
TESIS DOCTORALES

SÁNCHEZ SORIANO, Antonio. *Procesos de erosión subsuperficiales (piping) en la Región de Murcia*. Departamento de Geografía. Universidad de Murcia Septiembre 2012. Directoras: Dra. Asunción Romero Díaz y Dra. Purificación Marín Sanleandro.

1. INTRODUCCIÓN

La “erosión en túnel”, “sufosión” o “*piping*”, se define como “un proceso de erosión subsuperficial originado por flujos epidérmicos concentrados, que comienza a partir de grietas de desecación o pequeñas diaclasas donde se provoca la remoción y disolución del material, creándose de esta manera conductos tubulares subterráneos, denominados *pipes*, que evolucionan hacia cárcavas profundas de paredes verticales” (Jones, 1981).

El desarrollo de los procesos de *piping* se produce debido a la interrelación de múltiples factores y en cada contexto bioclimático y edafogeomorfológico, los factores que inician y desarrollan estos procesos pueden ser diferentes. De entre los factores que intervienen en la formación de *piping* en medios áridos y semiáridos destacan los siguientes: (1) Climáticos (variabilidad y torrencialidad de las precipitaciones, con periodos de humectación-desecación); (2) Litológicos (presencia de margas); (3) Edáficos físicos (desestructuración, grietas, granulometría más fina en profundidad, presencia de minerales de la arcilla hinchables de tipo 2:1...); (4) Edáficos químicos (salinidad, elevado sodio de cambio, descarbonatación); (5) Bióticos (escasa vegetación, actividad biótica, fauna excavadora); (6) Topográficos (escasa pendiente, gradiente hidráulico); (7) Antrópicos (aterrazado de campos, abandono de cultivos...). Los procesos y las formas de modelado por *piping*, tienen un gran significado en el contexto de los sistemas morfogenéticos, hidrológicos y, en definitiva, de los fenómenos de erosión. La importancia medioambiental que alcanza este proceso queda constatada por la amplitud de investigaciones llevadas a cabo en el mundo y ha sido observado, tanto en paisajes naturales, como en aquellos otros con una importante intervención antrópica; en distintos climas y litologías; con variada cubierta vegetal; y bajo diversos usos del suelo.

2. ÁREA DE ESTUDIO, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El ha sido toda la Región de Murcia y aunque el número de áreas afectadas es muy elevado, se seleccionaron un total de 74. En ellas se ha tratado de investigar las causas, evolución, situación actual y consecuencias de los procesos de erosión por *piping*.

Los principales han sido:

1. Localizar las áreas más proclives a sufrir erosión por *piping* en la Región de Murcia.
2. Realizar un análisis morfométrico de las áreas afectadas.

3. Conocer la evolución y desarrollo de los *pipes* a partir de mediciones directas de campo, durante un periodo de cinco años.
4. Analizar el proceso evolutivo de las zonas de *piping* durante los últimos 50 años, estableciendo la edad del abandono y los distintos cambios sufridos.
5. Estudiar el comportamiento hídrico de los suelos de cultivos abandonados a partir de perfiles hídricos, con el objetivo de comprender el proceso de formación y evolución de los *pipes* a diferentes niveles del subsuelo.
6. Realizar un análisis físico-químico de los suelos afectados por *piping*, tanto en superficie como en profundidad, para comprobar si existen diferencias y conocer la relación entre las propiedades del suelo y el desarrollo de los *pipes*.
7. Calcular tasas de erosión en las áreas afectadas por procesos de *piping*.
8. Realizar un estudio estadístico, tanto de los datos morfométricos, como de los físico-químico de los suelos, para verificar si existen relaciones entre las distintas variables analizadas.
9. Identificar las principales causas por las que se produce erosión subsuperficial en los campos de cultivo abandonados.
10. Obtener conclusiones de carácter general de este proceso erosivo que permitan hacer extrapolaciones a otras zonas con características similares.
11. Por último, hacer recomendaciones de uso de estos suelos para preservarlos y protegerlos frente a los agentes erosivos y minimizar las elevadas tasas de erosión y sedimentos que se exportan de estas áreas.

Los métodos utilizados en este estudio han sido variados. Así se ha: (1) realizado una amplia recopilación bibliográfica sobre los estudios de procesos de erosión por *piping* a nivel mundial; (2) localizado las zonas más afectadas en la Región de Murcia por este proceso erosivo mediante análisis cartográfico y de fotointerpretación; (3) llevado a cabo intensos reconocimientos y trabajos de campo para la localización, cuantificación de tasas de erosión y toma de medidas morfométricas; (4) realizado muestreos de suelo a distintas profundidades para la determinación físico-química en el laboratorio de los suelos afectados; (5) mediciones de la humedad del suelo en varios sondeos, utilizando una sonda de neutrones; (6) y análisis estadísticos de los datos obtenidos.

Se ha constatado como en la Región de Murcia, la degradación de las tierras afectadas por erosión subsuperficial o *piping* es muy importante. Las 74 áreas inventariadas y otras muchas existentes, de menores dimensiones, no recogidas en esta investigación, son evidencia de ello.

Las principales áreas afectadas se encuentran en las cuencas neógenas de la Región (Mula, Fortuna-Abanilla o Guadalentín), siendo éstas las áreas preferentes para el desarrollo de *piping*, al estar compuestas por suelos margosos y bajo la influencia de un clima mediterráneo semiárido. El proceso de erosión en *piping* aparece ligado, predominantemente, a áreas aterrazadas de escasa pendiente y con importantes gradientes hidráulicos, generados por la altura entre terrazas de cultivo. Las áreas donde se dan estas características en la Región de Murcia son abundantes, por lo que era necesario hacer una valoración de los efectos que estos procesos de erosión ocasionan, teniendo en cuenta la notable pérdida de tierras de cultivo y de suelo, que en estos lugares se producen.

Por elrealizado, se han puesto de manifiesto los parámetros que pueden considerarse claves en la generación de los conductos subsuperficiales, entre los que son de citar:

1. La existencia de terrazas de gran altura. Cuando la altura de las terrazas es inferior a dos metros, el desarrollo de los *pipes* es menor en profundidad, ya que el gradiente hidráulico ejerce, en estos casos, una menor influencia.
2. No existe una altura concreta de terraza que pueda suponer un límite significativo en la formación de estos procesos, aunque no hay discusión acerca de la importancia que la altura de las terrazas alcanza en la formación de los *pipes*.
3. La mayoría de los *pipes* se disponen junto a los taludes de las terrazas, al tratarse de los puntos de concentración de las aguas de escorrentías y gradientes hidráulicos.
4. Existe una relación entre vaguadas cortas en longitud, parcelas con mayor anchura que longitud y desarrollo de procesos de *piping*.
5. El mayor número de *pipes* por parcela se da en parcelas grandes, cuya anchura es mayor que su longitud y la altura entre parcelas supera el metro de altitud.
6. Los *pipes* suelen situarse preferentemente en el centro de las parcelas, especialmente en las vaguadas aterrazadas, pues son los puntos de drenaje natural con anterioridad al acondicionamiento del terreno para el cultivo.
7. La longitud de los *pipes* depende de la longitud de las parcelas y de la comunicación que exista entre ellas, cuando el estado de evolución es notable.
8. Las medidas de: longitudes (media 15 m y máxima 30 m), anchuras (media 4 m y máxima 11 m) y profundidades (media 4 m y máxima 15 m) de los *pipes*, ponen de manifiesto las grandes dimensiones que puede alcanzar este proceso de erosión, en condiciones de abandono, en la Región de Murcia.

