

ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE USOS DEL SUELO EN EL ÁREA DE CASAPALMA (VALLE DEL GUADALHORCE, MÁLAGA) ENTRE 1991 Y 2007

Rodrigo Comino¹, J.; Senciales González², J.M. y Ferré Bueno³, E.
Universidad de Málaga

RESUMEN

El presente trabajo pretende demostrar la posibilidad de analizar los cambios de coberturas y usos del suelo de un área mediterránea sometida a intensas transformaciones. Como herramienta principal se ha utilizado los SIG para fotointerpretar las fuentes existentes sobre dicha materia desde el mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía del año 1991 y 2007 a escala 1:50.000 y 1:25.000 respectivamente (REDIAM). Acto seguido, con la herramienta espacial de Crosstabulación se ha calculado la variación de los usos en formato vectorial. Todas estas conclusiones se apoyan en un análisis previo de las condiciones demográficas y una revisión bibliográfica de autores que ya han trabajado en dicha zona de estudio situada en el municipio de Cártama en la provincia de Málaga (España).

Palabras clave: Cambios de usos y coberturas del suelo, SIG, crosstabulación y transformaciones.

ANALYZING LAND USE CHANGES IN CASAPALMA AREA (GUADALHORCE VALLEY, MÁLAGA, SPAIN) FROM 1991 TO 2007

ABSTRACT

This work demonstrates different possibilities for analyzing the cover and land use changes in a highly transformed mediterranean area. As a main tool GIS was used for photointerpretation on the land uses and vegetables covertures of soil in Andalucía (1991 and 2007) with a scale 1:50.000 and 1:25.000 respectively (REDIAM). After that, temporal land use changes were calculated in vectorial format with Crosstabulation tool. Previously, all results were supported with demographics analysis and bibliographic review by authors from this study area in Cartama township (Malaga province, Spain).

Key words: Land uses and cover changes, GIS, crosstabulation and transformations.

Fecha de recepción: 31 de Octubre de 2013. Fecha de aceptación: 25 de Noviembre de 2014.

- 1 Dpto de Geografía. Área de Geografía Física. Univ. de Málaga. geo.jrc@uma.es
- 2 Dpto de Geografía. Área de Geografía Física. Univ. de Málaga. senciales@uma.es
- 3 Dpto de Geografía. Área de Geografía Física. Univ. de Málaga. eferre@uma.es

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática de las variaciones en los cambios de uso del suelo en el mediterráneo

Una de las misiones más importantes para una adecuada ordenación del territorio es conocer y evaluar la idoneidad del uso actual y prospectivo del suelo, según los «*diferentes atributos naturales y socioeconómicos involucrados en su desarrollo*» (HERNÁNDEZ SANTANA et al., 2010), para garantizar la seguridad de la población frente a los peligros a los que se expone (AYALA CARCEDO y OLCINA, 2002). Los rápidos y drásticos cambios sobre las propiedades edáficas y la corteza terrestre debidos a la expansión urbana y agraria provocan que la superficie se agrupe según las transformaciones y respuestas que den al ser humano (RICHTER, 2007).

La gestión territorial y las políticas de ordenación necesitan información sobre cambios en los usos del suelo, según sean capaces de predecir efectos sobre formaciones vegetales, edáficas, geológicas o asentamientos humanos, permitiendo comparar alternativas de modo eficiente y justo (TUGEL et al., 2005). Así, identificar los tipos de tierras para la agricultura, estaría acorde con encontrar secuencias metodológicas que resaltaran las propias potencialidades ecológicas y limitaciones de dicho territorio. Interesa predecir la idoneidad inherente de cada unidad de suelo para cultivos específicos o actividades económicas (ABD-ELMABOD et al., 2012), aunque sea difícil medirlo con exactitud (GÓMEZ LIMÓN y SÁNCHEZ, 2010).

Desde hace siglos, muchas tierras del Mediterráneo estaban cubiertas de una base forestal muy extensa, pero la tala y la erosión del suelo la han reducido a favor de las tierras agrícolas y urbanas (HUGHES y THIRGOOD, 1982). Desbrozar y aterrizar suelos desnudos para evitar erosión, escorrentía y transporte subsecuente de contaminantes de los cultivos son prácticas ancestrales en el sur de Europa (DURÁN ZUAZO et al., 2010); sin embargo, estas también se han convertido en factores que incrementan la vulnerabilidad del territorio, sumando nuevos insumos a la fragilidad intrínseca de los ecosistemas naturales mediterráneos (KOSMAS et al., 2000). La erosión producida por la agricultura es componente fundamental de la evolución de los paisajes mediterráneos desde la Prehistoria, acaecida diacrónicamente conforme llegaban nuevas tecnologías, largas épocas de explotación desmesurada por el hombre (ALONSO et al., 2010) y abandono de tierras, fenómeno usual en el Mediterráneo, que modifica composición y estructura del suelo (RUIZ SINOGA y MARTÍNEZ, 2009) e incrementa el riesgo de incendios (LLOVET y RAMÓN, 2010). Desde 1986, en Andalucía aumentaron los aterrazamientos y la eliminación de la cubierta vegetal (en territorios no tradicionales en tal práctica), generalmente, favorecidos por las subvenciones de la UE destinadas a cultivos subtropicales (agricultura irrigada), olivar y secano extensivo.

Esta alteración en los usos del suelo se muestra como una de las mayores causas en los cambios globales y, en particular, en los medios mediterráneos (CAÑADAS et al., 2010). Por ello, apuntan GOOD y REUNVENY (2009) que el manto edáfico es clave para entender el desarrollo socioeconómico en el sector agrario. Así, ordenar el recurso suelo para protegerlo con cobertura vegetal, incluyendo posibles agroecosiste-

mas (DURÁN ZUAZO et al., 2010), podrían ser soluciones que propiciaran, además de estabilidad a los ecosistemas, «*extra incomes*» para los agricultores en su producción.

