varios años).

Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.): *Estadística de Variaciones Residenciales* (varios años).

Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.): *Movimiento Natural de la Población* (varios años).

Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.): *Padrón Municipal de Habitantes* (varios años).

Ministerio de Fomento: *Transacciones inmobiliarias (compraventa)*.

SIE (Almacén de datos multidimensional de la Junta de Castilla y León).

BIBLIOGRAFÍA

- CALDERÓN CALDERÓN, B. (2001): “Un espacio creado y transformado por el permanente conflicto entre centro y periferia: una hipótesis –más- para interpretar el modelo de crecimiento urbano en España”. En MANERO, F. (coord.): *Espacio Natural y Dinámicas Territoriales. Homenaje al Dr. D. Jesús García Fernández*. Ed. Universidad de Valladolid. Valladolid, pp. 589-598.
- CALDERÓN CALDERÓN, B. (2012): “Áreas urbanas y estructura de las ciudades de Castilla y León”. En DELGADO URRECHCO, J.M^a. (dir.): *Población y poblamiento en Castilla y León*. Ed. Consejo Económico y Social de Castilla y León. Valladolid, pp. 739-810.
- CALDERÓN CALDERÓN, B. (2013): “De la ley al territorio: legislación, planeamiento y ciudad en los planes generales de Castilla y León 1997-2010”. En VALENZUELA RUBIO, M. (coord.): *Las ciudades españolas en la encrucijada: entre el ‘boom’ inmobiliario y la crisis económica*. Ed. Real Sociedad Geográfica. Madrid, pp. 77-110.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, L.C. y LUENGO GALLEGU, J.A. (2005): “Población y estructura urbana: aproximación a la diferenciación demográfica de la ciudad de Segovia”, en *Investigaciones Geográficas*, nº 37, pp. 47-58.
- RIVAS SANZ, J.L. (2007): “El proyecto de adaptación del Plan General de Ávila a la Ley de Urbanismo de Castilla y León y a su Reglamento, 1998-2005”, en *Urban*, nº 12, pp. 66-83.
- SERRANO MARTÍNEZ, J.M^a. (2004): “Expansión del parque inmobiliario en España. Algunas reflexiones desde la perspectiva territorial”, en *Boletín Económico de ICE*, nº 2798, pp. 11-30.
- SERRANO MARTÍNEZ, J.M^a. (2010): “La edificación de viviendas en España, final del ciclo y ¿ocaso del modelo?”, en *Boletín Económico de ICE*, nº 2981, pp. 37-55.
- VILLAR CASTRO, J. (1982): *Geografía urbana de Ávila: raíces históricas en una ciudad actual*. Tesis Doctoral (inédita). Universidad de Salamanca. Salamanca, 1.164 pp. + anexos.
- VILLAR CASTRO, J. (1984): “Organización espacial y paisaje arquitectónico en la ciudad medieval. Una aportación geográfica a la historia del urbanismo abulense”, en *Cuadernos abulenses*, nº 1, pp. 69-89.
- VILLAR CASTRO, J. (1989): “Estructura y tipología de las ciudades castellano-leonesas”. En CABO, A. y MANERO, F. (dir.): *Geografía de Castilla y León*, T. 6. Ed. Ámbito. Valladolid, pp. 132-177.
- VILLAR CASTRO, J. (1999): “Ávila: un centro administrativo lastrado de tradición”. En CAMPESINO, A.J. (coord.): *Comercio, Turismo y Cambios Funcionales en las Ciudades Españolas Patrimonio de la Humanidad*. Ed. Cámara de Comercio e Industria de Cáceres. Cáceres, pp. 61-80.

ACTIVIDADES CREATIVAS Y DESARROLLO EN LAS PEQUEÑAS CIUDADES: TERUEL COMO EJEMPLO

Ana Isabel Escalona Orcao¹, Luis Antonio Sáez Pérez², Luisa María Frutos Mejías¹ y Blanca Loscertales Palomar¹

¹Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza

²Departamento de Estructura e Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza

RESUMEN

Una de las razones que explican la búsqueda de nuevas oportunidades de crecimiento en las pequeñas ciudades de las áreas menos avanzadas de Europa es la persistencia de fuertes desequilibrios territoriales. El aprovechamiento de su patrimonio cultural favorece el desarrollo de estrategias basadas en el talento local y adaptadas a la personalidad del territorio. El artículo se centra en la ciudad de Teruel y estudia cómo la tradición de los amantes y de las bodas de Isabel Segura, que se recrea anualmente desde 1997, ha contribuido a la generación de actividades creativas en la ciudad y su entorno próximo. El análisis realizado nos ha permitido conocer y evaluar los vínculos existentes entre sus componentes y las externalidades positivas e impactos socioeconómicos generados. El caso estudiado tiene un interés teórico añadido, porque permite reconstruir el desarrollo, estructura interna e impacto territorial de un potencial *cluster creativo*. El artículo presenta la zona de estudio, realiza la revisión de los conceptos de *cluster* y de actividades creativas y se centra después en la recreación de *Las Bodas de Isabel de Segura* considerando su génesis, evolución, estructura, sinergias funcionales e impacto territorial en la estructura productiva y en la sociedad local.

Palabras clave: Actividades creativas, patrimonio cultural, *cluster*, desarrollo local,

ABSTRACT

Creative activities and development in small towns. The example of Teruel

One of the reasons for searching new growth opportunities in the small cities of the less developed areas in Europe is the persistence of strong regional imbalances. Cultural heritage provides a good resource because it encourages the development of activities based in local talent and adapted to the territory. The article focuses on the city of Teruel and shows how the Middle Age tradition of the weddings of Isabel Segura, which is recreated annually since 1997, has contributed to the generation of various creative activities in the city and its immediate environment. The paper begins introducing the study area. The theoretical chapter reviews the concepts of cluster and creative activities. We then proceed to the analytical content considering the genesis of the recreation, its evolution, functional structure and synergies, in order to evaluate if the activities involved constitute a creative cluster and assess the positive externalities and socioeconomic and spatial impacts generated. The conclusion summarises the relevant issues and includes suggestions for further research

Keywords: Creative activities, heritage, cluster, local development

1. INTRODUCCIÓN¹

Las áreas rurales y muchas de las pequeñas ciudades de España y de otros países de Europa presentan una situación de menos desarrollo respecto de las grandes ciudades y metrópolis. Esta afirmación es muy

Contacto: Ana Isabel Escalona Orcao: aescalon@unizar.es; Luis Antonio Sáez Pérez: lasaez@unizar.es; Luisa María Frutos Mejías: lmfrutos@unizar.es; Blanca Loscertales Palomar: bloscet@unizar.es

¹ Este artículo se enmarca en el proyecto de investigación "Los clusters de actividades creativas en las áreas semiurbanas y rurales españolas: Factores e impacto en el desarrollo territorial", que resultó seleccionado en la convocatoria 2012 del Proyectos de Investigación no Orientada del Ministerio de Economía y Competitividad. Contiene algunos resultados presentados en una versión preliminar a las XXIX Jornadas de Ciencia Regional (Oviedo, 2013), sin que hayan sido publicados.

clara en el territorio español, con un marcado desequilibrio demográfico y económico entre las zonas costeras y las del interior, excepto Madrid, que, si bien tiene raíces históricas anteriores, se consagra definitivamente a partir del cambio estructural, económico y social, iniciado en la segunda mitad del siglo pasado. La provincia de Teruel es muy representativa: su capital con 35.961 habitantes en 2013 es la de menor población de España; además, los 143.728 habitantes de la provincia representan solo un 44% de los registrados en 1900. La densidad media es de las más bajas de Europa, con 9,4 hab/km² en la provincia, e incluso desciende hasta los 4 hab/km² en el entorno de la capital, lo que permite calificar de desierto demográfico a una amplia parte del territorio. Las políticas europeas han tenido en cuenta estos factores y se han puesto en marcha iniciativas, como la LEADER u otras, que han supuesto subvenciones públicas sensiblemente superiores a la de territorios equivalentes (Art. 87.3.c del Tratado CE). De hecho la provincia de Teruel ha sido beneficiaria de una financiación especial desde 1993, “el Fondo de Inversiones de Teruel”, con la participación del gobierno español y aragonés. Pero estas medidas no han dado el fruto esperado de modo que ni la provincia ni su capital han dinamizado suficientemente su tejido económico.

Ante esta situación, los expertos y los gestores públicos han buscado nuevas vías para activar la economía local y ayudar en la consecución de un desarrollo endógeno, basado en recursos materiales e inmateriales de carácter histórico o cultural y ligados a la personalidad del territorio y de sus gentes. Las líneas maestras de las políticas europeas de desarrollo local para el periodo 2014-2020, recogen este tipo de actuaciones que, por un lado, favorecen la iniciativa del emprendedor a través de la financiación y asesoramiento específico, y por otro, pretenden reforzar las peculiaridades territoriales y la identidad de estos espacios, suscitando, de este modo, el aprecio y arraigo de la población. Este es el caso de las *actividades creativas*, como ha quedado patente en diversas investigaciones recientes. La Unión Europea considera que están en condiciones de sustentar un desarrollo inteligente, sostenible e inclusivo de todas las regiones y ciudades europeas y de extender dicho desarrollo al conjunto de la economía (Comisión Europea, 2012: 3). Teruel y su entorno parecen espacios apropiados para estas actividades que combinan lo creativo y lo local, ya que cuenta con un amplio patrimonio natural y cultural y este último, tanto material como inmaterial, es susceptible de convertirse en un activo explícito de ese tipo de actividades. Se cuenta además con experiencia en su puesta en valor desde el último tercio del siglo pasado, ya que han ido surgiendo iniciativas muy variadas a las que se suman otras, como la fiesta de *Las Bodas de Isabel de Segura* objeto de análisis en este artículo.