En **la evolución y desarrollo de los *pipes*** tan sólo se ha podido conseguir una “aproximación”, debido, por un lado, a la desaparición de gran parte de las medidas de control de la evolución de los *pipes* y, por otro, a la remoción de los terrenos en los cuales se habían colocado. Pese a ello, se ha constatado como los *pipes* evolucionan en cortos periodos de tiempo, funcionando a pulsos cada vez que se producen precipitaciones torrenciales. En las 22 áreas objeto de comparación se ha observado que, tanto la superficie afectada por *piping*, como las longitudes, anchuras y profundidades de los pipes, han aumentado. Por otra parte, la “reparación” que algunos propietarios han realizado para contener la erosión, mediante el relleno de los *pipes* y la remoción de las parcelas, ha permitido comprobar cómo estas medidas no son efectivas, pues tras lluvias de alta intensidad, los *pipes* se vuelven a abrir.

En **la evolución de las zonas afectadas por *piping*** se ha observado que el acondicionamiento de nuevos terrenos para el cultivo tuvo lugar en la década de 1970, debido a la ampliación de los cultivos de regadío, iniciándose el abandono de los campos mayoritariamente en las décadas de 1970 y 1980, dado que las necesidades de agua para riego no pudieron ser cubiertas por el trasvase Tajo–Segura. Igualmente se han comprobado los cambios en los usos del suelo desde la década de 1950.

El análisis físico–químico de los suelos ha constatado como algunas de las propiedades físicas de los suelos (variaciones de estructura y textura a diferentes profundidades), favorecen la aparición y desarrollo del *piping*. En superficie, los suelos están pobremente estructurados, pero en profundidad carecen de estructura. La textura es más fina en profundidad que

en superficie, favoreciendo la formación de una capa impermeable que servirá de base a los conductos. Es de destacar la presencia de arcillas expansivas, responsables de la aparición de grietas, que favorecen el inicio del proceso de erosión subsuperficial. Respecto a las propiedades químicas destacables de estos suelos, en relación con la formación de *piping*, destaca los problemas de saturación en bases y alcalinización, ya que son suelos con elevado pH. Además están el alto contenido en sales muy solubles. De gran importancia son la alta salinidad y el elevado porcentaje de sodio de cambio, en especial en los niveles más profundos, lo cual favorece la dispersión de la arcilla.

Las tasas de erosión obtenidas son muy elevadas. Considerando toda la superficie de cada zona de estudio, la tasa es de $97,9 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; pero si el cálculo se realiza parcela a parcela, la tasa se eleva a $739,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Al realizar una comparación con el resto de estudios de medidas de erosión en la Región de Murcia (Romero Díaz et al., 2011), se ha constatado que las pérdidas de suelo más importantes tienen lugar en áreas de *piping* y *badlands*, sobre todo en los primeros años de abandono.

Conocidos los factores topográficos que favorecen, de algún modo, la presencia de *pipes*, se podrían establecer **recomendaciones** para la construcción de parcelas que, en lo posible, minimicen el riesgo de sufrir procesos de *piping* en estos terrenos, ya de por sí muy favorables para ello, cuando se dan las condiciones medioambientales idóneas. Entre las recomendaciones relativas a la construcción de las parcelas se podrían destacar las siguientes:

1. Construir parcelas cuya anchura no exceda su longitud.
2. Terrazas de cultivo que, en la medida de lo posible, no sobrepasen un metro de altura, reduciendo así el gradiente hidráulico.
3. Terrazas con resalte o borde de lomo. Se ha comprobado que donde los bancales tienen esta sobreelevación del terreno se ha podido contener, en parte, el avance de los *pipes*.
4. Terrazas con muros de contención, bien de piedra o bloques de hormigón, en aquellos terrenos donde se mantiene la producción agrícola.
5. Terrazas con canales de drenaje que permitan la evacuación del agua de escorrentía de forma controlada.
6. Calcular el espaciamiento entre las terrazas, en función de la pendiente.

En definitiva, se trata de buscar la mejor relación entre la pendiente media de la ladera, la mínima altura de las terrazas y la forma o dimensión de las parcelas de cultivo.

Respecto a las características físico-químicas de los suelos también existen medidas que podrían mejorar las condiciones de los mismos:

1. Rehabilitación mediante la selección del tipo de vegetación más efectiva para la fijación del suelo o el establecimiento de barreras vivas (vegetación permanente) entre cultivos, adecuados al medio climático y cuyas raíces sean profundas.
2. Mejora de los suelos aplicando sustancias enriquecedoras. Las experiencias con incorporación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) llevadas a cabo desde 1988 a 1993 en la Cuenca de Abanilla (Murcia) han confirmado que la enmienda orgánica puede reducir las escorrentía y pérdidas de suelo, al tiempo que mejoran las propiedades de los suelos (Albaladejo et al., 2000).

3. Rotación de cultivos complementarios en aquellos suelos donde la producción sea de cereal.

4. En determinadas ocasiones, sellar los pipes de manera adecuada.

Las altas tasas de erosión, producto de los procesos de erosión por *piping*, consecuentemente, van ligadas a la acumulación posterior de estos sedimentos en diferentes obras de infraestructura, ocasionando así su aterramiento, colmatación y pérdida de funcionalidad. Es por ello que cualquier medida correctora se hace necesaria para corregir y minimizar los efectos de estos dinámicos procesos de erosión.

TORRES DELGADO, Anna. *Turismo y sostenibilidad. Una propuesta metodológica para el estudio de la sostenibilidad turística a escala municipal*. Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Barcelona. Diciembre 2012. Director: Dr. Francesc López Palomeque.