El objetivo de este estudio es crear una base de datos sobre cambios de usos y coberturas del suelo de un área de estudio mediterránea, para analizar en un futuro mediante otros mapas finales, ítems que informen de la evolución de cada parte concreta del territorio. Estos datos deben proporcionar información extra a estudios sobre riesgos naturales o antrópicos y sobre la capa edáfica subyacente o la dinámica económica del territorio para futuras inversiones. Existe gran variedad de trabajos que versan sobre esta temática de análisis de cambios de usos con SIG apoyados en la modelización (PAEGELOW et al. 2004; CAMACHO et al., 2007; MAS et al. 2011), la teledetección (ALONSO et al. 2010), en el análisis de regresión de multivariantes (PINEDA et al., 2009) o multicriterio (GALACHO Y ARREBOLA, 2008_a y 2008_b).

1.2. Contexto de los usos del suelo en la provincia de Málaga

La distribución espacial de los usos del suelo en la provincia de Málaga está condicionada por una combinación de factores: «*relacionados con el medio físico (pendientes, litología, tipos de suelo,...) y con la explotación humana del territorio (variable en el tiempo)*» (NATERA, 2007). El factor físico condiciona el resultado del mapa de usos y coberturas naturales finales, pero no es el único.

El ser humano a lo largo de la historia consume recursos y transforma el territorio (GEORGESCU-ROEGEN, 2007), y en la provincia de Málaga, de largo recorrido histórico, no es distinto. Los procesos territoriales inducidos, sobre todo, por turismo y crecimiento urbano pueden ser también, a menudo, muy negativos desde el punto de vista de la ordenación territorial (GALACHO y LARRUBIA, 2002), ya que influyen en la peligrosidad y vulnerabilidad de los elementos expuestos sobre el espacio y los suelos resultantes donde se emplacen las actividades, degradándose hasta perder parcial o totalmente su potencial productivo por contaminación, sobreexplotación o abandono (como en el caso de la crisis actual en numerosos lugares de España una vez urbanizados), de modo irreversible.

Otros usos del suelo comunes y muy extendidos son los agrarios, incluyendo la agricultura, de secano (olivar y vid, mayoritariamente) o de regadío (usuales en vegas de ríos). El tipo de suelo resultante mientras se practican actividades en él y tras su abandono depende de la capacidad de la planta para protegerlo, de la densidad con que se establezca, de sus cualidades biológicas (PERLES, 1997) y del tratamiento bioquímico por parte del agricultor (fertilizantes, tipo de regadío, facilidad de entrada al ganado...), así como de las técnicas de labranza.

Los usos del suelo reservados a espacios naturales son reducidos, tanto en zonas de montaña como en márgenes de ríos. Solo las figuras de protección creadas para tal fin influyen en su conservación, con resultados positivos en la regeneración (MARTÍNEZ y SENCIALES, 2003). En la Figura 1 se muestra el mapa de usos del suelo provincial de Málaga y la localización del área de estudio, ampliada en la Figura 2.

FIGURA 1
 Mapa de usos y cobertura del suelo de la provincia de Málaga a partir de la base de datos REDIAM (2007).

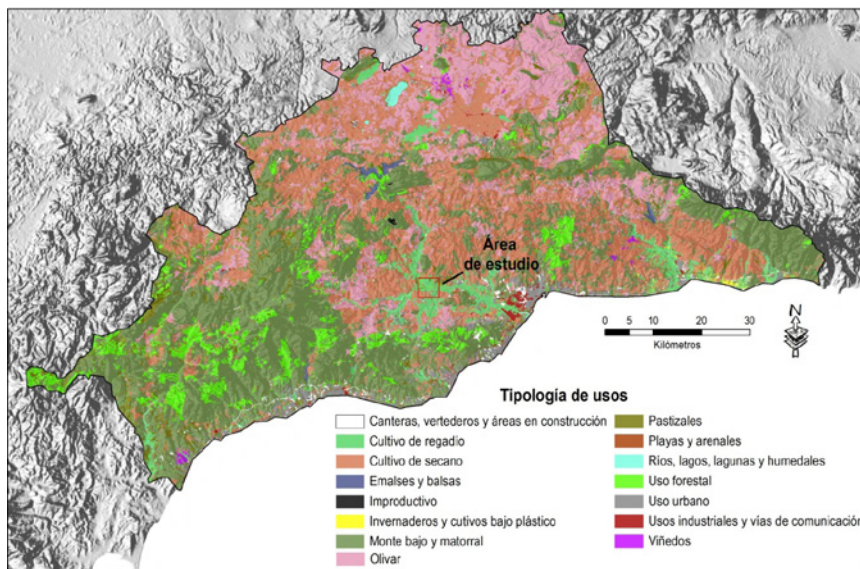
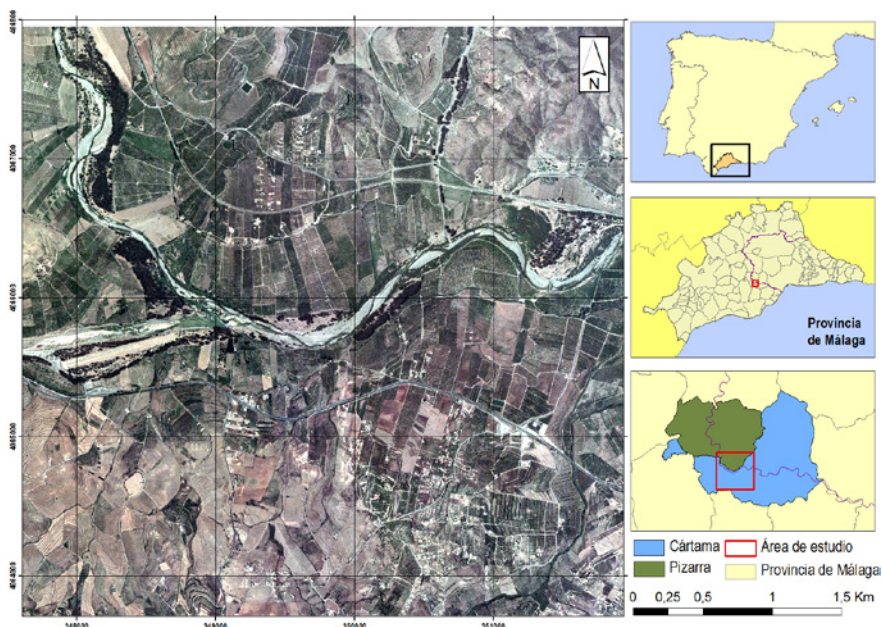