Existen numerosos estudios sobre las actividades creativas en las grandes ciudades y regiones metropolitanas españolas (Méndez *et al.*, 2012; Lazeretti, Boix y Capone, 2008). Por el contrario, las pequeñas ciudades apenas han sido objeto de estudios específicos desde esta perspectiva. Cabe añadir, además, que los modelos teóricos de referencia como el concepto de *cluster* –manejado en esta investigación– no se han inspirado en ellas para construir sus marcos analíticos. En este contexto, contrastar la validez del concepto “*cluster* de actividades creativas” como marco de estudio para la ciudad de Teruel, ha constituido un importante reto. Los resultados obtenidos verifican la pertinencia del marco adoptado y permiten afirmar que Teruel es un claro ejemplo de actividades creativas emergentes aunque sus interrelaciones sólo denoten un estadio inicial en su configuración como *cluster*. Hemos observado también que el conocimiento y refuerzo de las peculiaridades del territorio y el aprecio creciente de la población por algo que percibe como propio, han favorecido que las actividades perduren y contribuyan al aumento del capital social en la capital y en su área de influencia. Por todo ello el caso estudiado proporciona elementos que confirman las expectativas suscitadas por las actividades creativas como herramientas de las políticas de desarrollo local y regional.

2. LA TRADICIÓN Y EL PATRIMONIO COMO RECURSOS PARA EL DESARROLLO LOCAL. ORÍGENES DE LA CELEBRACIÓN DE LAS BODAS DE ISABEL DE SEGURA

Teruel y su provincia cuentan con un importante patrimonio histórico y cultural. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, declaró en 1986 al mudéjar turolense como Patrimonio de la Humanidad, dando con ello un fuerte impulso al turismo cultural. Por otra parte, siempre han existido asociaciones y redes de carácter cultural y social, pero su alcance era limitado, ya que quedaba circunscrito a especialistas y a los grupos más participativos de cada localidad, normalmente minoritarios y sin trascendencia económica y social relevantes. Solo las festividades tradicionales lograban aglutinar al conjunto de la comunidad, pero con una finalidad lúdica y reducida a la esfera más personal de relaciones, concentrándose en unos pocos días. Puede afirmarse, por tanto, que,

aunque Teruel contaba con un amplio capital histórico, antropológico, arquitectónico y medioambiental, no se le había sacado partido de forma plena, ni siquiera dentro de los procesos pasados de reestructuración del medio rural, que tienden a valorar estos recursos e incluso a introducirlos en los mercados residenciales, turísticos y de ocio (Hoggart y Paniagua, 2001).

La iniciativa de celebrar *Las Bodas de Isabel de Segura* representa un importante cambio. La leyenda de los Amantes de Teruel, que da origen a la fiesta, relata una trágica historia de amor y de muerte que tuvo lugar en el siglo XIII entre Isabel de Segura y Juan (o Diego) Martínez de Marcilla o Marsilla. Como otras leyendas, forma parte del patrimonio inmaterial, de la tradición y del imaginario colectivo español y ha sido objeto de atención de literatos, músicos y pintores desde el Siglo de Oro hasta el Romanticismo, destacando, en esta época, la obra del escritor Juan Eugenio Hartzenbusch. Estos antecedentes y la identificación popular con la leyenda, impulsaron a la Asociación de Empresarias de Teruel a llevar a cabo su recreación teatralizada, solicitando una subvención de la Unión Europea para ponerla en marcha con el apoyo de la Cámara de Comercio de Teruel. Aquí se encuentra el germen de lo que iba a llegar a ser un verdadero fenómeno sociológico a partir de la primera recreación histórica, que tuvo lugar en 1997, durante un fin de semana de febrero próximo al día de san Valentín, con un notable éxito, aunque con una participación modesta de la población. Desde el inicio se contó con la colaboración de diversas personas de la ciudad, que asumieron la organización y gestión de diversos aspectos de la celebración, a la vez que el Ayuntamiento de la ciudad prestó el apoyo institucional desde el inicio, ayudando a su financiación.

La fiesta fue consolidándose en sucesivas ediciones. Desde 2001 *Las Bodas* forman parte de las federaciones española y europea de Fiestas y Recreaciones históricas y en 2005 se crea la *Fundación Bodas de Isabel Segura*, patrocinada por el Ayuntamiento, la confederación provincial de empresarios y una entidad bancaria local. La edición de 2010 incorpora por vez primera una segunda actuación, *La partida de Diego*, celebrada a principios de octubre y que en su edición de 2013 vino acompañada de la organización del I Congreso Internacional de Fiestas y Recreaciones Históricas. Ya en 2007 esta fiesta fue declarada de Interés Turístico Regional y actualmente se está tramitando la solicitud de su declaración como fiesta de Interés Turístico Nacional.

3. LOS CLUSTERS DE ACTIVIDADES CREATIVAS Y SU ESTUDIO EN LAS PEQUEÑAS CIUDADES ESPAÑOLAS. FUNDAMENTOS, EVIDENCIAS E IMPLICACIONES ANALÍTICAS

El análisis de las actividades creativas como herramientas de desarrollo en las pequeñas ciudades como Teruel, requiere su definición e identificación previas. Uno de sus rasgos distintivos es la generación de "...productos tangibles o servicios intangibles –intelectuales o artísticos– con contenido creativo, valor económico y objetivos de mercado" (United Nations, 2010: 7). A ello se añade que tienen su origen en la aplicación del talento individual con fines empresariales y que se les presupone un alto potencial para la promoción del desarrollo territorial (Bakhshi, Freeman y Higgs, 2013). La tabla 1 sintetiza sus distintos ámbitos e identifica las actividades de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-2009) y las ocupaciones de la Clasificación Nacional de Ocupaciones (CON-2011) que consideramos que se ajustan con los rasgos definitorios aportados.

Cuadro 1. Caracterización e identificación de las actividades creativas

ÁMBITO	SECTOR	Actividad (CNAE-09)/Ocupación (CON-2011)
PATRIMONIO	Artesanía	321. Fabricación de artículos de joyería, bisutería y similares 761. Mecánicos de precisión en metales, ceramistas, vidrieros y artesanos ²
	Gestión de espacios de interés cultural	910. Actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales
ARTES	Artes escénicas (música, teatro, circo, danza, ópera, títeres)	900. Actividades de creación artísticas y espectáculos
		742. Actividades de fotografía

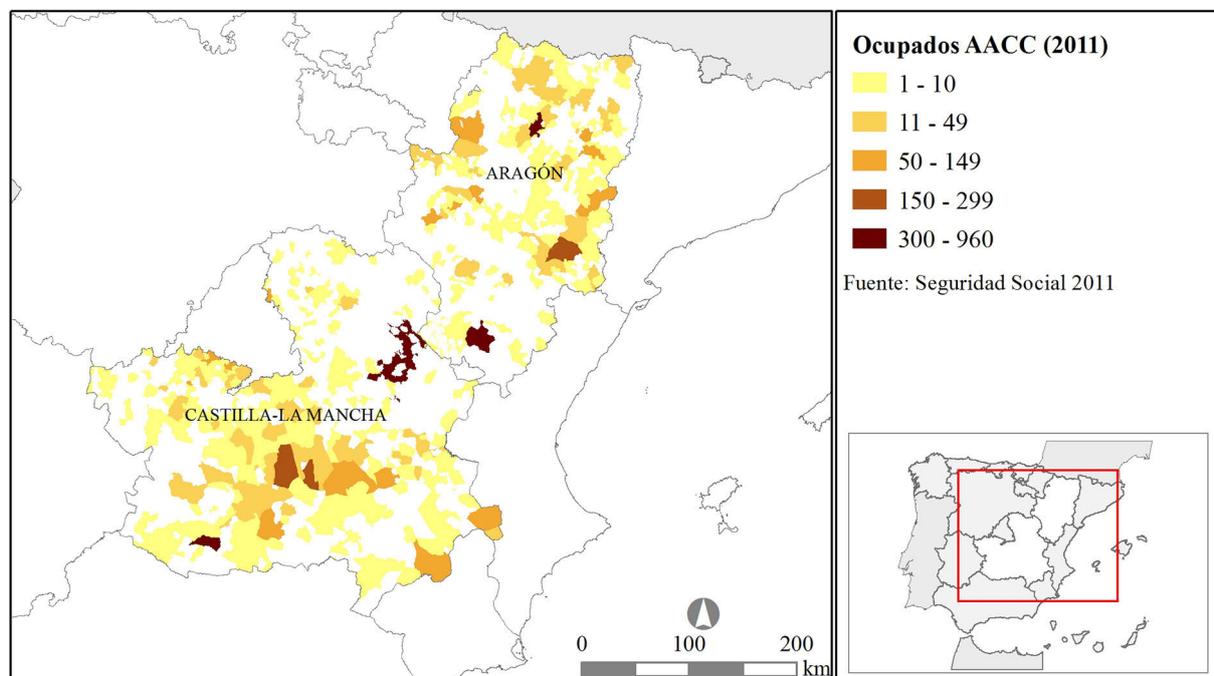
2 Categoría de la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011 que incluye las siguientes ocupaciones artesanales: Relojeros y mecánicos de instrumentos de precisión; Lutieres y similares; afinadores de instrumentos musicales; Joyeros, orfebres y plateros; Trabajadores de la cerámica, alfareros y afines; Sopladores, modeladores, laminadores, cortadores y pulidores de vidrio; Rotulistas, grabadores de vidrio, pintores decorativos de artículos diversos; Artesanos en madera y materiales similares; cesteros, bruceros y trabajadores afines; Artesanos en tejidos, cueros y materiales similares, preparadores de fibra y tejedores con telares artesanos o de tejidos de punto y afines; Artesanos no clasificados bajo otros epígrafes

COMUNICACIÓN	Publicaciones y medios impresos	581. Edición de libros y otras actividades editoriales
	Audiovisuales, producción de radio y televisión	182. Reproducción de soportes grabados
		591. Actividades cinematográficas, de video y de programas de televisión
		592. Actividades de grabación de sonido y edición musical
		601. Actividades de radiodifusión
602. Actividades de programación y edición de televisión		
CREACIONES FUNCIONALES	Diseño	741. Actividades de diseño especializado
	Arquitectura	711. Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería y otras actividades relacionadas con el asesoramiento técnico
	Publicidad	731. Publicidad
		732. Estudios de mercado y realización de encuestas de opinión pública
		702. Actividades de consultoría de gestión empresarial
	Informática, juegos y publicaciones electrónicas	582. Edición de programas informáticos
620. Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática		

Fuente: Elaboración propia.