PRESENTACIÓN

Hoy en día nadie pone en duda que la actividad turística debe ser una práctica sostenible que contribuya al desarrollo económico, la equidad social, la revalorización cultural y la preservación del entorno. Sin embargo, conseguir un turismo sostenible no es fácil, sobre todo teniendo en cuenta que la imprecisión del concepto dificulta su aplicación (López Palomeque, 2007). Se debe pues, aclarar el concepto y dotarlo de instrumentos que permitan transformar la idea teórica en valor práctico, es decir, en una serie de parámetros identificables y cuantificables. Con este paso el turismo sostenible debe dejar de ser una estrategia general, con muchas posibles interpretaciones y actuaciones, y convertirse una realidad alcanzable y adaptada a las circunstancias específicas de cada lugar. Es necesario desarrollar metodologías de identificación y cuantificación de impactos del turismo para facilitar la incorporación de la sostenibilidad en los procesos de decisión y gestión.

Pero si la definición de sostenibilidad turística implica dificultades prácticas y conceptuales importantes, no es menos su cuantificación. Aparte de las dificultades que surgen con respecto a la disponibilidad o generación de datos (White et al., 2006), el obstáculo más importante es establecer unos umbrales claros a partir de los cuales una actividad se considera sostenible o no. Esta reflexión se complica al pensar la diversidad de territorios, actores, recursos, intereses, etc. que confluyen en una actividad tan transversal y polifacética como el turismo.

Por tanto, la complejidad de la sostenibilidad turística dificulta que haya una metodología para su cuantificación universal y unánimemente aceptada. Y aunque existen varias propuestas de indicadores, todavía no se dispone de una metodología sintética y global que pueda extrapolarse a diferentes territorios o economías y además agregue variables de la sostenibilidad en un único índice (Pulido Fenández, 2007).

Precisamente en esta carencia es en la que se inspira esta investigación, fijando como principales objetivos la elaboración de un procedimiento metodológico concreto para el estudio de la sostenibilidad turística a escala municipal, y la definición de unos límites empíricos que permitan la clasificación de municipios en función del grado de sostenibilidad turística. Estudiar la sostenibilidad turística a escala municipal tiene la virtud de identificar los problemas y oportunidades de la actividad turística en el territorio concreto y en relación a las comunidades locales en que se desarrolla (Vera y Ivars, 2003; Chris Choi y Sirakaya, 2006), y a la vez garantiza una mejor y más fácil aplicación de las estrategias de sostenibilidad gracias a su nivel administrativo más directo. De esta manera, la metodología debe proporcionar un marco operativo a los gestores turísticos para facilitar la incorporación de la sostenibilidad en procesos de decisión y gestión de las destinaciones turísticas.

LA PROPUESTA METODOLÓGICA

Tras haber desarrollado en profundidad un marco teórico y fenomenológico sobre el turismo y la sostenibilidad, así como sobre los instrumentos para la identificación y cuantificación de la sostenibilidad turística, se propone un Sistema de Indicadores adaptado a la escala municipal. El Sistema inicial recoge un total de 30 indicadores económicos, socio-culturales y ambientales seleccionados según los objetivos del estudio y la disponibilidad de datos para su cálculo. Con esta primera propuesta se realiza una encuesta a 54 expertos a través del método Delphi.

La contrastación científica resulta en un Sistema definitivo (véase Tabla 1) mejorado y más ajustado que cuenta con 26 indicadores organizados según dos modelos conceptuales combinados: las dimensiones de la sostenibilidad y el modelo causal DPSIR, que le otorgan la perspectiva holística del desarrollo sostenible y a la vez funcionamiento sistémico causa-efecto. A partir de aquí se asegura su eficiencia y utilidad en el estudio de la sostenibilidad turística municipal aplicándolo a la realidad, para lo cual se seleccionan un total de 20 municipios turísticos de Cataluña. Para escoger los casos de estudio se han tenido en cuenta los aspectos recogidos en la legislación para la declaración de un municipio turístico, pero también se ha otorgado especial importancia a la naturaleza geográfica de la actividad y a la realidad territorial resultante. De esta manera, no sólo se ha conseguido incluir los municipios con una estructura turística desarrollada y consolidada, sino también el equilibrio territorial entre las diversas regiones turísticas así como la variedad en las modalidades desarrolladas.

La aplicación práctica del Sistema de Indicadores en los casos de estudio se realiza mediante una ficha tipo que permite la recogida y el tratamiento sistemático de los datos, de manera que también se facilita el análisis comparativo y de la adecuación de cada municipio a los principios de sostenibilidad turística. Posteriormente, la valoración conjunta de los resultados y un análisis de correlaciones permiten identificar cuáles son los indicadores clave en la sostenibilidad turística municipal, paso decisivo para aproximar el concepto a través de un índice global.

El Índice de Sostenibilidad Turística (ISOST) propuesto parte de 12 indicadores simples estructurados según las tres dimensiones de la sostenibilidad (véase Tabla 2).

Tabla 1
SISTEMA DEFINITIVO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD TURÍSTICA

A. Indicadores de causa de la presión	B. Indicadores de presión	C. Indicadores de estado	D. Indicadores de impacto	E. Indicadores de respuesta
1. Dimensión sociocultural	A.1.1. Población turística A.1.2. Procedencia de la demanda turística	B.1.1. Imagen transmitida a través de materiales promocionales	C.1.1. Población residente C.1.2. Diversificación de los atractivos y recursos turísticos	D.1.1. Grado de satisfacción de los turistas E.1.1. Productos turísticos aptos para discapacitados
2. Dimensión económica	A.2.1. Estacionalidad de la oferta turística	B.2.1. Oferta de alojamiento turístico B.2.2. Presencia de segundas viviendas	C.2.1. Accesibilidad turística C.2.2. Equipamientos y servicios básicos C.2.3. Volumen de comercio y ocio	D.2.1. Gasto turístico D.2.2. Población ocupada en el sector turístico D.2.3. Tasa de paro en el sector turístico E.2.1. Inversión pública en materia turística
3. Dimensión ambiental	A.3.1. Consumo de energía A.3.2. Consumo de agua A.3.3. Generación de residuos	B.3.1. Presión potencial humana en espacios naturales y espacios urbanos	C.3.1. Distribución de los usos del suelo	E.3.1. Recogida selectiva de residuos E.3.2. Establecimientos turísticos certificados ambientalmente E.3.3. Incorporación de criterios ambientales en la planificación turística

Elaboración propia.