FIGURA 2
 Localización del área de estudio del área de Casapalma



2. METODOLOGÍA Y FUENTES

Como material para analizar cambios de usos y coberturas del suelo con herramientas SIG, se emplean capas de información vectorial del mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía (www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam) e=1:50.000 de 1991 y e=1:25.000 de 2007, y ortofotografías digitales de 1991 y 2007 (www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia) e=1:5.000 con resolución de 0,5 y 1 m respectivamente. Con esta base, se intersectan las capas de información con el área de estudio seleccionada (Figura 3) identificando qué tipo de usos e imágenes se emplazan concretamente en esas fechas. En algunas partes del territorio se requiere fotointerpretación directa sobre la ortoimagen, reinterpretando la información y redigitalizándola con herramientas de edición del software ArcMap 10.1, debido a que gran parte de la base de datos de usos del suelo no llegaba a ajustarse del todo a la realidad observada y que subyacía en la ortoimagen de esa fecha, además de igualar la escala de trabajo en la capa de información de 1991 a la de 2007, pasando de 1:50.000 a 1:25.000. Luego, se emplea la herramienta espacial de análisis de cambios «Crosstab» de ArcMap 10.1, calculando porcentajes de las superficies entre dos capas vectoriales. Así, puede evaluarse el impacto del cambio de usos del suelo en el territorio, almacenando la información en formato «Geodatabase». Para obtener conclusiones certeras y enmarcar el área de estudio con precisión, se introducen claves demográficas del municipio de Cártama (donde se halla la mayor parte del área estudiada) contextualizando y demostrando la importancia de los procesos de antropización en los ecosistemas y la artificialización del recurso suelo (RODRIGO y SENCIALES, 2013).

Se pretende comprobar cómo, en un corto intervalo temporal, los usos han cambiado drásticamente, conllevando la alteración de las dinámicas naturales, algunas peligrosas para el ser humano y otras degradativas para el suelo (CANTARERO, 2013).

3. ÁREA DE ESTUDIO

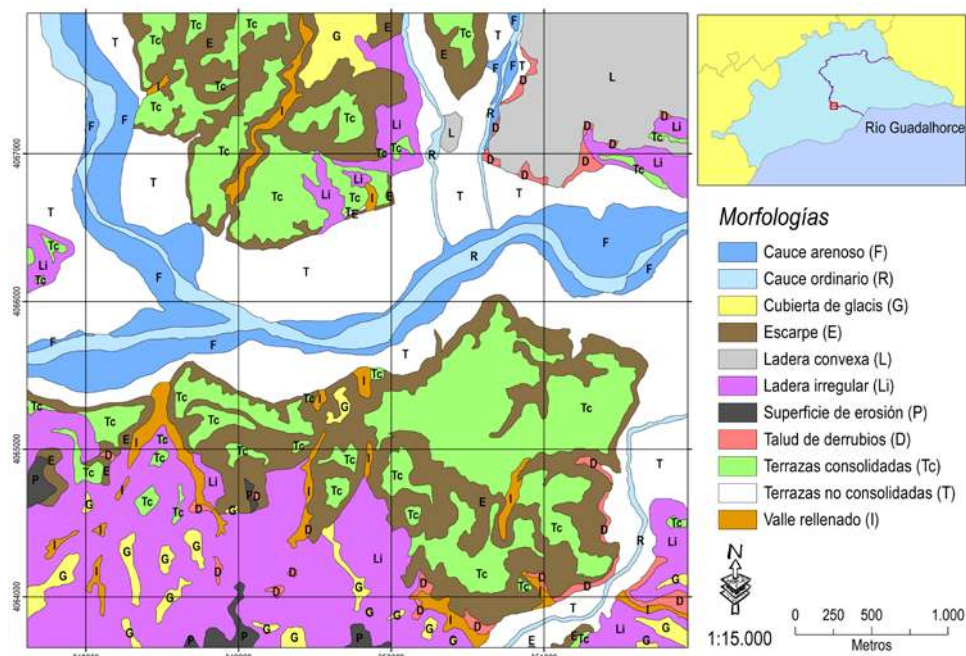
3.1. Contexto espacial de carácter físico de Casapalma

Se elabora el estudio en un área de 18,72 km² del tramo medio del río Guadalhorce, que coincide con una ortofotografía a escala 1:18.000 del vuelo de 1978 (Figura 2). Este curso de agua es el más importante de la provincia de Málaga por caudal y recorrido (154 km.). A modo de simbiosis, el área de estudio y su población conviven con el río que lo vertebra y organiza respecto a sus usos. Río y territorio *«conjugan una realidad que mezcla actividades relacionadas directamente con su medio natural y otras de mera explotación económica ligadas a la agricultura o la ganadería»* (LARRUBIA, 1994). El Guadalhorce, *«río del trigo»*, posee una compleja disposición de materiales, aunque hay algunas directrices marcadas por ejes de plegamientos triásicos (DURÁN, 1996). Tiene trazado E-W en su inicio y, N-S y W-E según se acerca a la costa. La unidad fisiográfica de la Hoya de Málaga queda delimitada en parte por su valle y existe un aprovechamiento agrícola intensivo, dados los suelos profundos y bien estructurados que ha formado (RODRIGO, 2012). De carácter pluvial, está controlado por las presas del Chorro y

condicionado por procesos kársticos subterráneos. Se saliniza de modo natural a su paso por el Trías margoso del Keuper antequerano y accidentalmente aguas abajo de las presas (MARTÍN ALGARRA, 1987). Destacan, además, geoformas clave a lo largo de su curso, por los usos que se establecen sobre ellas: las terrazas fluviales. Estos escalonamientos sedimentarios dispuestos longitudinalmente (sobre todo en la margen derecha), soportan importantes áreas de cultivos aprovechadas en nuestra área de estudio, en su mayoría, para regadíos (cítricos) y herbáceos de secano.