Estudios recientes llevados a cabo en España y en otros países europeos sobre el significado y localización de estas actividades, han dejado patente su concentración en las grandes áreas urbanas y un peso económico, en términos de producción y empleo, por debajo de las expectativas (Sánchez, Méndez y Arellano, 2014). Ello parece dejar fuera del ámbito de desarrollo de estas actividades a las pequeñas ciudades y las áreas rurales. Sin embargo investigaciones del equipo al que pertenecen los autores de este trabajo han evidenciado una presencia significativa de estas actividades en las pequeñas ciudades y áreas rurales españolas, como se refeja en el siguiente mapa.³

Figura 1. Pequeñas ciudades y municipios rurales de Aragón y Castilla la Mancha con presencia de actividades creativas



La hipótesis de partida de este trabajo es que el impacto potencial de las actividades creativas en el desarrollo de las respectivas localidades aumenta si forman parte de *clusters*. Cabe recordar, en primer

³ En el marco de la investigación se consideran pequeñas ciudades las que tienen 75.000 habitantes o menos.

lugar, que el concepto de *cluster* se consolidó en los análisis académicos a finales del siglo pasado, cuando Porter (1998) redefinió las externalidades intra e inter sectoriales que aumentan la productividad empresarial. Se asume que los *clusters* –como concentraciones geográficas de empresas interrelacionadas, proveedores especializados y empresas e instituciones de sectores afines– favorecen la aparición y difusión de innovaciones, conocimiento y crecimiento; y que ello tiene para sus integrantes y para el entorno múltiples efectos positivos (Rodríguez-Pose and Comptour, 2012). A este respecto Bathelt *et al* (2004) recuperan el concepto de *buzz*, traducible por “zumbido” o “rumor”, al que Storper y Venables (2002) atribuían los procesos de generación y difusión de conocimiento. Los últimos autores citados resaltan la importancia de un medio propicio para la información y la comunicación que surge, a su vez, de los contactos directos entre personas y empresas que trabajan en actividades semejantes y coinciden en un mismo espacio. Las fuentes externas de conocimiento que conectan al *cluster* con el resto del mundo son también muy importantes. Todo ello facilita la circulación de informaciones específicas y permanentemente actualizadas entre los componentes del *cluster*; se inducen aprendizajes espontáneos o sistematizados; aparece una percepción semejante de los nuevos conocimientos y tecnologías y se favorece la existencia de hábitos y tradiciones, lo que facilita que se puedan establecer convenciones y acuerdos institucionales en el *cluster* (Bathelt *et al*, 2004: 38; Lundmark y Petterson, 2012).

Estos resultados plantean cuestiones de gran interés sobre los factores explicativos de esas dinámicas: por qué aparecen, qué tipo de actividades creativas predominan, cuáles son sus trayectorias, si los potenciales *clusters* pueden superar las restricciones geográficas convencionales o qué estrategias de desarrollo regional suscitan (v. cuadro 2).

Cuadro 2. Cuestiones de interés para el análisis de un *cluster* de actividades creativas en pequeñas ciudades y áreas rurales

Aspecto al que se refieren	Cuestiones que deben ser objeto de análisis
Desarrollo de la iniciativa en un contexto específico	Presencia de agentes cualificados que realizan una función de liderazgo y de apoyo para la puesta en marcha del <i>cluster</i>
	Creación de una organización que coordine la gestión e interactúe con todos los participantes en la iniciativa
	Existencia de mecanismos para detectar y evitar actuaciones que puedan desvirtuar la naturaleza de la iniciativa
	Apoyo de fuentes de financiación diversificadas
Relaciones entre los integrantes del <i>cluster</i>	Formación de redes de cooperación entre los participantes (empresas, instituciones, actores no económicos u otros)
	Unidad en la percepción de la iniciativa y presencia de objetivos claros compartidos por todos los participantes
	Existencia de mecanismos participativos para la toma de decisiones
	Colaboración efectiva entre los sectores público y privado
	Buena relación entre los integrantes, con independencia de su posible cooperación o competencia
	<i>Masa crítica</i> : número suficiente de participantes y calidad de las actividades y servicios ofrecidos
Impacto local	Creación de una marca que permita su identificación con vistas a la difusión de la iniciativa
	Creación de reglamentos sobre la propiedad intelectual y la calidad de las actividades y productos ofrecidos
	Desarrollo del capital social
	Impulso a la identidad local
	Difusión en el entorno

Fuente: Adaptado a partir de Cinti, 2008. Elaboración propia

La investigación planteada está vinculada a un proyecto más amplio pero este artículo recoge solo los resultados de la parte de la investigación y aporta los testimonios de una selección de entrevistas semiestructuradas realizadas a agentes clave en el desarrollo de la fiesta.

4. LAS BODAS DE ISABEL DE SEGURA COMO EPICENTRO DE UN POSIBLE CLUSTER DE ACTIVIDADES CREATIVAS EN TERUEL. CONTEXTO, EVOLUCIÓN, ESTRUCTURA E IMPACTO.

Esta parte del artículo se inicia con una breve descripción del perfil de las actividades creativas en Teruel. A continuación se centra en el modelo aplicado en la evolución de *Las Bodas de Isabel de Segura*, ya que difiere e incorpora algunas particularidades respecto de los modelos teóricos. Seguidamente se exponen y comentan los resultados de las entrevistas mantenidas con diferentes agentes cualificados y previamente seleccionados por su relación con cuestiones como la gobernanza del *cluster*, las interrelaciones detectadas y su difusión en el territorio.

4.1. Contexto y evolución de la celebración

La ciudad de Teruel ya destacaba en el año 2001 por la importancia relativa de sus actividades creativas, máxime teniendo en cuenta que el promedio observado era superior al de otras áreas rurales y al de las pequeñas ciudades españolas de menos de 70.000 habitantes. Contaban además con una mayor diversificación, aunque sobresalían claramente las actividades relacionadas con el patrimonio y las creaciones funcionales (cuadro 3).

Cuadro 3. Las actividades creativas en Teruel

Ámbito espacial	Tipo de actividad creativa (nº ocupados; %)							
	Patrimonio		Artes		Comunicación		Creaciones funcionales	
Teruel	194	40,9	31	6,5	67	14,1	182	38,4
Áreas rurales y pequeñas ciudades españolas	9.133	50,2	8.203	4,8	17.456	10,1	56.844	32,9
España	209.021	27,6	4.254	5,3	128.263	16,9	380.818	50,2

Fuente: Escalona *et al* (en prensa)

Estas actividades siguen teniendo una gran importancia como lo demuestran las estadísticas de afiliados a la Seguridad Social. En el año 2011 existían en Teruel un total de 548 afiliados sin contar los artesanos (censados en otras fuentes). Es significativo que más de la mitad de los mismos corresponden a sectores integrados en la categoría de creaciones funcionales, si bien el que se trate de servicios cualificados que contribuyen como parte del proceso productivo de un conjunto muy amplio de actividades productivas, entre otras la construcción con su burbuja experimentada durante el período de estudio, puede ser una causa explicativa.

La existencia de este variado tejido de actividades creativas enmarca la génesis y consolidación de *Las Bodas de Isabel de Segura* y ha impulsado su celebración posterior. Es sabido que las personas con un determinado nivel cultural y actividad laboral demandan y se sienten atraídas por determinados productos culturales y que encuentran agradables las condiciones de vida que ofrecen los lugares pequeños (McGraham *et al.*, 2007). Por ello, los modelos teóricos al sistematizar las etapas de desarrollo de actividades creativas o culturales en las pequeñas ciudades y en las áreas rurales, coinciden en afirmar la conveniencia de que existen determinados antecedentes que faciliten la puesta en marcha de la actividad (Shifferd, 2005). Esta emerge también merced al liderazgo ejercido por algún actor o grupo de actores relevante y con la existencia de actividades de tipo informal que hacen posible la participación de la población. El desarrollo constituye otra etapa en la que se dan hechos como el trabajo coordinado y la colaboración de los participantes; la realización con regularidad de actividades artísticas u otras vinculadas a la iniciativa; el alcance de una masa crítica de participantes activos y la formación de un grupo de apoyo permanente. La iniciativa alcanza la etapa de madurez cuando tiene un papel central en la economía local que además es percibido así; ello requiere en muchas ocasiones contar con espacios o equipamientos propios.

En la evolución de *Las Bodas de Isabel de Segura* podemos reconocer las etapas descritas pero con algunas peculiaridades, como muestra el cuadro 4.

Cuadro 4. Modelo evolutivo de la celebración de *Las Bodas de Isabel de Segura*.