Tabla 2
INDICADORES SIMPLES DEFINITIVOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ISOST

Indicadores según dimensión	Cálculo
1. Dimensión sociocultural	
A.1.1. Población turística	% población Turística Equivalente
C.1.2. Diversificación de los atractivos y recursos turísticos	Nº de diferentes categorías de recursos turísticos
E.1.1. Productos turísticos aptos para discapacitados	Nº de diferentes tipos de adaptaciones para discapacitados
2. Dimensión económica	
A.2.1. Estacionalidad oferta turística	% plazas turísticas disponibles (anual)
B.2.2. Presencia de segundas viviendas	% viviendas secundarias
E.2.1. Inversión pública en turismo	% de presupuesto en turismo
3. Dimensión ambiental	
A.3.1. Consumo de energía	Consumo Kwh/Población Total Presente/ día
A.3.2. Consumo de agua	Consumo litros/ Población Total Presente / día
A.3.3. Generación de residuos	Residuos Kg/ Población Total Presente /día
C.3.1. Distribución de usos del suelo	% suelo urbano
E.3.2. Establecimientos turísticos certificados ambientalmente	% establecimientos de alojamiento turístico certificados
E.3.3. Incorporación de criterios ambientales en la planificación turística	Nº de planes turísticos municipales que incorporen criterios ambientales

Elaboración propia.

Para la construcción del ISOST se normalizan los indicadores en función de la distancia a la media de la muestra, de manera que todas las variables quedan estandarizadas respecto a una misma distribución. Seguidamente, se agregan a partir de la media aritmética los indicadores simples en tres subíndices (sociocultural, económico y ambiental) y, a su vez, los subíndices en el índice ISOST, ponderando en cada caso las variables con pesos iguales. De esta manera se obtiene un valor único asimilable al grado de sostenibilidad turística de cada municipio de estudio. Precisamente, el índice ISOST calculado para la muestra seleccionada de municipios permite identificar comparativamente diferentes niveles de sostenibilidad turística y establecer unos límites extrapolables al respecto. A partir del ranquin que se establece entre los municipios según su valor ISOST, y considerando que la media de la muestra determina el punto de inflexión a partir del cual un municipio

se considera «sostenible» o «poco sostenible», la distribución de los casos en quintiles identifica los niveles de sostenibilidad turística.

EL ANÁLISIS DE LOS CASOS DE ESTUDIO

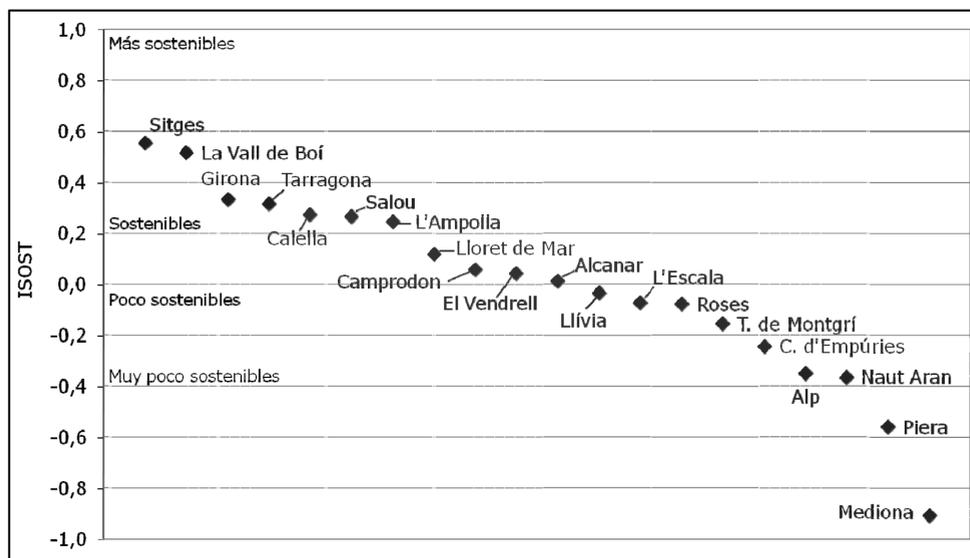
La aplicación del Sistema de Indicadores en los casos de estudio ha resultado en el cálculo de 26 indicadores socio-culturales, económicos y ambientales para 20 destinos turísticos de Cataluña. Así pues, la generación de información para el análisis municipal de la sostenibilidad turística ha sido considerable, cosa que ha permitido un elevado nivel de profundidad analítica.

Sin embargo, el disponer de un volumen tan grande de información también ha limitado la interpretación integrada de los resultados, es decir, la valoración global de la sostenibilidad turística para cada municipio. En este sentido, el cálculo del índice ISOST ha suplido esta deficiencia proporcionando un único valor adimensional representativo de cada municipio. De acuerdo con la metodología expuesta, el índice ISOST establece cuatro niveles de sostenibilidad turística

- $ISOST \geq 0,3$ = Municipio más sostenible turísticamente
- $0,3 > ISOST \geq 0$ = Municipio sostenible turísticamente
- $0 > ISOST > -0,3$ = Municipio poco sostenible turísticamente
- $ISOST \leq -0,3$ = Municipio muy poco sostenible turísticamente

La aplicación de estos límites en los 20 casos de estudio de Cataluña se resume en la Figura 1.

Figura 1
MUNICIPIOS DE ESTUDIO SEGÚN EL GRADO DE SOSTENIBILIDAD TURÍSTICA



Elaboración propia.

Se han identificado de los casos los municipios de Sitges y La Vall de Boí como los más sostenibles turísticamente, mientras que Piera y Mediona como los que menos. Teniendo en cuenta que la sostenibilidad turística calculada por el ISOST considera tanto variables ambientales como económicas y sociales, que Mediona y Piera obtengan valores bajos en el índice se explica por un turismo incipiente que aún no cuenta con una implicación realmente activa de los actores de territorio ni con una estructuración de la oferta y los recursos efectiva. Sitges y La Vall de Boí, en cambio, han logrado un desarrollo más equilibrado de la actividad, haciéndola rentable económicamente, pero también integrada en el territorio, responsable y equitativa socialmente, por lo que obtienen una mejor puntuación.

CONCLUSIONES

La principal contribución científica de la tesis es precisamente el proceso metodológico desarrollado para cuantificar la sostenibilidad turística. Teniendo en cuenta que no hay una metodología universalmente aceptada, ni siquiera un consenso sobre su construcción y aplicación, el Sistema de Indicadores y el Índice propuesto suponen un avance en este sentido.

La metodología se argumenta tanto a nivel conceptual, a través de la búsqueda bibliográfica y de experiencias sobre el turismo sostenible y los instrumentos para su identificación y cuantificación; como a nivel práctico, mediante su aplicación en municipios representativos de las diferentes realidades turísticas y territoriales de Cataluña. Precisamente este ensayo ha supuesto una diferencia cualitativa respecto otras propuestas, puesto que ha permitido garantizar su mensurabilidad y funcionalidad en el estudio de los impactos del turismo. También ha constatado que, si bien el tratamiento de la información indicador a indicador proporciona un nivel de profundidad analítica valioso, es difícil la interpretación integrada de los resultados o establecer una valoración global de la sostenibilidad turística para cada municipio.