Conocer los caracteres climáticos anuales permite entender la distribución espacial de las variaciones ecológicas en el territorio, independientemente de la escala de trabajo (BAILEY, 1998). Pese a que la ETP anual es alta (900-950 mm) y las precipitaciones no compensan el déficit hídrico (600-700 mm), la cercanía al sistema fluvial permite disponer de este recurso directamente del cauce. Las especies vegetales están condicionadas por las altas temperaturas (media anual: 15-17°C; media de las máximas >19°C), apareciendo adaptaciones al estrés hídrico según nos alejamos del lecho principal del río y, secundariamente, por el control del agua que afecta a su crecimiento y a las características o propiedades que influyen sobre los procesos que incluyen la estabilidad y degradación edáfica (RUIZ SINOGA et al., 2010).

FIGURA 3
Morfología del área de estudio del área de Caspalma



En la Figura 3 se aprecian las diferentes morfologías del área de estudio. Espacialmente, las pendientes son muy bajas junto al río Guadalhorce, sus afluentes y terrazas fluviales

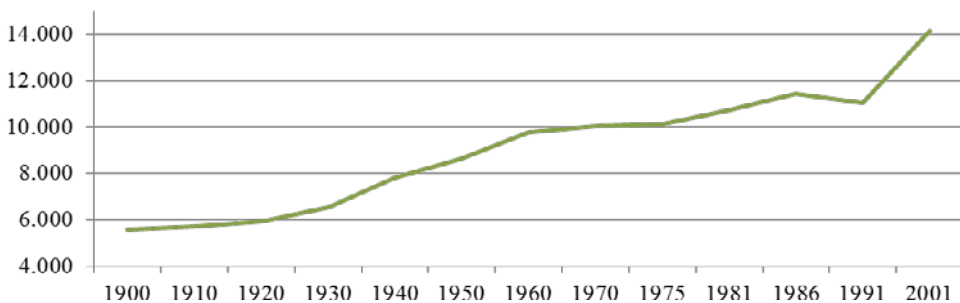
(valores entre 0-3 y 3-8%), lo que determina mejores condiciones geomorfológicas, biológicas y edáficas para cultivos, infraestructuras de comunicación o construcciones urbanas. Las áreas alejadas del cauce principal, formaciones de glacis, valles rellenados y pequeñas laderas irregulares se caracterizan por pendientes más acusadas, 8-16 y 16-21%, según los rangos sugeridos por MOREIRA (1991) para el medio mediterráneo. Secundariamente, aparecen estrechas franjas representadas por escarpes o laderas convexas, donde las pendientes son más acusadas (21-46%). Finalmente, en la esquina nororiental, la morfología montuosa de laderas convexas resalta sobre el resto del territorio y se compone de materiales maláguides y unas pendientes que superan el 46%; en ella hay claros indicios de dificultades en las relaciones suelo-planta-agua.

3.2. Claves de carácter demográfico

La evolución poblacional del municipio de Cártama, al que pertenece gran parte del territorio estudiado (Casapalma), es ascendente desde el pasado siglo (Gráfico 1), sin apenas descensos de efectivos, a semejanza de la provincial. Hay dos tendencias positivas: 1) Desde la 2ª década del siglo XX hasta los 60, cuando los planes de regadío del Guadalhorce ponen en valor las tierras situadas en las terrazas fluviales; 2) En la década de los 90, cuando se incrementan fuertemente los efectivos, coincidiendo con el «boom inmobiliario» de la Costa del Sol y los procesos de periurbanización (OCAÑA y LARRUBIA, 1993). En la evolución reciente no se observan intervalos negativos que muestren la crisis agraria, reafirmando la idea de un municipio influido por la saturación del litoral, funcionando como área de expansión apoyada en operaciones inmobiliarias y recalificaciones de suelo. Queda un territorio a la expectativa de la demanda, en lugar de planificar y proyectar medidas para ordenarlo, reflejándose el «desorden» en la explotación de cultivos y puesta en valor del río y terrazas fluviales. Según OCAÑA y LARRUBIA (1993), es *«poco aceptable enarbolar la defensa de este tipo de territorios con incrementos poblacionales tan grandes como puro conservadurismo, pero había muchas razones, algunas de orden ecológico, además de la natural cautela frente a una urbanización desordenada, que aconsejan una reflexión serena»*.

GRÁFICO 1

Evolución histórica de la población del municipio de Cártama en miles de habitantes.



Fuente: SIMA (2011).

4. DESARROLLO METODOLÓGICO

Se digitalizan y reinterpretan los diferentes usos del suelo sobre las fuentes de las imágenes mencionadas. Una de las herramientas útiles para esta tarea, ha la imagen de satélite (www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam), combinando las bandas 4, 5 y 3, para obtener un mapa final más adecuado y preciso a la escala final de trabajo y objetivos. Esta información de apoyo se caracteriza por ser coberturas completas de imágenes Landsat TM de la región sur de Andalucía con resolución espacial de 30 m en cada pixel. Ejemplos del proceso se observan en las secuencias de las Figuras 4, 5 y 6.