Antecedentes (antes de 1997)	Fase emergente (1997-2005)		Fase de desarrollo (2005- hasta la fecha)		Fase de madurez (pendiente)
<p>Actitudes y valores</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aprecio de los jóvenes por el teatro, la música, las tradiciones, la propia ciudad. (Grupo musical sefardí <i>Artesonado</i>) - Valoración de la historia local y de la ciudad por una parte significativa de la ciudadanía con hitos históricos que la han reforzado (Asociaciones culturales que surgen o se fortalecen, <i>Albishara</i>) - Tradición histórica y artística específica de la ciudad (Mudéjar, Leyenda de los amantes) - Precedentes (Representación en los años cincuenta) 	<p>Liderazgo en la organización</p> <ul style="list-style-type: none"> - Configuración de <i>redes</i> para su promoción. Patrocinio del ayuntamiento (1999) - Integración en la Federación de Recreaciones Históricas - Asesoramiento externo (Antonio Gargallo <i>et al.</i>, Instituto de Estudios Turolenses) - Mercadillo medieval - Talleres de danzas medievales - Talleres de luchas de espadas - Talleres de trajes medievales - Talleres de cuero - Nuevos grupos de teatro medievales: <i>Siglo XIII, Dramatis Turolis, El Candil</i>. etc.... 	<p>Reconocimiento y crecimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundación Bodas de Isabel de Segura (2005) - Financiación externa - Reconocimiento por los ciudadanos (participación creciente y masiva) - Ampliación de las redes que apoyan el proyecto (Reglamento de los grupos, organizados como Federación, en 2005) - Ocupación de lugares centrales y emblemáticos de la ciudad - Cobertura en medios de comunicación, regionales y nacionales - Percepción de los estímulos económicos de la fiesta: hostelería, comercio especializado, restauración - Atracción de actividades creativas de otros ámbitos y lugares - Intercambios internacionales (con Carcassonne, Francia y otros). - Intercambios nacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades regulares en diversos campos artísticos y sociales: conciertos, dramatizaciones, musicales, exhibiciones, conferencias y cursos - Masa crítica creciente de actores y colaboradores - Consolidación de un grupo organizador estable - Redes y sinergias entre grupos artísticos - Reconocimiento institucional: <ul style="list-style-type: none"> • 2007: Fiesta de Interés Turístico Regional • 2008: premio de la Fundación Aragonesista • 2009: Tramitación de la certificación de calidad ISO 9001 - Aumento del sentimiento cívico e identificación con la iniciativa - Participación abierta a personas de todas las edades. 	<p>Integración del sector artístico</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento externo por profesionales y gestores del mundo teatral, artístico - Localización de un barrio o área local como lugar creativo y artístico (pendiente) - Información, divulgación y formación (A través de la Fundación Bodas de Isabel) 	<ul style="list-style-type: none"> - Círculo virtuoso de atracción de artistas y gente creativa ajena por los artistas locales - Profesionalización de algunos grupos. (<i>Les Morenillas</i>) - Negocios relacionados con la recreación. (todavía minoritarios y estacionales) - La recreación es un elemento central en las estrategias de desarrollo local (Ni la administración regional ni la local le concede aún ese papel) - Instalaciones propias específicas en el ámbito artístico (No existen) - Estructura organizativa robusta que incluye información, difusión y formación (Fundación Bodas de Isabel de Segura)
<p>Líderes que encienden la mecha</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asociación de Mujeres Empresarias, con mentalidad emprendedora y fondos europeos - Experiencia vital y académica en áreas artísticas. - Conocimiento de festivales y recreaciones similares - Conocimiento de la realidad cultural local y contactos - Capacidad de movilizar agentes locales y grupos latentes 	<p>Actividad artística</p> <ul style="list-style-type: none"> - Configuración de redes promotoras. - Prácticas artísticas, teatrales, musicales, con grupos surgidos como consecuencia del proyecto. - Prácticas colectivas vinculadas a la actividad: <ul style="list-style-type: none"> • 1998: Talleres de costura; charlas • 1999: <i>Casting</i> de artistas que seguirá con convocatoria abierta todos los años • 2000: Concurso de guiones • 2001: Concurso carteles 			<p>Apoyo financiero público y privado</p> <ul style="list-style-type: none"> - Subvención del FITE (Fondo de Inversiones para Teruel) - Ampliación y diversificación de patrocinadores <i>Angels business</i> locales (Caja Rural de Teruel) - Compromiso financiero individual de los ciudadanos (cuotas por pertenecer a los grupos medievales) 	
<p>Sucesos catalizadores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Celebración del 14 de febrero de 1997 con representaciones en la calle 				<p>Reforzamiento del turismo local</p>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Shifferd, 2005.

Como se expresa en el cuadro 4, las condiciones previas que facilitan la aparición de un *cluster* creativo se dan en la ciudad de Teruel desde mitad del decenio de mil novecientos noventa. Existe un patrimonio inmaterial relevante, y entre otras historias y sucesos destaca la leyenda de los amantes que es muy conocida y valorada como propia por los ciudadanos y ya había sido con anterioridad tratada en estudios científicos y en el marco de la divulgación. Además, su condición de ciudad universitaria y la existencia de grupos especializados en Historia medieval y centros de investigación como el Centro de Estudios Mudéjares y el Instituto de Estudios Turolenses, favorecen la existencia de un trasfondo académico en cuyo ámbito han surgido diferentes iniciativas con rigor documental. Por otra parte, el elevado nivel de instrucción de una parte importante de su población así como su nivel de renta, han generado una demanda potencial sensible a cualquier iniciativa innovadora cultural y de ocio que se plantee.

La posibilidad de contar con programas formativos europeos para fomentar la iniciativa emprendedora y la puesta en valor de los recursos locales, hicieron también posible que personas dinámicas pusieran en marcha diferentes negocios gracias a activos inmateriales de este tipo. Así se explica que un curso del Fondo Social Europeo, enfocado a actividades empresariales impulsadas por mujeres, decidiera que dos de sus participantes iniciaran la aventura cultural de *Las Bodas* en 1997.

4.2. Estructura funcional de las actividades inducidas por la celebración

En la celebración de *Las Bodas de Isabel de Segura*, están presentes en mayor o menor grado los diferentes componentes que pueden configurar el sistema que avala y soporta el desarrollo de actividades creativas en un contexto dado, conformando el germen de un posible *cluster* de actividades creativas. La información recogida sobre la celebración pone de manifiesto la existencia de numerosos y diversos tipos de agentes, empresas, instituciones u organizaciones actualmente implicados en la misma (v. cuadro 5).

Cuadro 5. Componentes del posible *cluster* de actividades creativas en torno a *Las Bodas de Isabel de Segura*

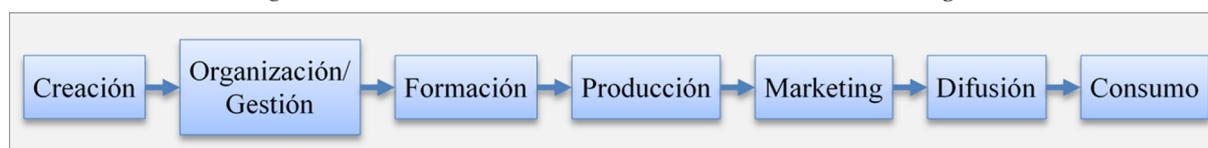
Tipos de componentes	Instituciones, actividades, servicios, y empresas involucradas en la celebración (1)					
Instituciones asociadas	Patrocinadores	Fundación Bodas de Isabel de Segura		Ayuntamiento/ Gobierno autonómico	Federación de Asociaciones de Grupos Históricos	
Firmas creativas	Artisanos	<i>Confección de trajes, instrumentos musicales</i>	<i>Grupos de teatro y danza</i>	Mercado medieval asociado	Grupos recreacionistas	
Proveedores especializados	<i>Compañías de imagen y sonido</i>	Investigadores Historiadores	Escritores (guionistas)	Cursos de formación	<i>Selección de actores</i>	Alimentos históricos
Otros proveedores	<i>Medios de comunicación</i>	<i>Organizadores de eventos</i>	Organización de Concursos	Comercio relacionado	Hostelería Transporte Servicios	Agencias de viajes y turismo

(1) En cursiva, componentes pertenecientes a los tipos de actividades creativas establecidas en el cuadro 1

Fuente: Entrevistas estructuradas. Elaboración Propia

En las funciones y actividades identificadas en el cuadro 4, pueden reconocerse las diferentes etapas del clásico esquema de la cadena de valor referida a la recreación turolense, que queda configurada conforme a la siguiente secuencia:

Figura 2. Elementos de la cadena de valor de *Las Bodas de Isabel de Segura*



La reclasificación de los integrantes de la celebración conforme a la secuencia expuesta se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6. Tipos de entidades participantes en *Las Bodas de Isabel de Segura* y función que desempeñan en la cadena de valor de la celebración⁴

Función	Tipo entidad	Función	Tipo entidad
Organización/ gestión	Fundación	Producción (continuación)	Alimentación historicista
	Patrocinadores		Catering
	Administraciones públicas		Grupos recreacionistas
Creación	Investigadores	Comercialización	Peñas (1) y afines
			Guionistas
	Promotores cursos		Organizadores concursos
Formación	Promotores de <i>castings</i>	Difusión	Comercio relacionado con la fiesta
	Producción		Artesanos
Talleres (indumentaria, Instrumentos musicales)		Administración local	
Grupos teatro		Consumo	Material impreso y medios
Empresas de sonido, electricidad	Organizadores eventos		
			Agencias turismo
			Material impreso y medios
			Población local
			Visitantes

(1) Asociaciones de residentes formalmente constituidas para el desarrollo de actividades recreativas

Fuente: Elaboración propia

El papel de los investigadores y recreacionistas ha sido clave, ya que han rastreado las referencias históricas en relación con los protagonistas de la leyenda. También se han centrado en identificar el ambiente, los atuendos y los componentes de la sociedad de principios del siglo XIII. Esta función es, de algún modo, compartida con los guionistas de las representaciones teatrales o los cartelistas. En cuanto a la organización y gestión, es incuestionable el papel de la *Fundación Bodas de Isabel*, que además contrata al Mercado Medieval, y *ex equo* la del Ayuntamiento, pero hay que tener también en cuenta la importancia que tiene en la estructura funcional organizativa, el Comité Medieval, síntesis de diversos agentes que hacen posible la fiesta, y de modo más concreto, la federación de Asociaciones de grupos Históricos, tal y como opinan los técnicos:

En realidad el Comité fue un acierto total porque...son los mismos intereses pero ...cada uno los entiende de una manera, y la cordura... la tiene que poner quien preside, ... discutimos de todo lo que tenemos que discutir... se habla de todo...es un sistema muy bueno....se intentó generar un borrador de reglamento para coordinar toda la Fiesta, pero al final hay cosas que no se sabe si es mejor reglamentarlas o no...(Técnico del Ayuntamiento de Teruel)

Las siguientes etapas de la secuencia tienen una entidad desigual. El capítulo formativo es interesante, ya que la recreación dramática ha dado lugar a la organización de cursos de teatro y de danza y a la aparición de talleres de confección de vestimentas, uno de ellos como fruto inmediato del programa emprendedor para mujeres, y de accesorios de época, que han enlazado con la función productiva al apoyar la creación de algunas empresas y consolidar otras ya existentes, especializadas en confección a medida, un negocio que parecía extinguirse. *Las Bodas* han contribuido a potenciar el desarrollo local por su impacto en algunos servicios como la hostelería, pero también en otras actividades como imagen y sonido o imprenta; y por su relación con la industria que, aunque de forma más modesta, ha permitido consolidar algunas actividades relacionadas con la confección, la ornamentación urbana de todo tipo e incluso la

⁴ En el trabajo de campo hemos entrevistado a representantes de las siguientes funciones: Organización y Gestión (*Fundación Las Bodas de Isabel*, Ayuntamiento de Teruel, Cámara de Comercio), creación (Instituto de Estudios Terulenses; expertos en equipamientos e instalaciones para recreaciones históricas), producción (propietarios de talleres de indumentaria) y servicios (gerentes de establecimientos hoteleros, empresa de turismo activo). La entrevista era semiestructurada y el cuestionario similar pero adaptado a cada uno de los actores según la información que nos interesaba recabar.

elaboración de alimentos o bebidas específicos de inspiración histórica. La comercialización, además de lo que significa en esta línea el Mercado Medieval, cuyos puestos venden artesanía de diversos tipos, ha dado lugar al incremento del comercio de tejidos, al montaje de tiendas de recuerdos relacionadas con la fiesta y lo medieval y al incremento de muchos servicios, especialmente de hostelería. La difusión, por su parte, ha involucrado a los medios de comunicación regionales y a los expertos diseñadores de una página web y de una revista el línea, mientras que de modo indirecto algunos de los patrocinadores han colaborado igualmente, en la publicidad con su propia aportación a la fiesta (caso de una conocida marca de cerveza). Todo ello confirma su interés en aspectos como la búsqueda de nuevos nichos de mercado e iniciativas emprendedoras potenciales.