Este hecho justifica y avala la elaboración final del Índice ISOST para disponer de un resumen estadístico en forma de valor único y simplificado de la sostenibilidad turística municipal. El ISOST nace con vocación de ser aplicable por lo que se prima una metodología sencilla pero consistente, que utilice datos realmente disponibles en los organismos estadísticos y aplique procedimientos matemáticos simples.

Así pues, el procedimiento metodológico propuesto en esta investigación se estructura en un Sistema de Indicadores propio y un Índice complementario que contribuyen a la materialización del concepto de Sostenibilidad Turística, es decir, a la generación de datos específicos que han de facilitar la toma de decisiones y la gestión turística a los gestores municipales. Precisamente esta función también los hace idóneos para definir estrategias turísticas de futuro y sostenibilidad para las destinaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- CHRIS CHOI, H. y SIRAKAYA, E. (2006): «Sustainability indicators for managing community tourism» en *Tourism Management*, nº. 27, 1274-1289.
- LÓPEZ PALOMEQUE, F. (2007): «Planificación territorial del turismo y sostenibilidad: fundamentos, realidades y retos» en *Anuario Turismo y sociedad*, vol. VIII, 51-68.

- PULIDO FERNÁNDEZ, J.I. (2007): «Sostenibilidad de los destinos turísticos: Una aproximación a su medición en España» en *La actividad turística española en 2006* (López, D. y Pulido, J.I.). Jaén, Edit. Universitaria Ramón Areces, 247-263.
- VERA, J.F. y IVARS, J.A. (2003): «Measuring Sustainability in a Mass Tourist Destination: Pressures, Perceptions and Policy Responses in Torrevieja, Spain» en *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 11, n.º. 2-3, 181-203.
- WHITE, V.; MCCRUM, G.; BLACKSTOCK, K.L.; y SCOTT, A. (2006): *Indicators and Sustainable Tourism: Literature Review*. Aberdeen (Escocia). The Macaulay Institute.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, José Antonio. *Desarrollo rural y local en la comarca del río Mula (1980-2010). Análisis y perspectivas*. Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. Marzo de 2013. Directores: Dr. José María Gómez Espín y Dra. Encarnación Gil Meseguer.

La tesis doctoral *Desarrollo rural y local en la comarca del río Mula (1980-2010). Análisis y perspectivas* ha tenido por objeto el territorio de la Comarca de Mula (compuesta por los municipios de Mula, Pliego, Albudeite y Campos del Río), situada en el centro geográfico de la Región de Murcia, para intentar comprender los factores que condicionan su estado socioeconómico, así como los cambios sufridos en el paisaje desde los años 80, época donde se produce una profunda transformación en el regadío del Sureste de la Península Ibérica, debido a la llegada de las aguas del trasvase Tajo-Segura. En los espacios receptores, se crea desde entonces una peligrosa dependencia de los recursos foráneos.

La metodología de trabajo se ha basado en la búsqueda y conocimiento de la bibliografía relacionada con el área de estudio, y el análisis de fotografías aéreas; la percepción de los agentes que participan de las decisiones de la Administración territorial, ya sea técnicos agrícolas, directivos de comunidades de regantes, etc. Ha sido esencial el trabajo de campo y la realización de encuestas para captar las vivencias de los habitantes relacionados con el ámbito rural (agricultores, regantes, propietarios y trabajadores agrícolas).

La primera parte de este estudio recoge los rasgos geográficos del área. Se destaca que se trata de un espacio de cuenca cerrado por los relieves de las sierras Ricote al norte, Lavia y Cambrón al oeste y Sierra Espuña al sur. El Este es el lugar de contacto con el valle del Segura, no presentando accidente orográfico de importancia. Todo el territorio está bajo el dominio de un clima mediterráneo semiárido, con temperaturas suaves, escasas e irregulares precipitaciones, y una larga sequía estival.

La población actual no representa ni el 2% del total regional, destacando en los últimos años la llegada de inmigrantes, sobre todo de origen sudamericano y africano, que han rege-

nerado los activos jóvenes y los que están en edad de trabajar. No obstante, el porcentaje de población mayor de 65 años es significativo. El poblamiento del territorio viene marcado por su pasado histórico, caracterizado por ser tierra de frontera entre los antiguos reinos moro y cristiano. De ahí que los caseríos primigenios se levantasen sobre lugares elevados. Durante los siglos XIII y XIV se instalan nuevos pobladores en lugares cercanos a los cauces, surgiendo aldeas o alquerías como Albudeite y Campos del Río, más otras repartidas por la comarca como Casas Nuevas o Fuente Librilla. El sector industrial está poco desarrollado. Presenta niveles de empleo y producción por debajo del conjunto regional, destacando solamente las industrias agroalimentarias. Los servicios son los básicos de un ámbito rural (administrativos, sanitarios, etc.). Gran parte de ellos se concentran en la cabecera comarcal. En general, es el sector que más mano de obra ocupa, pero claramente por debajo de la media regional, destacando el comercio de carácter familiar. El turismo rural, un sector importante en espacios cercanos y con fuerte potencial en la comarca, tiene cada vez menos representatividad y ocupación, y muestra de ello es la disminución de la oferta de casas rurales desde el año 2003.

La importancia de las políticas comunitarias se han recogido en este trabajo. Ayudas como LEADER, a través de los fondos económicos FEDER y FEAGA se han llevado a cabo, desde los años 80, a través de proyectos locales coordinados por el Grupo de Acción Local INTEGRAL, con la finalidad de mejorar la situación económica y ambiental de esta área rural desfavorecida. A través de estos fondos se han puesto en funcionamiento proyectos en casi todos los sectores productivos pero, la mayor parte de ellos, no rebasan el ámbito local.

I. LA CONCENTRACIÓN PARCELARIA Y LA TRANSFORMACIÓN A REGADÍO DE YÉCHAR. DEPENDENCIA DE UN RECURSO ESCASO

Uno de los objetivos del trabajo ha sido el análisis espacial y social de los procesos de mejora y modernización de regadíos, con la concentración parcelaria y transformación de secano a regadío en la pedanía de Yéchar (Mula). En este caso, la transformación se desarrolló con el Plan Coordinado de Obras de 1974, provocando un cambio en la estructura parcelaria.

Tabla 1
CAMBIOS PRODUCIDOS EN LA SUPERFICIE DE CULTIVO DE YÉCHAR (MULA) ENTRE 1980 Y 2012

Estratos	1980				2012			
	Nº regantes	%	Superficie	%	Nº regantes	%	Superficie	%
Menos de 1 Ha	57	31,84	25	3,13	78	31,45	47,5	6,33
De 1,1 a 3	51	28,49	92,68	11,59	88	35,48	160	21,33
De 3,1 a 5	24	13,41	95,16	11,90	45	18,15	178,51	23,80
De 5,1 a 20	43	24,02	456,88	57,12	35	14,11	320,78	42,77
De 20,1 a 100	4	2,23	130,08	16,26	2	0,81	43,21	5,76
Más de 100 Ha	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	179	100,00	799,8	100,00	248	100,00	750	100,00

Fuente: Comunidad de Regantes de La Purísima de Yéchar.