Digitalizados los mapas con tales fuentes, la fotografía aérea y la imagen de satélite más reciente, se plantean los cambios en los usos del suelo en dos fechas diferentes: 1991 y 2007. Primero, deben visualizarse los dos mapas de usos digitalizados según fotografía aérea y mapa de usos y coberturas del suelo (Figuras 5 y 6), y después, con

FIGURA 4
Digitalización y corrección con la imagen de satélite

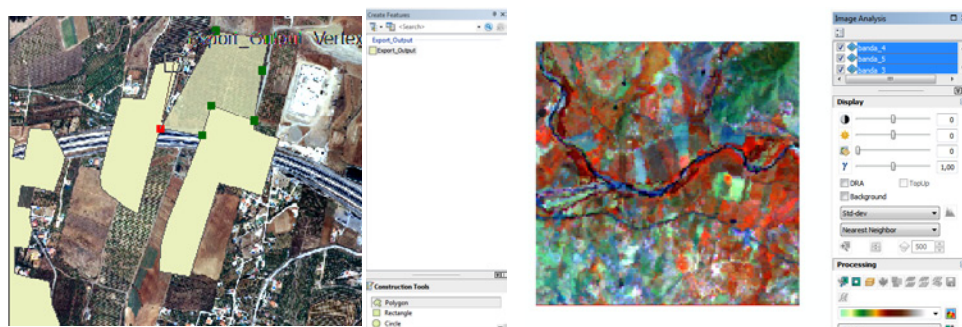


FIGURA 5
Digitalización de los usos urbanos y en construcción de 1991

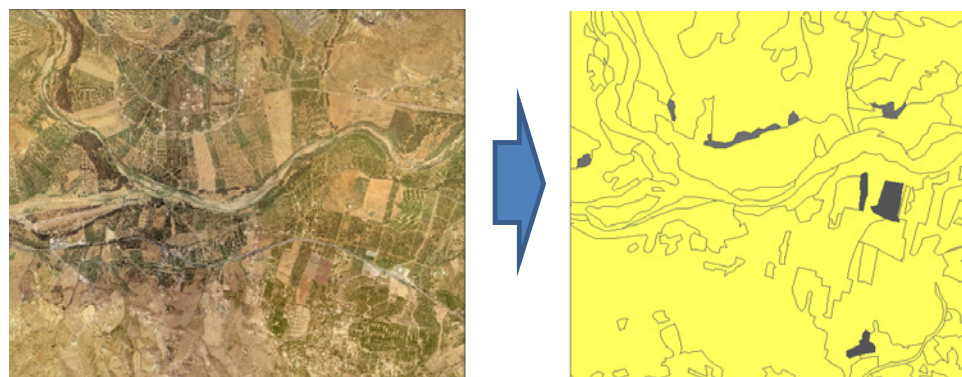
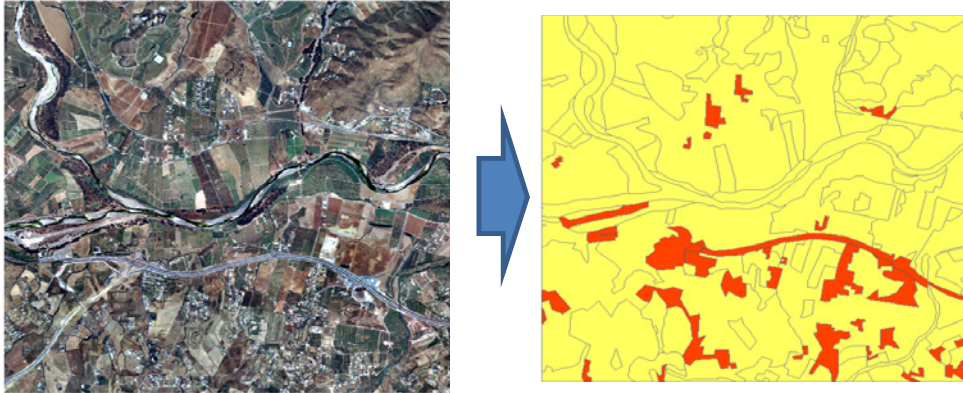


FIGURA 6
Digitalización de los usos urbanos y viarios de 2007



las herramientas de edición de capas vectoriales *Union* y de análisis espacial *Crosstab* de ArcMap 10.1 se miden cambios porcentuales, generando una tabla resumen (Tabla 1).

TABLA 1
Resumen de los cambios de usos del suelo entre los años 1991 y 2007

Tipología	1991	%	2007	%	Dif. (1) (has)	Dif. (1) (%)
1. Herbáceos en regadío	13,99	0,75	241,69	12,91	227,7	12,16
2. Leñosos en regadío	0	0	619,21	33,08	619,21	33,08
3. Herbáceos en secano	916,9	48,98	318,68	17,02	-598,22	-31,96
4. Leñosos en secano	528,92	28,25	152,95	8,17	-375,97	-20,08
5. Infraestructuras y equipamientos	0,78	0,04	97,72	5,22	96,94	5,18
6. Pastizales	147,36	7,87	38,07	2,03	-109,29	-5,84
7. Uso residencial	12,56	0,67	151,06	8,07	138,5	7,4
8. Natural arbórea (eucaliptal)	27,37	1,46	58	3,1	30,63	1,64
9. Natural arbustiva (cañaveral)	136,5	7,29	74,64	3,99	-61,86	-3,3
10. Natural arbustiva (tarajal)	53,99	2,88	62,12	3,32	8,13	0,43
11. Natural arbustiva (retamar y palmitar)	33,64	1,8	57,89	3,09	24,25	1,3

(1) Diferencia.

5. RESULTADOS

Se observa cómo una de las clases más importantes tras digitalizar cada imagen es el uso urbano, expandido considerablemente por el área de estudio, como ya se avanzó en el apartado de población y en los pronósticos de LARRUBIA (1994) y OCAÑA y LARRUBIA

(1993). Este territorio posee una gran extensión cultivada que aprovecha las aguas del río Guadalhorce; pero el establecimiento de pequeños cortijos y fincas a modo de viviendas o casas rurales es numeroso. Además, al ocupar una zona periférica del municipio de Málaga su expansión también se ha visto muy influida por los procesos de periurbanización desde la metrópolis central.