La celebración de *Las Bodas*, como todo acontecimiento cultural, necesita una financiación fija que está en torno a los 240.000 euros, y sobre la que recogemos diversos comentarios de varios de los entrevistados. La mayor parte de esta cantidad la proporciona el Ayuntamiento, incluyendo todos los años una partida en sus presupuestos para este fin. En las dos últimas ediciones, una cantidad sustancial debía proceder del Fondo de Compensación Interterritorial para Teruel (FITE), lo que está siendo objeto de controversia dada la finalidad inversora del mismo, y la condición de gasto corriente que presentan la mayoría de las partidas presupuestarias asignables a la fiesta.

El Ayuntamiento de Teruel tiene una partida presupuestaria ... de más de 100.000 euros...Pero este año serán unos 75.000... El FITE ... de 2012 está concedido pero no materializado... y el de 2013 está comprometido pero no está activo todavía... De momento no han recibido el dinero ni del FITE del año pasado ni el de éste. El montante mayor no ha sido entregado porque todavía no lo han recibido (Técnico del Ayuntamiento de Teruel)

Otros promotores, como el gobierno regional, la Caja Rural y la Asociación de Empresarios aportan diversas cantidades y hay colaboradores que proporcionan además algún servicio. Es el caso de la Cámara de Comercio o de un grupo hostelero:

Si hubiéramos tenido la capacidad económica hubiéramos podido estar en estos proyectos desde el principio... Ahora...en la Partida de Diego [secuela de la Fiesta que se celebra en octubre], hemos colaborado a través del Programa Comunitario Alimentos de Teruel, en el suministro de las tropas, en publicidad... y estamos siempre a disposición de quien nos solicite (representante de la Cámara de Comercio de Teruel)

El grupo ... colabora desde el principio: cede habitaciones, [la gerente de la Fundación] vive en el hotel durante las mismas, de aquí sale el entierro, aglutina cientos de personas (representante del grupo hotelero).

Determinadas empresas patrocinadoras colaboran igualmente, pero en función de los beneficios que a ellos les proporciona, tal como expresa la Gerente de la Fundación:

Creo que entre los [patrocinadores] deberíamos distinguir los que tienen un papel estratégico relevante y los que sólo tienen un interés coyuntural, comercial, de rentabilizar el nombre de su empresa o entidad, pero sin más... Por mucho dinero que aporten... su negocio real, global, depende muy poco del evento (Gerente de la Fundación Bodas de Isabel de Segura)

Finalmente hay que añadir que una parte de los ingresos procede de las cuotas que se cobra a los que instalan puestos del Mercado Medieval. De ello, inicialmente se encargaba el Ayuntamiento, pero desde la creación de la Fundación lo hace ésta, remitiendo un pequeño porcentaje al consistorio, que a su vez aporta infraestructuras y se hace cargo de los servicios de limpieza, seguridad, u otros lo que supone un montante de importancia:

Inicialmente, cuando se contrataba desde aquí [el mercado medieval], repercutía al 100% al Ayuntamiento... Desde que se creó la Fundación, ya son ellos los que cobran la ocupación y parte la tienen que ingresar en el Ayuntamiento, pero hay una cantidad [con la que] financian parte de la Fiesta...El Ayuntamiento, solo cobramos para cubrir el coste de los servicios que se prestan... podemos estimar que el ingreso que se realiza es bastante notable, estamos hablando de unos 30.000 euros de tasas, pero claro, el desgaste de suelo, de reposición...limpieza... se suele superar siempre y si hablamos del entorno, aproximativo, entre unos 30.000-50.000 euros que se colocan, también puedo decir el número de puestos que ha habido en el mercadillo en estos últimos años, en torno a los 200...(Técnicos de turismo y desarrollo local del Ayuntamiento de Teruel)

4.3. Los vínculos e interdependencias entre las entidades participantes en *Las Bodas de Isabel*

Sin duda surge una pregunta ¿las relaciones comerciales y la aparición de redes inspiradas en la confianza compartida o capital social (Camagni, 2003), en las que abundan informaciones relevantes difundidas de manera espontánea, tipo *buzz*, culminan en un *cluster* creativo? Un elemento constitutivo de

este, y que lo acredita como tal, es la existencia de interdependencias entre sus diversos integrantes, ello les hace ser más eficientes, obtener niveles de utilidad más elevados y generar externalidades positivas (Laffon, 2008). Los testimonios recogidos, indican que tales interrelaciones se dan de forma tácita entre todos los sectores que intervienen en las diferentes fases de la cadena de valor de *Las Bodas de Isabel Segura*. No obstante, hay que tener en cuenta, que sólo en algunos casos, las relaciones tácitas se traducen en relaciones formales o cuantificables. Estas relaciones son, a su vez, de carácter económico y de carácter social. Las primeras inciden más en el concepto de *cluster* convencional, y las segundas ahondan en matices de las actividades creativas y de sus atractivos para los residentes. Entre los vínculos cuantificables financieramente, destacan los mantenidos con el sector de la hostelería, como reconoce el gerente del principal grupo hotelero en la provincia:

Se ha conseguido la total ocupación de los hoteles de Teruel capital e incluso llega a llenarlos hasta 35 kms alrededor. En la fecha de la celebración los hoteles cuelgan el cartel de completo, con unas tarifas de temporada alta. Además el tipo de viajero que llega a la ciudad es de mayor poder adquisitivo que en "Vaquillas" (fiestas populares de julio).

El subsector de restauración, aún más que el de alojamiento, experimenta en mayor medida el impacto, pues gran parte de los asistentes viajan en el día desde Valencia o poblaciones inmediatas, por lo que su principal gasto es en alimentación y bebida, de modo que como comentaba otro de los entrevistados,

La restauración genera una cajas diarias del 800% más que un fin de semana normal... Dos o tres días en la calle, por supuesto la hostelería es la que más se beneficia.

Nuestro interlocutor en la Cámara de Comercio citaba también otros sectores, como el de la confección de trajes medievales y complementos:

Aparte del beneficio de la hostelería, ha generado una industria paralela: el tema de los trajes ... que se ha creado al amparo de Las Bodas y lo que esto conlleva, lonas para las jaimas.....

Según otros entrevistados, sin embargo, el sector de la indumentaria ha tenido su ciclo de negocio a lo largo de estos diez años de existencia, y tras un auge inicial se encuentra en una fase muy madura, pues algunos negocios han cerrado o disminuido sustancialmente sus ingresos por este motivo, como nos contaba nuestro interlocutor en el Ayuntamiento de Teruel:

Inicialmente tuvo y ha tenido un impacto interesante porque se crearon varias escuelas taller de indumentaria, de cuero... Estos talleres además de estos trajes medievales ... hacían los de Semana Santa...y luego ya no sé cuál fue el conflicto...quizás pertenece al ámbito particularel caso es que cerraron.

Y un emprendedor de turismo activo y medieval, que tiene una empresa en una localidad cercana, incidía también en el carácter cíclico y todavía inicial, zigzagueante, del proceso:

Al principio tuvo muchísimo tirón, un boom muy grande...todo el mundo se hacía el traje y a veces uno cada año. Pero ahora con la crisis, el que tiene uno o más no se hace otro.

Es decir, los sectores más vinculados entre sí, que experimentan las consecuencias positivas de esta actividad creativa, son los vinculados con el consumo de residentes, por la demanda adicional de éstos en vestidos tradicionales, comidas en grupos, gasto en ocio; y con el consumo *in situ* de los turistas, cuyo gasto se redirige en mayor medida hacia el alojamiento, hostelería, transporte así como a algunas compras artesanales o de comidas típicas del lugar.

Entre los proveedores de inputs cualificados, refiriéndonos a servicios creativos más sofisticados de publicidad, informática, diseño, u otros, según nos decía el secretario de la Cámara de Teruel "*hay gente competente en Teruel. Todo se hace en Teruel*", sin embargo, la capacidad de arrastre es reducida, al tratarse de una festividad concentrada en pocos días y con un mercado local reducido. La fiesta es, por lo tanto, muy relevante en cuanto al capital relacional (Cagmagni, 2003) pero no tanto con relación con las externalidades positivas sobre la estructura productiva turolense, como se argumenta en el siguiente epígrafe.