En otros espacios de la comarca han tenido gran incidencia proyectos de mejora y modernización de regadíos, consolidados en su mayor parte con planes regionales, como la Orden de 30 de mayo de 2003, o la reutilización de las aguas de las EDAR, una vez regeneradas, consiguiendo así un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Cerca de los núcleos de población, el paisaje rural experimenta cambios en los regadíos tradicionales, con propiedades que se han dividido por compraventa y/o herencias, apareciendo en ellas nuevas infraestructuras que nada tienen que ver con la agricultura, como viviendas, piscinas, aparcamientos,... Un factor que ha contribuido en este cambio fue la mejora de los caminos rurales construidos con los planes de modernización, facilitando el acceso a los espacios regados. Este hecho es muy destacable en la huerta de Mula, pero también se ha observado en las huertas de Pliego, Albudeite y Campos. Sólo en los espacios regables inmediatos al río todavía existen parcelas con sistema tradicional de riego a manta.

II. VALORIZACIÓN DEL PATRIMONIO HIDRÁULICO

El otro gran apartado de la tesis reside en el análisis del rico patrimonio hidráulico generado por la ancestral gestión y utilización del agua en los regadíos tradicionales de la comarca. Se ha puesto de relieve que este patrimonio constituye un recurso que puede ponerse en valor, dando a conocer la importancia del agua y sus infraestructuras en estos espacios semiáridos. En este territorio existe todo un conjunto de construcciones que, durante siglos, han servido para distribuir el agua, como azudes, acequias, norias y partidores. También otras infraestructuras como molinos y almazaras, que utilizaban el agua para triturar el grano o la aceituna procedentes de las huertas locales. La mayor concentración de ingenios hidráulicos se encuentran en el eje de la Acequia Mayor de Mula, pero también existen otros complejos como el de la Fuente de Los Caños en Pliego o las norias que elevaban el agua de las acequias de Cara y Daya, en los términos de Albudeite y Campos del Río. Una propuesta, fruto del análisis de los elementos de este territorio, ha sido la puesta en valor de una vía turística a través del conjunto molinero de Mula, itinerario alternativo a la Vía Verde del Noroeste a su paso por la ciudad. Esto generaría un nuevo atractivo local, y una oportunidad de reactivar las opciones de turismo rural o el agroturismo, valorizando a su vez el patrimonio hidráulico y los paisajes de huerta. Otro ejemplo de valorización del patrimonio hidráulico comarcal ha sido la reconstrucción de las infraestructuras hídricas de la Calle del Agua en Pliego, gracias a la adecuación de los elementos constructivos como la fuente de los Caños, así como el patrimonio inmaterial que constituía la distribución de riegos de la Huerta Baja. Se han recuperado edificios y construcciones gracias a la iniciativa local, adecuando el pavimento de la calle, y rehabilitando una antigua almazara o la propia fuente, intentando crear un eje de atracción turística, junto con el patrimonio natural y la proyección espeleológica de la Sima de la Higuera, de relevancia mundial, y que cada año incrementa su número de visitantes. Por último, un espacio que presenta potencialidades para fortalecer el desarrollo rural de la comarca es el conjunto termal de los Baños de Mula, lugar con un rico patrimonio arqueológico. Lograr la mejora del lugar pasa por cambiar la imagen que se tiene de estos establecimientos, además de la mejora general del entorno, y una adecuación de todas las instalaciones que permiten la toma del baño. Los inconvenientes destacados son que cada establecimiento balneario es regentado por arrendatarios y no por los propietarios;

hay una escasa oferta de ocio fuera de la toma del baño, y tampoco se observan iniciativas particulares que intenten cambiar la situación.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

El espacio comarcal de la cuenca de Mula ha quedado como un espacio periférico a los ejes de desarrollo de la Región de Murcia. Esto ha conllevado un retraso económico con respecto a la media regional. En cambio, la puesta en uso de la autovía RM-15, puede incentivar las oportunidades de crecimiento y valorar opciones de ocupación familiar o estimar la oportunidad que ofrece este lugar para desarrollar proyectos dentro de cualquier sector (agrario, industrial, de ocio, turístico, etc.).

El trabajo de investigación ha concluido con una serie de propuestas, como mejorar la eficiencia del uso del agua e intentar no depender de proyectos que necesiten recursos hídricos foráneos, sobre todo hoy en día viendo el frágil equilibrio que tiene el futuro del trasvase Tajo-Segura. En el caso de los regadíos de Yéchar, a pesar de contar con una dotación establecida por Ley, sería conveniente disponer de otros recursos en situaciones de sequía, que evitasen la pérdida de arbolado y las producciones.

Aplicar las TIC en la planificación y control de los espacios regados. Incentivar productos de calidad, productos con denominación de origen, que puedan competir en el mercado global. Desarrollar nuevas técnicas que permitan mejorar la eficiencia del agua disponible por parte de las comunidades de regantes (mayor control de riegos, últimos adelantos para evitar pérdidas por evaporación en conducciones y embalses, orientación de cultivos menos exigentes en agua, etc.). Aprovechar la mejora de las comunicaciones comarcales para favorecer el interés por asentarse en esta área con campañas publicitarias a nivel global (oferta de suelo industrial, servicios más económicos, calidad de vida, etc.), a la población de otras áreas inmediatas más dinámicas como el valle del Segura y Guadalentín. Integrar el patrimonio hidráulico dentro de los recursos e itinerarios turísticos de la comarca, y potenciar los espacios con recursos endógenos a través de planes de dinamización en los Baños de Mula o la Ribera de los Molinos, ambos en el recorrido de la Vía Verde del Noroeste-Río Mula, que aunque no consigan asentamientos permanentes, sí lograr visitas que permitan el desarrollo local.

PLAZA TABASCO, Julio José. *Usos del suelo y acceso al agua en La Mancha desde mediados del siglo XX. Análisis de los cambios desde una perspectiva espacial en Alcázar de San Juan*. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Castilla-La Mancha. Marzo de 2013. Directores: Dr. Félix Pillet Capdepón y Dra. Marta Peinado Martín-Montalvo.

La Tesis Doctoral aborda el proceso de cambio de usos y coberturas del suelo y la explotación de las aguas subterráneas en La Mancha y la cuenca alta del Guadiana, durante los

años 1956 y 2009. Se aplica un enfoque a gran escala centrado en el análisis del municipio de Alcázar de San Juan (Ciudad Real), que tiene una superficie de 66.687 ha, y es uno de los más importantes de la zona de estudio. Ocupa la zona central del acuífero 23, que alimenta el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel y es el soporte hídrico de la Reserva de la Biosfera de La Mancha Húmeda.

La elección de este tema se justifica tras una amplia investigación bibliográfica, que confirma la importancia de esta zona a nivel mundial, como ejemplo paradigmático de las relaciones hombre-naturaleza. A pesar de la profusión de estudios a distintos niveles, el análisis de los procesos de cambio de uso del suelo a gran escala sigue sin recibir un tratamiento adecuado. Esta mirada abre nuevas hipótesis de trabajo sobre la explotación de los recursos naturales, y descubre las dificultades para una ordenación sostenible, cuando no se consideran determinadas cuestiones relacionadas con el papel que ejerce la escala y el espacio. Los efectos críticos de la gestión del suelo y del agua sobre el geosistema, el territorio y el paisaje sólo pueden apreciarse, de forma adecuada, desde un planteamiento multiescalar, que incluye el gran detalle.

La hipótesis de investigación plantea la existencia de un acceso desigual al agua, que se aprecia en patrones sistemáticos de cambio de uso del suelo. Estos se concentran paulatinamente en las zonas más productivas de los acuíferos, a medida que avanza su sobreexplotación. Esta evolución se ha consolidado en función de distintos factores o fuerzas motrices, como la disponibilidad de suelo y agua, el avance tecnológico, el estatus social y jurídico de las explotaciones agrarias, las políticas y coyunturas económicas, etc. En este contexto, Alcázar de San Juan se ha convertido en un municipio con una elevada tasa de sobreexplotación. Sus características geográficas permiten explotar las aguas subterráneas, por encima de los recursos hídricos que se captan por lluvia en su propio dominio, lo que conlleva la detracción de agua a otros conjuntos de usuarios y a los caudales ecológicos.

Los propietarios de tierras situados en las zonas con mejores recursos hídricos aseguran sus explotaciones agrarias, garantizan las inversiones y el valor de la tierra, y disponen de un factor diferenciador frente a terceros, ante nuevos escenarios de cambio de uso del suelo. Se produce por tanto, una gradación espacial de paisajes, de ganadores a perdedores, en términos de acceso al agua. Ello conduce a una débil gobernanza del territorio, que se acentúa en momentos de conflicto (descenso de niveles piezométricos, sequías, políticas de ordenación), y repercute en la sostenibilidad del sistema ecológico y territorial. La política agraria común o los instrumentos de planificación hidrológica y el recién cancelado Plan Especial del Alto Guadiana no resuelven este problema de gestión de recursos comunes. Frente a esta situación, sería oportuno valorar soluciones menos intensivas, que ayudasen a buscar equilibrios entre los usuarios a distintos niveles territoriales, y a la recuperación de la cuenca tal como exige la Directiva Marco de Aguas.

Son varios los escenarios teóricos que abordan estos procesos: la Degradación de Tierras, la Gestión de los Bienes Comunes, o el Postproductivismo. Se recurre a la Ciencia de los Cambios de Uso del Suelo (Land Use Change Science) y al Análisis Exploratorio de Datos Espaciales para analizar las fuerzas motrices inductoras del cambio de uso de la tierra, y comprender sus efectos a distintos niveles de complejidad, como el esquema de modeliza-

ción integrada sobre los usos del suelo de Briassoulis (1998)¹ y el modelo multi-escalar de Turner *et al.* (2007)². El método de Pontius *et al.* (2004)³ es aplicado para el estudio de las transiciones significativas de uso del suelo, y el índice R de vecino más próximo para medir el grado de concentración espacial de las mismas. Un estudio de superposición de capas cuantifica las superficies de cada patrón de cambio según su posición respecto a las masas de agua subterránea.

Para el desarrollo de la investigación se han realizado tres cartografías de usos del suelo, correspondientes a tres momentos históricos, de los que se cuenta con fotografías aéreas: 1956 (vuelo americano a escala 1:33.000), momento de despegue del regadío; 1987 (vuelo INDO a escala 1:18.000), año de la declaración de sobreexplotación del acuífero 23; y 2009 (vuelo PNOA), último año analizado, que coincide con la construcción de plantas termosolares en La Mancha. Las bases espaciales de referencia para la fotointerpretación han sido: la cartografía catastral, el Sistema de Información de Ocupación de Suelo de España (SIOSE); y el Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). La leyenda de usos y coberturas del suelo mantiene la nomenclatura SIOSE, pero se distinguen algunos aprovechamientos con mayor detalle por su particular impacto, como es el viñedo en espaldera, cuya conducción en altura, sobre soportes metálicos y con riego, implica relaciones ecológicas y paisajísticas particulares frente a otras formas de cultivo de la vid.

Las relaciones de los cambios con el acceso al agua subterránea se detectan combinando las cartografías anteriores con un mapa de las formaciones acuíferas del municipio, que en la parte correspondiente al Acuífero 23 indica los espesores de la formación geológica terciaria.

A partir de este esquema de trabajo, el documento final se organiza en tres partes: la primera (Capítulos I a IV), dedicada al planteamiento de la investigación y el marco teórico y metodológico. La segunda (Capítulos V a X), al estudio de las fuerzas motrices. Y la tercera (Capítulos XI a XV), al análisis de los cambios de uso del suelo. La interacción de los elementos del medio natural, la ordenación del territorio y las políticas públicas, la propiedad de la tierra, el avance tecnológico, y los usuarios del agua (estructuras agrarias, abastecimiento urbano, e industrias) conduce a cuatro grandes etapas del territorio, que fueron denominadas por Pillet (2001)⁴ como fases de la *sembradura*, el *viñedo*, el *regadío*, y el *desarrollo rural*.

Los cambios de un estadio a otro alteran el modelo de aprovechamiento del suelo, cada vez más intensivo en la explotación del agua y la degradación del paisaje. Por ejemplo, en 1910, el cereal de secano ocupaba el 50% de la superficie municipal; en 1957 era el viñedo el

1 BRIASSOULIS, H. (1998): «Data needs for integrated, intemporal analysis of land use change at the local level: notes of definitional, methodological and practical issues», en IGBP/IHDP-LUCC y IGBP-DIS: *Lucc Data Requirements Workshop. Survey of needs, gaps and priorities on data for land-use/land-cover change research*, LUCC Report Series n° 3, Instituto Cartográfico de Cataluña, Barcelona, pp. 67-76.

2 TURNER II, B.L. *et al.* (2007): «The emergence of land change science for global environmental change and sustainability», en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States PNAS*, vol. 104, n° 52, pp. 20666–20671. <http://www.pnas.org/content/104/52/20666.abstract> [Último acceso: 16/10/2011].