Desde 1991, el aprovechamiento urbano de la superficie comienza a ser elevado, incluyendo vías de comunicaciones y usos industriales; empieza así la fragmentación del espacio agrícola en parcelas menores. Este proceso culmina en 2007, cuando el éxodo rural o la conversión en pequeñas parcelas se debe más a cambios de tipo de explotación de las fincas (RUBIO BARQUERO et al, 2010). La autovía que une el municipio de Málaga con el área occidental y noroccidental de la provincia incrementa los procesos de periurbanización y se mantienen los usos agrícolas gracias al alto rendimiento de las explotaciones o a su reconversión en «residencias rurales».

Con los resultados obtenidos en las Figuras 7 y 8, y la Tabla 1, se puede observar cómo antes de la extensión de los cítricos en dicha zona, los usos más extendidos eran de secano (olivar y herbáceos), ocupando casi un 75% del total.

Tras las reconversiones e incremento de la accesibilidad a mejoras en proyectos de regadío, la mayor productividad en otros subsectores asociados y la conectividad del municipio de Cártama por nuevos viales, los cultivos leñosos regados, sobre todo cítricos (330,4 has) y los herbáceos regados ocupan ahora más de un 40% del territorio.

FIGURA 7
Mapa de coberturas y usos del suelo en 1991.

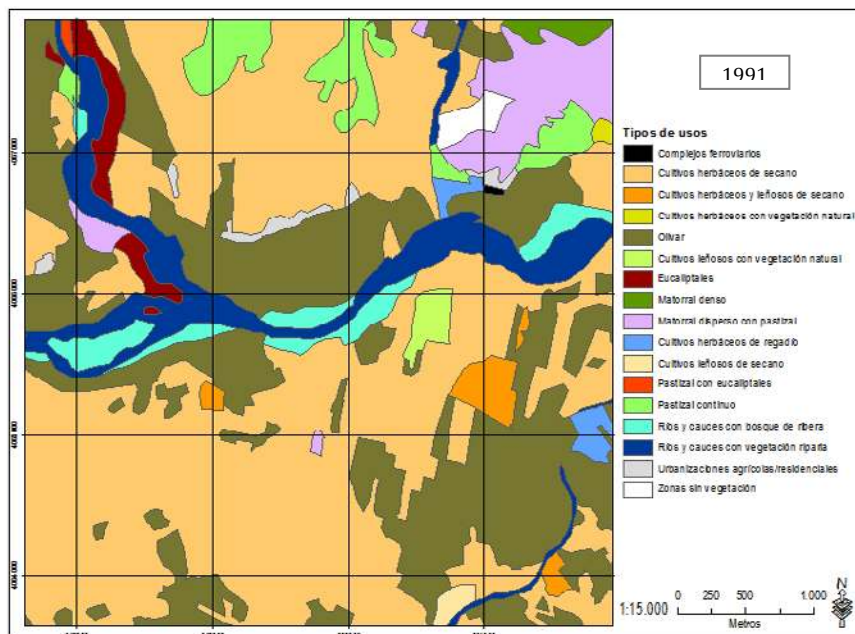
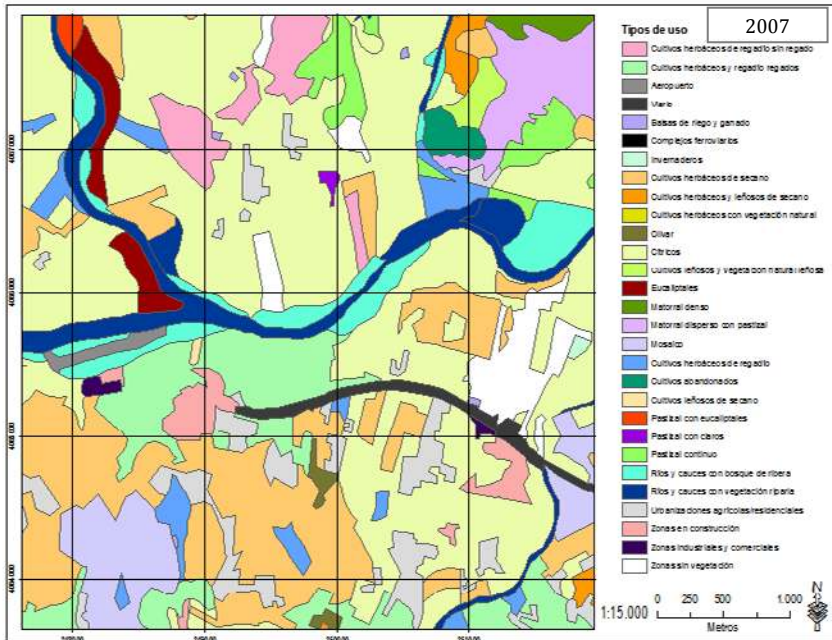


FIGURA 8
Mapa de coberturas y usos del suelo en 2007.



Se benefician por los cambios y los procesos de periurbanización los nuevos complejos de urbanizaciones, perdiéndose casi 600 has en favor de estos. Este proceso afecta a Cártama por hallarse a medio camino entre Málaga y la zona occidental, y así se convierte en un polo de crecimiento que focaliza la atracción de habitantes urbanos nacionales y extranjeros. El cambio supone un incremento de 0,67 al 8,07%. En esta dinámica, el desarrollo de las vías de comunicación es determinante, ocupando antiguas áreas de secano leñoso como las terrazas fluviales altas del río Guadalhorce.

Se reducen olivar y almendros (leñosos en secano), que, tras cultivarse de modo indiscriminado en gran parte de Andalucía (ARAQUE, 2008), con la reconversión del sector primario por las políticas europeas y por su baja productividad tiende a numerosos cambios, en nuestro caso inclinándose hacia los cítricos, que ganan más de 280 has. Pero también debe considerarse que estas especies favorecen el incremento de carbono orgánico del suelo y mejoran su estructura y fertilidad, contribuyendo a sujetar horizontes y secuestrar carbono atmosférico (NIETO et al., 2012).