4.4. Las repercusiones económicas de la celebración

El estudio llevado a cabo hasta el momento pone de manifiesto algunos aspectos del impacto de esta fiesta en la economía local, aunque se trata de una primera aproximación pendiente de cuantificar hasta que dispongamos de más datos. No obstante, de las entrevistas pueden deducirse diferentes cuestiones de interés. Desde la perspectiva de la demanda, los consumidores de los bienes y servicios ofertados en re-

lación con la recreación, el incremento del número de participantes y visitantes ha sido constante. Según la oficina de Turismo, se cifran en 30.000 el número de visitantes, cifra que casi iguala la de la población residente (34.000 habitantes). Sin embargo, al tratarse de una fiesta abierta y gratuita, cuyos principales actos se celebran en la calle, es difícil determinar el consumo efectivo de los asistentes:

Es difícil de cuantificar. Porque es gratis. Una cosa es decir que han pasado por Turismo 30.000 personas, pero hay que ver cuánto se gastan esas personas, Porque hay gente que viene a pasar el día, se traen bocadillos, y entonces el impacto es cero (empresario; miembro de la Junta de la Federación de Asociaciones de Grupos Históricos)

Desde el primer año se ha conseguido superar las ventas aproximadamente en torno a un 5% más cada año...la gente de Teruel se toma Las Bodas muy en serio y acuden familiares de fuera como invitados de los turolenses. En Las Bodas hay unas 20.000 personas de fuera, pero no todos se alojan en hoteles (representante de grupo hotelero)

No poseemos datos económicos para cifrar la repercusión que la fiesta pueda tener en la economía turolense. No obstante, a simple vista se ve, tanto por la afluencia de forasteros, como por la presencia de puestos de mercadillo, por ejemplo. En reportajes del Diario de Teruel hemos leído manifestaciones de los artesanos sobre la buena acogida y ambiente del mercado turolense durante los días de la fiesta. Teniendo en cuenta que un aspecto importante de la misma es la actividad en las llamadas jaimas, con las comidas, meriendas, cenas, etc., suponemos que los ingresos de los comerciantes y de los establecimientos de hostelería serán positivos (exdirectora del Instituto de Estudios Turolenses)

Las entrevistas han puesto de relieve que el impacto más importante ha sido en hostelería, con hoteles ocupados al completo, no solo en la propia ciudad sino en un radio de 50 Km. Ello favorece la contratación temporal de algunas personas, tal como nos indicó el representante del grupo hotelero entrevistado. El comercio ha sido otros de los sectores beneficiados, especialmente el de alimentación, tejidos y complementos, si bien hay que advertir que en estos casos los consumidores son, mayoritariamente, los propios turolenses, tal como indican nuestros entrevistados:

En Teruel sí que se nota mucho en el tema de tiendas de confección, que estaban de capa caída, y en los primeros años se vendió telas, pasamanería...que es una cosa que estaba ya tan en el olvido,... hora hay tres o cuatro tiendas o cinco (Técnico, Ayuntamiento de Teruel)

Hay que tener en cuenta el gasto y los ingresos que se generan ...por la propia gente. Son personas que ...antes de arrancar ya tienen 1.500-2.000 euros de gasto aquí en Teruel... y luego ...material a consumir todos los años ... comida, bebida...en mi grupo pagamos cada socio 100 euros al año y somos 48 personas, o sea 48.000 euros, otros grupos incluso pagan más. Y somos 6.000 personas [en la Federación de Asociaciones de Grupos Históricos], a una media de 100 euros por persona, son 600.000 euros, que es lo que nos gastamos en Teruel, en su Fiesta, lo que deja la propia Federación, la propia gente interna, no el turista. Así que es mucho mayor el impacto interno que el externo, a nuestro entender (empresario, miembro la Junta Directiva de la Federación de Asociaciones de Grupos Históricos)

El impacto en el sector productivo, aunque más modesto, ha sido interesante; se trata de empresas pequeñas que han surgido en el ámbito de las actividades creativas, como artesanos, talleres de confección histórica o turismo y ocio cultural. A partir de la organización de diversos talleres formativos por parte del Ayuntamiento, surgen las primeras empresas de confección de atuendos medievales y de complementos, que son las más importantes por derivar directamente de la celebración, e igualmente se elaboran algunos alimentos especiales como recreación medieval así como diversos tipos de artesanía.

Tuvo ... impacto porque se crearon varias escuelas taller de indumentaria, de cuero...El primer año fue el taller de confección de trajes medievales; se formó con 20 mujeres mayores de 25 años; este taller se cerró en 2003 y se constituyeron en cooperativa...Estas empresas de confección siguen trabajando...hay dos o tres empresas que confeccionan trajes (Técnico del Ayuntamiento de Teruel)

La fiesta ha dado lugar a la formación de empresas... la más importante es [nombre de la empresa], aunque hay varias más pequeñas, pero el que más ha trabajado es [nombre de la misma empresa]. Y ahora ya no trabaja tanto para Las Bodas; vende fuera, porque el mercado local está bastante saturado. Al principio tuvo muchísimo tirón, un boom muy grande, porque todo el mundo se hacía el traje y a veces uno cada año. (empresario, miembro de la Junta Directiva de la Federación de Asociaciones de Grupos Históricos)

Cabe destacar también que *Las Bodas de Isabel de Segura* han suscitado la organización de conciertos; la puesta en marcha de diversos talleres artesanos por parte de grupos de la federación recreacionista; la formación de grupos de teatro y danza y la celebración de algunas representaciones complementarias,

como la *Partida de Diego*. Un grupo musical especializado en canción sefardí, ha pasado en estos años del campo amateur al profesional. En Teruel destacan profesionales y empresas muy cualificadas de informática, publicidad o artes gráficas que están colaborando con la celebración. Sin embargo, todos los entrevistados están de acuerdo en que su capacidad de arrastre es limitada, por ser una festividad concentrada en pocos días y por la reducida dimensión del mercado local. El sector servicios, aunque tiene un efecto positivo, especialmente en la hostelería y el ocio, tiene el grave problema de que no puede acumular su producción: la oferta limitada de una ciudad de 30.000 habitantes se encuentra desbordada por una demanda muy superior, cuya atención no puede diferir a otros momentos posteriores. En opinión de uno de los entrevistados,

Se podría apostar por la semana previa o dos semanas antes, generar unas rutas turísticas; El acueducto, por ejemplo, o la ruta del amor...se podría plantear de otra forma, pero nos centramos en fiesta, fiesta, fiesta...y al final la Fiesta tiene su público, pero claro, [para quien gusta de algo] un poco más serio o ver otro tipo de cosas... las semanas previas [podría organizarse] un ciclo de conferencias...(empresario, miembro de la Junta Directiva de la Federación de Asociaciones de Grupos Históricos)

4.5. Aspectos del impacto de *Las Bodas de Isabel de Segura*. Identidad local, capital social y difusión espacial

Un comentario repetido a propósito de la fiesta en relación con el futuro es que “*Tiene posibilidades de recorrido*”. O también, que “*...El tema de los Amantes es un filón*”.

Ciertamente se trata de una fiesta en vías de consolidación y con muchos ámbitos perfeccionables. Según el gerente del principal grupo hotelero sería preciso reforzar los vínculos con otras actividades creativas:

No se ha hecho nada o muy poco para el desarrollo de actividades culturales. En este sentido, hay falta de emprendedores. No se ha trabajado en estas cuestiones...

Y añade:

El sector público debería de volcarse más de lo que lo hace al ser un momento clave para vender Teruel al exterior. Este tema yo creo que no se hace bien. Debería de haber más medios de comunicación a nivel nacional e incluso internacional...Falta publicidad y ello resta clientela. En parte se solucionará si la fiesta adquiere el rango de fiesta nacional, ya que se incluye en unos canales especiales de difusión.

La necesidad de una mayor implicación del sector público aparece también en otros testimonios, en relación con mejoras en las infraestructuras y en el desarrollo local.

Es una actividad que ayuda a “poner a Teruel en el mapa”, pero mientras tengamos estas comunicaciones tan deficientes, véase el ferrocarril, da igual todo lo demás... y que supone una ayuda económica, no cabe duda.... Para conseguir todo lo anterior [un desarrollo y conexión mayor], el Ayuntamiento y otras instituciones como la Cámara de Comercio, la Denominación de Origen, Bancos y otras entidades, tienen que tener claro que la actividad cultural y recreativa genera valor añadido...(antigua directora del Instituto de Estudios Turolenses)

Es también opinión común que la conexión con otras recreaciones semejantes, no solo de ámbito nacional sino europeo, daría un mayor impulso a las actividades creativas. La Fundación es consciente de ello y ya tiene conexiones con recreacionistas franceses y, recientemente, con ciudades italianas. En esta línea, cabe destacar el ya citado I Congreso Internacional de Fiestas y Recreación Histórica en el que se puso en marcha un grupo de trabajo para potenciar la colaboración e intercambio de experiencias entre ciudades que comparten tradiciones y festividades afines.

Los vínculos de carácter social y personal, que aglutinan la confianza y refuerzan la identidad local y el compromiso con el territorio (Lundamark y Petterson, 2012), se han incrementado de modo notable. Lo sintetiza coloquialmente nuestro interlocutor en la Cámara de Comercio cuando expresa:

“Las Bodas han servido para recuperar el verdadero orgullo de tener los Amantes; es una de las claves, porque en Teruel, el tema de los Amantes era una cosa que estaba ahí ...eso de “los amantes de Teruel, tonta ella y tonto él” (ripio popular burlón) ... Creo que muchos turolenses ni siquiera habían visto los Amantes, y ahora es un orgullo, todos hablan de los Amantes y lo defendemos a capa y espada y nos creemos a pie juntillas que pasó...”

Hoy en día una gran parte de los turolenses toma parte activamente en la fiesta, como actores de grupos de teatro –ámbito en el que destaca la composición y estreno con gran éxito de un espectáculo musical–; interviniendo en labores logísticas cualificadas como atrezzo u otras; en la coordinación de actos y su ambientación; en la representación de oficios tradicionales o deportes medievales, entre otros.

Y lo hace de forma desinteresada, incluso durante los meses precedentes, como nos cuenta el vocal de la Federación de Grupos:

“...La Fiesta se siente como propia, toda la gente la siente y participa altruistamente y a los grupos de música les dices “oye, que queremos hacer esto”, no cobran y la gente pone lo mejor de sí misma en esta Fiesta.... Somos 6.000 personas reguladas (en la Federación), pero se visten muchos más. Todo el mundo tiene al menos un traje en su armario...”

Un 20% de la población, aproximadamente, se responsabiliza de alguna tarea regulada. Adicionalmente, de forma espontánea, la mayoría de los turolenses participan como público, se visten, acogen familiares y amigos que vienen de otros lugares, sintiéndose orgullosos de la atención a los visitantes y reconocidos por ello. Estos y otros elementos recabados durante el trabajo de campo nos permiten afirmar que los vínculos de identidad han madurado y se han intensificado gracias a la celebración de *Las Bodas*. Es decir, la dotación de capital social se ha visto mejorada de forma significativa, aumentando la autoestima y la confianza entre sus gentes y afianzando sus señas de identidad.

El epicentro de esta recreación y fiesta es Teruel, aunque ha repercutido en su área de influencia inmediata. Además, la *Fundación Bodas de Isabel de Segura* colabora en otros acontecimientos similares, aportando su experiencia no solo en la zona más próxima sino en otros sectores de la provincia, como nos indican algunos de los testimonios:

Esos eventos...son...réplicas o recreaciones históricas que la Fundación ayuda a organizar en otros lugares: “La leyenda de la Zaida”, en Cella, “Juan Palomero, el último morisco”, en Gea, y otras más, en Cedrillas,.... (Gerente de la Fundación Bodas de Isabel de Segura)

A raíz del tirón que ha tenido [la celebración de Las Bodas] ha habido muchos pueblos en la provincia que han hecho fiestas medievales, ... se hacen muchas actividades y pueblos de la provincia de Teruel se han empezado a hacer sus propios pendones, su propia decoración, y ya no necesitan tanto de lo nuestro, pero eso ha servido de tirón para emplear la experiencia de Teruel y ... de las mujeres que se formaron en los talleres yhan hecho empresas (Técnico, Ayuntamiento de Teruel)

5. CONCLUSIÓN

Los fuertes desequilibrios territoriales españoles y del resto de Europa explican la búsqueda de nuevas vías de crecimiento en las áreas menos avanzadas. Las actividades creativas son una opción apropiada por las expectativas que suscitan y por dotar a estas áreas de ventajas competitivas. El patrimonio cultural, tanto material como inmaterial, es un importante recurso económico e impulsa la puesta en marcha de estrategias innovadoras que explotan el talento local y se adaptan a la personalidad del territorio. En el artículo hemos analizado la celebración en Teruel de *Las Bodas de Isabel de Segura*, como herramienta de desarrollo local en una pequeña ciudad y como un posible epicentro de *cluster* de actividades creativas.

Hemos recordado que estas actividades combinan lo público y lo privado y junto a actividades marcadas por emociones y sentimientos, en las que no cuentan precios ni mercados y, por lo tanto, no mercantilizadas, se generan diferentes negocios muy dinámicos, especializados en el ocio, la cultura y el atractivo residencial, con demandas crecientes. El efecto multiplicador de esta fiesta se refleja especialmente en el incremento y la diversificación de una oferta de servicios innovadores y personalizados, así como de labores artesanales, que requieren de un capital humano y emprendedor muy cualificado, aunque se trate de actividades tradicionales como la alimentación, hostelería, agricultura y, en menor medida, la actividad industrial. Unas empresas se conectan a otras de modo tácito dando lugar a una especialización relativa en actividades creativas pudiendo llegar a constituir *clusters* específicos en Teruel y su provincia.

El análisis llevado a cabo sobre las actividades creativas en Teruel, centrando la atención primordialmente en la teatralización de la leyenda de los Amantes, se ha basado en la realización de entrevistas semiestructuradas a actores de la fiesta como los representantes de los grupos, las empresas y las instituciones implicados. Ello nos ha permitido alcanzar algunas conclusiones provisionales que habrá que confirmar a partir de una profundización mayor en la investigación de este tema. Ha quedado patente, en primer lugar, que la herencia cultural, como bien intangible, puede llegar a adquirir un nuevo significado como recurso económico. Así se puede afirmar que la celebración de *Las Bodas de Isabel de Segura* ha generado relaciones de carácter comercial, organizativo y funcional entre muchos de los participantes, estimulando la economía local. En segundo lugar es también evidente que ha reforzado la identidad de los habitantes, el capital social de la ciudad y la marca turística y cultural asociada a Teruel.

Sin embargo, debemos admitir, en tercer lugar, que esta iniciativa no conforma todavía un *cluster* de actividades creativas, si bien se plantea como el germen de un futuro *cluster* que se puede materializar a corto plazo. Ciertamente han aparecido vínculos comerciales, organizativos y funcionales entre determinados sectores de la cadena de valor de la actividad, como los que le aportan recursos para su desarrollo (turismo, agroalimentación, artesanía) y los que favorecen su inserción en la sociedad (sectores institucionales, cívicos, comunitarios, participativos). Pero habrá que superar diversos *handicaps*, entre los cuales pueden citarse el tamaño de la ciudad, la concentración de la demanda en un período breve, y su capacidad limitada para general mayor impacto. Así mismo debería mejorar la reducida dimensión de las empresas y su débil relación entre ellas y con las instituciones, que, a su vez, deberían reforzar más su implicación. Además, es necesaria una mayor difusión de esta recreación festiva, para lo que conviene establecer relaciones con otras partes de España y de otras áreas de Europa y, a partir de ahí, configurar iniciativas turísticas que incluyan esta fiesta.

Cabe insistir, por último, en que las organizaciones que gestionan la celebración pongan especial cuidado en no perder algunos de los rasgos que han permitido su éxito. Es una iniciativa popular, participativa y transparente, inclusiva en términos sociales y buen ejemplo de las dinámicas del desarrollo endógeno. Por ello la consolidación de ciertas funciones y actividades debe ir acompañada de la renovación en los diferentes cargos y responsabilidades. En todo caso, el papel de las actividades creativas como base de un *cluster* de estas características, es intrínsecamente interesante como un ejemplo de fomento del desarrollo local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKHSHI, H.; FREEMAN, A. y HIGGS, P. (2013): "A dynamic mapping of the UK's creative industries". Londres, NESTA (National Endowment for Science, Technology and the Arts)
- BATHELT, H., MALMBERG, A. y MASKELL, P. (2004): "Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation", en *Progress in Human Geography*, 28 (1), pp. 31-56.
- CAMAGNI, R. (2003): "Uncertainty, social capital and local development: lessons for a sustainable governability of the territory", en *Investigaciones Regionales*, 2, pp. 31-57.
- CINTI, T. (2008): "Cultural clusters and districts. The state of the Art", en COOKE, Ph. y LAZZERETTI, L., *Creative cities, Cultural Clusters and Local Economic Development*, Elgar, pp. 70-92.
- COMISIÓN EUROPEA (2012): "How can cultural and creative industries contribute to economic transformation through smart specialization". Bruselas
- ESCALONA-ORCAO, A.I.; SÁEZ-PÉREZ, L.A.; SÁNCHEZ-VALVERDE, B.; ESCOLANO UTRILLA, S.; LOSCERTALES-PALOMAR, B. y FRUTOS MEJÍAS, L.M. (en prensa), "A pathway for local development. The clusters of creative industries in small cities and rural areas of Spain", en *Semestrare di Studi e Ricerche di Geografia*.
- HOGGART, K. y PANIAGUA, A. (2001): "What rural restructuring?", en *Journal of Rural Studies*, 17/1, pp. 41-62.
- LAFFONT, J.J. (2008): "Externalities", "The New Palgrave Dictionary of Economics", en Steven N. Durlauf y Lawrence E. Blume, Palgrave Macmillan (eds.) *The New Palgrave Dictionary of Economics Online*, Palgrave Macmillan. <http://www.dictionarofeconomics.com/article?id=pde2008_E000200>, 10 de marzo de 2014.
- LAZZERETTI, L., BOIX, R., y CAPONE, F. (2008): "Do Creative Industries Cluster? Mapping Creative Local Production Systems in Italy and Spain", en *Industry & Innovation*, 15 (5), pp. 549-567.
- LUNDMARK, L. y PETERSSON, O. (2012): "The Relevance of Cluster Initiatives in Rural Areas: Regional Policy in Sweden", en *Urbani izziv*, 23 (1), pp. 42-52.
- McGRANAHAN, D. y WOJAN, T. (2007): "The creative class. A key to rural growth", en *Amber Waves*, 5(2), pp. 16-21.
- MÉNDEZ, R.; MICHELINI, J. J.; PRADA, J. y TÉBAR, J. (2012): "Economía creativa y desarrollo urbano en España: Una aproximación a sus lógicas espaciales", en *EURE*, 38(113), pp. 5-32.
- PORTER, M.E. (1998): "Clusters and the new economics of competition", en *Harvard Business Review*, 76, pp. 77-90.
- RODRÍGUEZ-POSE, A. y COMPTOUR, F. (2012): "Do clusters generate greater innovation and growth? An analysis of european regions", en *The Professional Geographer*, 64(2), pp. 211-231.

- SÁNCHEZ MORAL S., MÉNDEZ, R. y ARELLANO, A. (2014): "Creative economy and employment quality in large urban areas in Spain", en *Urban Geography* (DOI:10.1080/02723638.2013.876145)
- SHIFFERD, P. (2005): "The arts in small communities: Report of a study of ten Minnesota towns", Saint Paul, Minesota, Metropolitan Regional Arts Council.
- STORPER, M. y VENABLES, A.J. (2003): "Buzz: Face to face contact and the urban economy". Londres, Centro para el Desarrollo económico, servicio de publicaciones.
- UNITED NATIONS (2010): "Creative economy Report, 2010. Creative economy: A feasible development option". Nueva York.

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

GÓMEZ ESPÍN, J.M^a. (2012): *Elevación de aguas para riego en la Cuenca del Segura. Cien años del Motor Resurrección (1912-2012)*. Murcia: Fundación Séneca. Regional Campus of International Excellence "Campus Mare Nostrum". Comunidad de Regantes "Motor Resurrección". Ministerio de Economía y Competitividad, 143 pp.

La monografía titulada *Elevación de aguas para riego en la Cuenca del Segura. Cien años del Motor Resurrección (1912-2012)* es una obra que compila los resultados de dos proyectos de investigación: "Uso eficiente y sostenible del agua en la Cuenca del Segura. Modernización de regadíos", financiado por el Plan Nacional de Investigación del Ministerio de Economía y Competitividad, y "El interés geográfico de la Ordenación del Territorio en el Sureste de España, auspiciada por el Trasvase del Tajo-Segura", financiado por la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.

En la cuenca del Segura, se ha generado a lo largo de la historia un rico patrimonio y paisaje vinculado con la cultura del agua. Además de los tradicionales sistemas de riego como, por ejemplo, azudes y acequias para sangrar el río Segura y conducir el agua hacia las huertas más bajas, se han ido utilizando una serie de artilugios elevadores (norias, ceñas, etc.), que, situadas de forma escalonada en las laderas, han permitido llevar el agua de las acequias a los terrenos situados en una cota más alta. Sin embargo, no es hasta a principios del siglo XX cuando empiezan a emplearse grupos de máquinas y motores de impulsión, que van a permitir elevar el agua a las partes más altas e incluso a terrenos de cultivo situados fuera del fondo del valle, lo que se tradujo en un significativo incremento de las áreas regadas.

El objetivo de este libro es analizar cómo se ha llevado a cabo la elevación de agua para riego en la cuenca del Segura a lo largo de su historia. Haciendo especial atención a la labor de la Comunidad de Regantes Motor Resurrección, que supuso el desarrollo socio-económico de la población de Abarán (Murcia), con la transformación de 600 ha., de secano en regadío desde su creación en 1912, gracias al espíritu emprendedor del momento que adoptó el regadío como fuente generadora de riqueza.

La investigación y su plasmación en esta obra ha sido realizada por el profesor de Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Murcia, José

María Gómez Espín, que destaca, entre otras, por su actividad investigadora orientada con el análisis de las transformaciones paisajísticas, por los usos del agua en el territorio, con especial referencia a elementos del patrimonio hidráulico en el sureste peninsular.

Su estructura responde a una obra de divulgación que se articula en 3 capítulos y unos anexos finales. El primero de ellos, "*El riego y la riqueza nacional en España*", explica de manera general las iniciativas llevadas a cabo para impulsar la ampliación del regadío en España, y de este modo fomentar el desarrollo de la economía de finales del siglo XIX, muy debilitada tras las sucesivas crisis agrarias y tras las pérdidas de las colonias de ultramar. Para alcanzar tales objetivos, el Estado favoreció la construcción de obras públicas, entre ellas, embalses para retener el agua de los ríos y canales para conducir los caudales a las zonas cultivadas. En esa misma línea, el autor indica que la transformación del regadío se consideraba en la época como una inversión preferente, por su aportación al producto bruto, a la balanza de pagos, al empleo y a las economías externas, destacando la labor de la sociedad campesina del momento por el esfuerzo de llevar el agua para el riego de tierras situadas en cotas más altas.

El segundo capítulo, que se titula "*La elevación de aguas para riego e historia de la Cuenca del Segura*", se articula en cinco subapartados. El primero hace referencia a la geografía e historia de la cuenca del Segura. Siendo objeto de un análisis más pormenorizado las condiciones climáticas, que destacan por la irregularidad y escasez de las precipitaciones y como señala el autor, "a veces cae el registro de todo el año en apenas unas horas ocasionando los desbordamientos de los cauces". Rasgos que determinan la escasez de recursos disponibles en la cuenca, pero también su reducida eficiencia. Un segundo apartado se centra en el análisis de los procesos conducentes a la ampliación de regadíos en la cuenca del Segura, donde se analiza la superficie regada, tanto de la cuenca

como de las áreas que quedan fuera de ella (campo de Cartagena, Mazarrón, Águilas y el altiplano de Jumilla y Yecla). Destacando que para regar las tierras de cultivo aguas abajo se utilizan los embalses, mientras que para los situados aguas arriba se riegan gracias a las elevaciones. Interesante análisis es el que realiza el autor del cálculo de los aforos de las últimas dos décadas del siglo XX en el Segura y su red de afluentes. Gómez Espín pone de manifiesto que se ha producido una disminución de unos 100 hm³/año en el caudal disponible por los distintos aprovechamientos, que se pueden sintetizar en un mayor consumo de agua y ampliación de la superficie regada en las cabeceras. Pone de manifiesto, asimismo, que para mantener estas dotaciones ha sido necesario la transferencia de caudal del Trasvase Tajo-Segura, la modernización de las técnicas de regadío (evitando pérdidas en las redes) y la adopción de técnicas y sistemas de ahorro del agua. En el tercer subapartado se realiza un excelente y exhaustivo análisis de la superficie regada en la región de Murcia según el sistema de aprovechamiento (aguas suministradas por canales y acequias; por elevaciones por medio de máquinas; procedentes de depósitos, embalses, lagos, lagunas y pantanos; aguas subterráneas; procedentes de galerías o socavones; fuentes manantiales o aguas artesianas). También lleva a cabo una clasificación de las tierras regadas según el disfrute del agua (tierras con riego permanente durante todo el año, con riego en una parte del año o eventuales). En el cuarto subapartado analiza la tradicional elevación de aguas mediante artilugios del tipo noria, ceña, arte, etc. Destaca la relación de artilugios elevadores de agua en la vega media (de la Contraparada al Azud de las Norias), con datos de la altura de elevación (en metros) y la superficie regada (en hectáreas). Para ello, el autor ha consultado diversas fuentes entre las que destacan la Memoria de 1836 de Mancha Rincón, el libro de Montaner Salas, el Censo de Norias para aprovechamientos agrícolas de 1929 y documentación del ingeniero Arévalo Marco con motivo de la preparación del Plan Hidrológico de la cuenca del Segura de 1932/33. También es interesante el resumen de norias empleadas para riego en 1932/33 de los distintos términos municipales (nº de norias y hectáreas regadas) y la documentación de los propietarios de las norias y ceñas de la Vega Alta del Segura (de Salmerón-Cañaverosa al Azud del Menjú). El último subapartado trata sobre la elevación del agua mediante máquinas de vapor, motoras de gasoil y eléctricos, que fueron los que sustituyeron a los anteriores artilugios (norias, ceñas, etc.). En este sentido destaca el llamado Motor Resurrección de la localidad de Abarán,

instalado en 1912 que eleva las aguas a una altura de 134 metros y facilita el riego a una superficie de 670'80 ha., entre los municipios de Abarán y Blanca (Murcia). Digno de mencionar es una tabla que realiza el autor donde se relaciona el número de motores según la acequia donde se capturaba el agua, el nombre del propietario, la altura de elevación, la extensión regada, el municipio y la fecha de instalación. Sistema que supuso la primera gran ampliación de las superficies regadas en la cuenca del Segura fuera del llano aluvial y que constituirá el precedente de futuros incrementos asociados a la construcción de obra hidráulica o la llegada de caudales procedentes del Alto Tajo.

El tercer capítulo, *La magna obra del Motor Resurrección*, analiza el desarrollo económico asociado a la instalación de este motor en la zona, gracias al espíritu político y social de la época que adoptó la modernización del regadío como fuente de ingresos para la localidad de Abarán. Sociedad que ya tenía una dilatada experiencia en los sistemas de regadío (azudes, acequias, norias, ceñas, artes, molinetas, etc.). En un primer subapartado, sintetiza la historia de la Comunidad de Regantes Motor Resurrección. Ésta fue fundada el 2 de febrero de 1912 por 154 socios, donde destacan 2 personajes ilustres que fueron decisivos como, el médico D. Jesús Templado Sánchez y el abogado D. Isidoro Gómez Gómez. Son interesantes una serie de tablas donde quedan reflejados los nombres de los mayores accionistas de esta comunidad de regantes, al igual que sus acciones/tahúllas en función de distintas fechas (1 tahúlla es igual a 1.118 m²). El segundo subapartado trata sobre las transformaciones territoriales, socioeconómicas y paisajísticas a raíz de la instalación del Motor Resurrección. Entre las principales dinámicas destacan, la transformación en regadío de parajes de secano para dar respuesta a la demanda de frutas de las industrias conserveras y manipuladoras en fresco de las décadas de 1930 y 1940, los cambios en el sistema de riego y la disponibilidad de agua, producidos principalmente en 1953 (fecha del Decreto y Orden Ministerial de 25 de Abril) que permitió una mayor dotación de agua e incluso ampliar la superficie regada mediante la propuesta de huertos familiares y el año 1979 (fecha en la que llegó a la Cuenca del Segura los primeros caudales del Trasvase Tajo-Segura). También es digno de señalar que con el abastecimiento de agua de las fincas y el empleo de ella en determinadas labores (fumigación) exigía una serie de receptáculos (aljibes y balsas) que se construyeron por todo el espacio agrario de la zona.

El libro finaliza con unos anexos donde se citan los 154 socios fundadores de la Comunidad de Re-

gantes Motor Resurrección, con las tahúllas regadas por cada uno, el padrón de los socios para la fecha de 2012 y la superficie regada (en tahúllas y m²), al igual que una serie de croquis de las acequias, presas y azudes sobre el río Segura, un gráfico de localización del sistema de regadío en Abarán y un plano del perímetro regable de la Comunidad General (Resurrección, Grupo y Trasmase).

Elevación de aguas para riego en la Cuenca del Segura. Cien años del Motor Resurrección (1912-2012)

es, en suma, una obra de referencia para los estudios e investigaciones relacionadas con las técnicas y sistemas de regadío (tanto tradicionales como modernas) que han configurado un paisaje y cultura del agua en el sureste peninsular, donde queda evidenciado el buen hacer de las sociedades que han habitado esta región, ya que han sabido rentabilizar los escasos recursos que les ofrecía el medio.

Álvaro Francisco Morote Seguido

Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

Contacto: alvaro.morote@ua.es

Instituto Interuniversitario de Geografía

Universidad de Alicante

Campus de San Vicente del Raspeig. Apdo. 99 E-03080 – Alicante (España)

Tel: (34) 965 90 34 26 - Fax: (34) 965 90 94 85

Correo electrónico: investigacionesgeograficas@ua.es

Sitio web: <http://www.investigacionesgeograficas.com>