3 PONTIUS, R.G. Jr. *et al.* (2004): «Detecting important categorical land changes while accounting for persistence», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 101, pp. 251-268.

4 PILLET, F. (2001): *La Mancha. Transformaciones de un espacio rural*, Ciudad Real, Editorial Celeste.

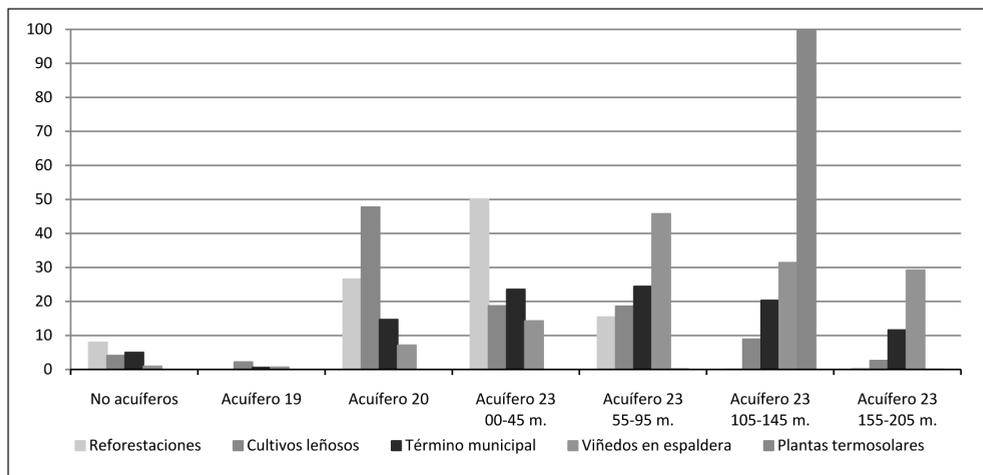
cultivo dominante, con un 38%; en 1987, los cultivos herbáceos de regadío suponían el 43%, con cultivos muy consumidores de agua (alfalfa, maíz y remolacha). En 2007, el regadío ocupa el 58% del término, pero se reparte entre cereales de invierno, barbechos, y los nuevos viñedos en espaldera. En 2009, al esquema anterior se suman plantas de producción de energía termosolar con un consumo equivalente a 2.000 ha de regadío. El espacio geográfico se va construyendo con un concepto rector productivista, y luego postproductivista, con planteamientos de multifuncionalidad y diversificación económica, pero sin un modelo territorial basado en criterios de sostenibilidad.

La superposición o comparación de los tres mapas de usos del suelo con el SIG descubre los patrones de cambio y su distribución espacial. En la primera transición, de 1956 a 1987, se mide el avance del regadío y la consolidación del viñedo. Se transforma el 70,77% de la superficie municipal y son significativos los cambios hacia usos más intensivos: el paso de labor en secano a regadío de 11.365 ha (17,06% del municipio); la roturación de 9.015 ha (13,53%) de zonas húmedas y dehesas para regadío; o la plantación de 7.276 ha (10,92%) de viñedo en tierras de labor en secano (en gran parte nuevas plantaciones tras los devastadores efectos de la filoxera). La expansión del regadío se hace en todos los lugares donde hay posibilidad de extraer agua subterránea. Se consigue gracias a una intensa dinamización política y social durante el franquismo, con leyes y planes, que facilitan la roturación de las tierras y la apropiación de los recursos mediante un importante avance tecnológico. La ausencia de una regulación de las aguas subterráneas hasta 1985 provoca la sobreexplotación del sistema hidrológico, la desaparición de zonas húmedas, y un enjuiciamiento del modelo territorial.

El cruce de los mapas de la segunda transición (1987 y 2009) muestra los efectos de la ordenación de los usos del agua y el impacto de las políticas europeas. Las transformaciones afectan al 37% de la superficie municipal, pero la distribución espacial de los cambios señala un comportamiento condicionado por la ausencia y presencia de agua subterránea. Los nuevos usos, los más significativos, son dos: los viñedos en regadío en espaldera que ocupan 5.130 ha (7,7% del municipio) y las plantas de energía termosolar, que se extienden por 610 ha (0,91%). Ambos se localizan en la zona central y más productiva del acuífero 23, entre los 55 y 205 metros de espesor (Figura 1). Al contrario, los cambios de carácter más extensivo, que son: el arranque de viñedo y el aprovechamiento del suelo para cultivos herbáceos de secano con 5.714 ha (8,58% del municipio); las reforestaciones de tierras agrícolas en 1.273 ha (1,91%); y las plantaciones de olivar en viñedos arrancados en 637 ha (0,96%), se reparten por las zonas de borde del acuífero o en zonas de difícil o nulo acceso al agua subterránea.

En suma, el 90% del territorio municipal ha cambiado en el periodo de 1956 a 2009. En este tiempo la capacidad de bombeo de agua subterránea ha ido creciendo: actualmente se estimaría en 70 hm³ para abastecer los usos urbanos, industriales y agrícolas consolidados, frente a unos recursos hídricos anuales de 34 hm³, cifrados a partir de la infiltración de agua de lluvia. El desequilibrio implica la alteración de los flujos de agua subterránea, el consumo de recursos que se producen en otras zonas de la cuenca hidrográfica, y una posición ganadora en el acceso al agua respecto a otros usuarios. Esta situación se manifiesta tanto hacia el exterior (el municipio de Alcázar de San Juan frente a otros municipios o comunidades de regantes) como entre los propios usuarios del término.

Figura 1
DISTRIBUCIÓN DE LOS NUEVOS USOS DEL SUELO ENTRE 1987 Y 2009 EN DISTINTAS ZONAS DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALCÁZAR DE SAN JUAN, SEGÚN EL POTENCIAL ACUÍFERO (%)



Elaboración propia.

La investigación concluye que la ordenación actual de los usos del suelo adolece de mecanismos para reducir la presión sobre las aguas subterráneas, lo que va en contra del modelo racional y sostenible exigido en la Directiva Marco del Agua, y evidencia la descoordinación entre las políticas públicas, concretamente de la planificación hidrológica y de la Política Agraria Común, ante una política de ordenación territorial o de usos del suelo consecuente con el problema. Una opción pasaría por introducir criterios de ordenación de los usos del suelo que reduzcan la presión sobre los acuíferos: limitar la superficie regada; establecer planes de cultivos; incentivar el abandono de tierras y la reforestación selectiva en base a la calidad agrológica de las mismas o por criterios de recuperación de zonas húmedas y de paisajes característicos. El método aplicado es óptimo para identificar las transiciones más características de uso del suelo, y descubrir las tendencias de concentración, en este caso en las zonas más productivas del acuífero. Desde un punto de vista teórico se refuerza el papel de la escala y del espacio en la gestión de los recursos comunes.