Las áreas naturales se reducen claramente en superficie, sobre todo el matorral denso y disperso y los bosques de ribera de vegetación riparia autóctona y eucaliptales. El matorral denso situado en la zona NE se mantiene intacto en extensión, pero el disperso y los eucaliptales sufren muchas pérdidas, degradándose a veces hasta el extremo. Se omite así la gran importancia de estas especies frente a la pérdida de agua por escorrentía y de suelo. Aunque aparentemente para los que explotan el territorio (y especulan con

él) sean suelos improductivos, no deben considerarse nulos sus beneficios económicos, pues las ventajas ambientales y protectoras son más que aceptables en tales espacios mediterráneos bien conservados (CERDÁ et al., 2010).

Atendiendo a la ganadería y sus efectos sobre el suelo, los pastos se reducen casi en un 6%, ocupando solo un 2% del total. La zona dedicada al ganado se emplea a menudo sin conocer con exactitud sus verdaderas consecuencias. Una de las más directas es la «acción de la pezuña animal al transitar los animales por el suelo, a través de su peso y de la propia acción de caminar», que genera sobre el manto edáfico una degradación física, «una modificación de la estructura de los poros, produciendo compactación» (BLANCO, 2000). Según este autor, el daño al suelo puede ser «superior al de la propia maquinaria agrícola». Además, al pastar se elimina parte de la vegetación que, como se sabe, conforma con el suelo una relación indisociable de sustento-protección.

6. CONCLUSIONES

A través de la secuencia metodológica, combinando datos demográficos y usos del suelo, se obtiene un diagnóstico preciso sobre el estado y evolución del uso del suelo de un territorio mediterráneo con gran variabilidad espacial y temporal. La aplicación de la herramienta *Crosstab* sobre las capas de información vectorial, incluida por los SIGs, permite confirmar la tendencia al desbordamiento del proceso urbanizador en un área situada en la periferia y en plena conectividad con una gran ciudad (Málaga). Mediante esta metodología se alcanza un conocimiento exacto en cifras porcentuales y de superficie sobre qué usos permanecen estancados o estables, y los más dinámicos, fugaces o inestables. Con el presente trabajo se puede afirmar que el proceso de periurbanización conlleva una transformación económica que influye en la extensión del uso agrario y, concretamente, del agrícola, pasando de los cultivos de secano y extensos pastizales a un espacio agrícola de regadío intensivo de cítricos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD ELMABOD, S.K., ALI, R.R., ANAYA, M., JORDÁN, A., MUÑOZ, M., ABDELMA-GEED, T.A., ZAVALA, L.M. y DE LA ROSA, D. (2012): «Evaluating soil degradation under different scenarios of agricultural land management in mediterranean región». *Nature and Science*, 10, 103-116.
- ALONSO, F.; GOMARIZ, F. y CÁNOVAS, F. (2010): «Análisis temporal de los cambios de usos del suelo en la cuenca del Segura mediante teledetección. Implicaciones sobre la degradación». *C & G*, 24 (3-4), 73-88.
- ARAQUE, E. (2008): «Luces y sombras de la expansión olivarera en Sierra Mágina». *Sumuntán*, 25, 65-96.
- AYALA-CARCEDO, F.J. y OLCINA, J. (2002): *Riesgos Naturales*. Ariel, col. Ciencia, Barcelona, 1.304 pp.
- BAILEY R.G. (1998): *Ecoregions: The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents*. Springer, New York, 176 pp.

- BLANCO, R. (2000): *Propuesta metodológica para la aplicación del análisis de las propiedades físicas edáficas a la evaluación del suelo para usos ganaderos*. Tesis doctoral, Univ. de Málaga, 434 pp.
- CANTARERO, F. (2013): *Relaciones entre el patrón territorial y la generación del peligro de inundación. Análisis comparado de casos en Málaga (España) y Motozintla (México)*. Tesis doctoral. Univ. de Málaga.
- CAÑADAS, E.M., JIMÉNEZ, M.N., VALLE, F., FERNÁNDEZ ONDOÑO, E., MARTÍN PEINADO, F. y NAVARRO, F.B. (2010): «Soil-vegetation relationships in semi-arid Mediterranean old fields (SE Spain): Implications for management». *Journal of Arid Environments*, 74 (11), 1.525-1.533.
- CERDÀ, A., GIMÉNEZ-MORERA, A., BODÍ, M.B., BURGNET, M., GARCÍA LÓPEZ, J., JOVANI, C. y SEGURA, M. (2010): «Pérdida de suelo y agua bajo cubierta de *Quercus coccifera* en la sierra de Enguera. Valencia». *C & G*, 24 (3-4), 13-23.
- DURÁN ZUAZO, V.H., RODRÍGUEZ PLEGUEZUELO, C.R., MARTÍN PEINADO, F.J., DE GRAAFF, J., FRANCIA, J.R. Y FLANAGAN, D.C. (2010): «Environmental impact of introducing plant covers in the taluses of terraces: Implications for mitigating agricultural soil erosion and runoff». *Catena*, 84, 79-88.
- DURÁN, J.J. (1996): *Los sistemas kársticos de la provincia de Málaga y su evolución: contribución al conocimiento paleoclimático del Cuaternario en el Mediterráneo occidental*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 409 pp.
- GALACHO, F.B. y LARRUBIA, R. (2002): *Usos del suelo y territorio. Análisis de la situación ambiental*. Comisión Transversal 'Medio Ambiente y Sostenibilidad, MA-DECA10, Málaga, 150 pp.
- GALACHO, F.B. y ARREBOLA, J.A. (2008_a): «El modelo de evaluación de la capacidad de acogida del territorio. Aspectos conceptuales y técnicas relacionadas». *Baética*, 21-40.
- GALACHO, F.B. y ARREBOLA, J.A. (2008_b): «Aplicación del modelo de evaluación de la capacidad de acogida para la valoración de la aptitud física del territorio respecto a sectores de planeamiento urbanístico». En: HERNÁNDEZ, L. y PARREÑO, J. M. (Eds.): *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Serv. Publ. y Difusión Científica UPLGC. Las Palmas Gran Canaria, 43-55.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (2007): *Ensayos bioeconómicos*. Catarata, Madrid, 156 pp.
- GÓMEZ LIMÓN, J. y SÁNCHEZ, G. (2010): «Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators». *Ecological Economics*, 69, 1.062-1.075.
- GOOD D.H. y REUVENY, R. (2009): «On the collapse of historical civilizations». *J. Agr. Econ.* n° 99, 863-879.
- HERNÁNDEZ SANTANA, J. R.; LÓPEZ MIGUEL, C.; MÉNDEZ, A. P. y BOLLO, M. (2010): «Geomorphic intensity of the northwest relief of the State of Chiapas, Mexico: an approach for territorial planning». *C & G*, 24 (1-2), 79-98.
- HUGHES J.D. y THIRGOOD J.V. (1982): «Deforestation in Ancient Greece and Rome. A Cause of collapse?» *Ecologist* n° 12(5), 196-208.
- KOSMAS, C., DANALATOS, N.G., GERONTIDIS, S., (2000): «The effect of land parameters on vegetation performance and degree of erosion under Mediterranean conditions». *Catena*, 40, pp. 3-17.

- LARRUBIA, R. (1994): *Producción y comercialización de los cítricos en la provincia de Málaga*. Biblioteca Popular Malagueña, 66, Málaga, 165 pp.
- LLOVET J. y RAMÓN, V. (2010): «Evolución de la compactación superficial del suelo tras un incendio en función de la edad de abandono de antiguos cultivos». *C & G*, nº24 (3-4), 53-62.
- MAS J.F., KOLBA, M., HOUET, T., PAEGELOW, M. y CAMACHO, M.T. (2011): «Una comparación de programas de cambios de cobertura/uso del suelo». *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoramento Remoto, Curitiba Brasil, INPE*, 5801-5808.
- MARTÍN ALGARRA, A. (1987): *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis doctoral, Univ. de Granada, 1.171 pp.
- MARTÍNEZ, J.F. y SENCIALES, J.M.^a. (2003): «Morfogénesis y procesos edáficos. El caso de los Montes de Málaga». *Baetica*, 25, 219-257.
- MOREIRA, J.M. (1991): *Capacidad de uso y erosión de suelos. Una aproximación a la evaluación de tierras en Andalucía*. A.M.A, Junta de Andalucía, 446 pp.
- NATERA, J.J. (2007): «Los usos del suelo de la provincia de Málaga». En: *Atlas Hidrogeológico de la provincia de Málaga*, tomo 2, 59-65. J.J. DURÁN (Coord.). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España; Diputación de Málaga.
- NIETO O.M., CASTRO J. y FERNÁNDEZ-ONDOÑO E. (2012): «Sustainable agricultural practices for Mediterranean olive groves. The effect of soil management on soil properties». *Spanish Journal of Soil Science (SJSS)*, 2, 70-77.
- OCAÑA, C. y LARRUBIA, R. (1993): *Agricultura y espacio metropolitano: Málaga y el Bajo Guadalhorce*. Edit. Textos mínimos, Univ. de Málaga, Málaga, 169 pp.
- PAEGELOW, M., VILLA, N., CORNEZ, L., FERRATY, F., FERRÉ, L. y SARDA, P. (2004): «Modelisations prospectives de l'occupation du sol. Le cas d'une montagne méditerranéenn». *Cybergeo (Revue européenn de géographie)*, 295, 1-19.
- PERLES, M.J. (1997): *Medir la erosión: fragilidad erosiva en el valle del río Vélez*. Servicio de publicaciones de la Diputación de Málaga (CEDMA), Málaga, 230 pp.
- PINEDA, N.B., BOSQUE SENDRA, J., GÓMEZ, M. y PLATA, W. (2009): «Análisis de cambios de uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación». *Investigaciones Geográficas (México)*, 69 (www.scielo.org.mx).
- RICHTER, D.D. (2007): «Humanity's transformation of earth's soil: Pedology's new frontier». *Soil Science*. 172(12), 957-967.
- RODRIGO, J. (2012): *Los suelos de la provincia de Málaga: Revisión en función de los criterios de la clasificación de FAO-WRB (2006)*. Memoria de Licenciatura (inédita), Univ. de Málaga, Málaga, 176 pp.
- RODRIGO, J. y SENCIALES, J.M. (2013): «La Edafogeografía. La quinta rama olvidada de la Geografía Física». *Cuadernos Geográficos*, Univ. de Granada, 52, 1-23.
- RUBIO BARQUERO, L.M.; GÓMEZ MORENO, M.L. y BLANCO, R. (2010): «Sostenibilidad y orientación de las explotaciones en terrazas de cultivo en regadío». *Papeles de Geografía*, nº 51-52, 257-268.
- RUIZ SINOGA J.D. y MARTÍNEZ, J.F. (2009): «Hydrological response of abandoned agricultural soils along a climatological gradient nonmetamorphic parent material in southern Spain». *Earth Surface Processes and Landforms*, 34, 2.047-2.056.

- RUIZ SINOGA J.D., GARCÍA MARÍN R., MARTÍNEZ J.F. y GABARRÓN M.A. (2010): «Precipitation dynamics in southern Spain: trends and cycles». *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002, joc.2235.
- TUGEL, A.J., HERRICK, J.E., BROWN, J.R., MAUSBACH, M.J., OUCKETT, W. y HIPPLE, K. (2005): «Soil Change, Soil Survey and Natural Resources Decision Making: A Bluepoint of Action». *Soil Science Society*, 69, 738-747.
- www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam

