

JUAN ANTONIO PASCUAL AGUILAR*

DINÁMICA RECIENTE DE USOS DEL
SUELO EN EL CONTINUO
METROPOLITANO DE VALENCIA
(1956-1998)

RESUMEN

Los usos del suelo, y su expresión física como cubiertas superficiales, constituyen el principal elemento de modificación del paisaje en amplias zonas de los sistemas mediterráneos. Siendo, sobre todo, los cambios en las estructuras socioeconómicas los que determinan la dirección y tendencias de los usos del suelo que finalmente transformarán la cubierta superficial.

Para estudiar la dinámica espaciotemporal de las transformaciones se han utilizado series de fotografías aéreas que cubren la segunda mitad del siglo XX (años 1945, 1956, 1978, 1991 y 1998) en una superficie de 1.200 kilómetros del entorno de la ciudad de Valencia. La metodología empleada, utilizando los Sistemas de Información Geográfica, se basa en la construcción, a partir de las fotografías aéreas, y análisis de cartografías temáticas de usos del suelo para cada una de las fechas indicadas.

Durante dicho período las transformaciones han sido considerables, siendo los principales motores de las mismas la conversión de usos agrícolas (mayoritariamente terrenos fértiles de regadío) a otros urbanos y la intensificación de cultivos, pasando de seco a regadío.

PALABRAS CLAVE: Usos del suelo, Análisis espacio temporal, Sistemas de Información Geográfica, Entorno metropolitano de Valencia.

ABSTRACT

Land uses, and their physical expression as land covers, constitute the most important element of landscape transformation in wide areas of Mediterranean systems. Recent changes in the socio-economic structures are behind the trends and directions of the land uses that finally will transform the associated land cover.

To study the spatiotemporal land use-cover dynamics, aerial photograph series covering the second half of the XX century (years 1945, 1956, 1978, 1991 and 1998) for an area of 1,200 km² around the city of Valencia have been used. The methodological framework, implemented into a Geographical Information Systems environment, is based in the construction (after aerial photograph interpretation) and analysis of land use thematic maps.

* Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE (CSIC-UV-GV). Trabajo realizado en el marco del proyecto REN2003-07171.

Fecha de recepción: marzo 2005. Fecha de aceptación: junio 2005

Results show that land use-cover transformations have occurred significantly, being mainly in the form of conversion from irrigated agriculture (mainly produced on well suited land for agriculture) to urban uses and intensification of uses from dry farming to irrigated citrus crops.

KEY WORDS: Land user, Spatial and temporal analysis, Geographical Information Systems, Metropolitan Area of Valencia.

INTRODUCCIÓN

Uso del suelo y cubierta superficial son términos comúnmente utilizados por disciplinas territoriales. El primero alude a una clasificación socio-económica de las funciones básicas de la superficie como agricultura, hábitat, protección medioambiental, etc. (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 1994). La cubierta superficial representa la materialización física de las características de los usos en la superficie terrestre o el tipo de elemento que la recubre (BAULIES & SZEJWACH, 1998; BOSSARD *et al.*, 2000).

Asimismo los cambios de usos y cubiertas superficiales se insertan dentro de la percepción de transformaciones y cambios ambientales. Cada vez más se valora que los cambios globales no sólo están conducidos por la alteración de los ecosistemas naturales de extensas regiones del planeta (caso de las selvas amazónicas), sino que su acumulación a pequeña escala puede tener incidencia global, independientemente de las consecuencias locales. Es decir, se trata de cambios acumulativos que, en principio, tienen un impacto geográfico limitado (transformaciones forestales y de cultivos, expansión urbana, etc.) que repetidos sistemáticamente, alcanzan magnitudes globales (TURNER II & BUTZER, 1995).

Por tanto, aunque la creciente magnitud e intensidad de las transformaciones antrópicas exige que la escala de estudio sea en gran medida global (p.e. ESSER, 1989; RIEBSAME *et al.*, 1994; MALINGREAU *et al.*, 1995) o regional (p.e. HENDERSON-SELLERS & GORNITZ, 1984), la necesidad de una mejor comprensión de los cambios en los usos del suelo/cubierta superficial en diferentes contextos geográficos así como sus implicaciones sistémicas (LUCC, 1997; 1999) precisa escalas de mayor detalle.

Desde el punto de vista socioeconómico, los usos del suelo de un territorio conforman el paisaje donde se expresa de manera característica las relaciones seculares y actuales del hombre con el medio. Lambin (1997) asocia los cambios de usos del suelo a tres procesos: (1) conversión de la cubierta superficial, (como el cambio de uso agrícola a urbano), (2) degradación del suelo (por ejemplo, erosión y salinización), (3) intensificación de los usos (irrigación, utilización masiva de fertilizantes, etc.).

En nuestro entorno próximo, durante la segunda mitad del siglo XX se introdujeron notorias modificaciones en las estructuras productivas y transformaciones territoriales. Éstas alcanzan a la propia fisonomía y morfología del paisaje por el crecimiento de la superficie urbana y/o urbanizada por la industria (GOZÁLVIZ PÉREZ, 1971), el turismo (QUEREDA SALA, 1979), o la aparición de segundas residencias cercanas a las grandes ciudades (MIRANDA MONTERO, 1985), o por una combinación de varios de estos factores (HERMOSILLA PLA, 1993). Son trabajos que buscan el entendimiento de los procesos sociales y territoriales que llevan a las transformaciones, pero no contemplaban las relaciones del binomio medio físico/espacio humano que conducen a la modificación del paisaje; es decir, atienden sobre todo a la explicación de las causas, el por qué, más la identificación de las tasas de transformación, el cuándo, o al análisis la localización de los cambios, el dónde, respuestas a las que se pretende dar interpretación en este trabajo.

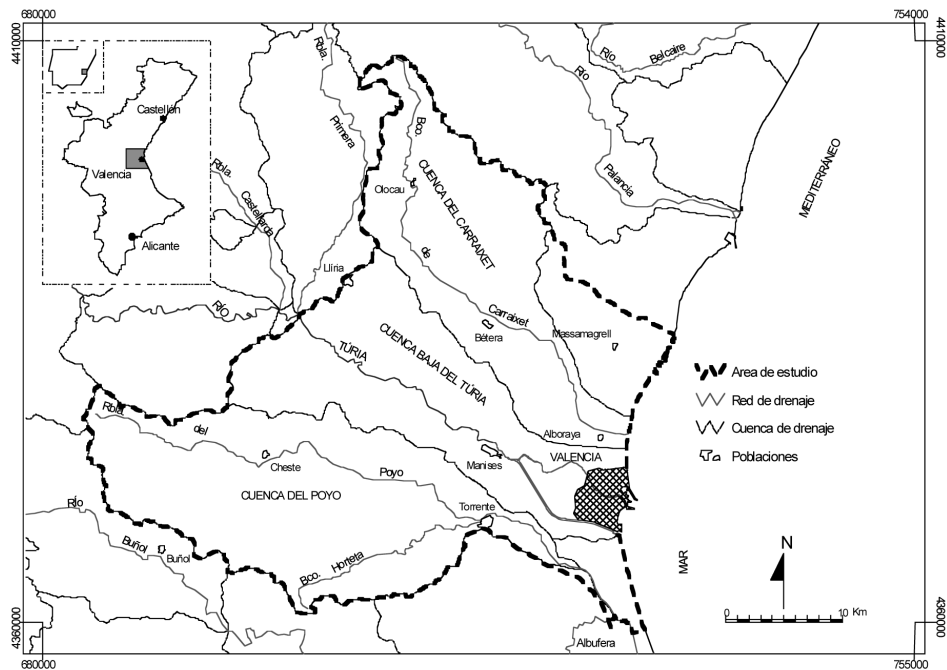


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

Bajo el concepto de ciclo (concepto que asume que una serie de factores socioeconómicos determinan el modelo de implantación de usos del suelo a lo largo de un tiempo determinado), el objetivo general, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), pretende establecer las características de los cambios de usos del suelo y cubiertas superficiales en tiempo y espacio en el período de algo más de cincuenta años que va desde 1945 hasta 1998. Objetivos específicos son (1) el establecimiento de un estado de referencia o momento inicial que da origen al ciclo o subciclo de transformaciones, (2) el análisis de la evolución espacial y de la intensidad y ritmo temporal de transformación y (3) el establecimiento de un modelo explicativo de la dinámica de sustitución y cambio de los usos del suelo.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio, un espacio de 1.182 km², distribuido entre las coordenadas 0° 16'-0° 52' oeste y 39° 21'-39° 49' norte, circunda la ciudad de Valencia, desde los relieves ibéricos próximos hasta la costa mediterránea (figura 1). En su delimitación han primado criterios hidrológicos. En la zona han ocurrido cambios importantes en los usos del suelo durante el siglo XX, de los cuales hay constancia cartográfica y fotogramétrica.

El trazado septentrional, con marcada dirección NW-SE, lo impone la divisoria de aguas del barranc de Carraixet. Una vez en el llano costero, éste se ensancha hacia el norte

con las zonas de drenaje de pequeños cursos como la cañada de Moliner y el barranc de Cabés Bort, vertientes directamente al mar. Todo el límite sur queda trazado por la cuenca de la rambla del Poyo, mientras que el arco occidental lo dibujan las respectivas divisorias de aguas del Poyo, la cuenca baja del Túria y Carraixet.

Presenta unas características climáticas típicas del Mediterráneo occidental, con variantes locales debidas a la influencia marítima y a características orográficas que hacen se distingan unos subtipos (CLAVERO PARICIO 1979; CLAVERO PARICIO, 1994) dentro del mismo marco climático, cuyas principales diferencias son la disminución de los picos de otoño y primavera y los contrastes de invierno y verano.

Tres son los sectores del relieve, ligados también a la distribución litológica y red de drenaje: (1) al oeste, la montaña -entre los 1.050 y 400/500 m s.n.m., con mayores pendientes y contrastes topográficos- sobre rocas consolidadas mayoritariamente calizas, dolomías (jurásicas y cretácicas) y areniscas del Triásico, (2) las zonas de transición o piedemonte, -entre los 400/500 y 250/275 ms.n.m., de pendientes moderadas- sobre materiales terciarios y cuaternarios del Pleistoceno (el sector de glaciares) y (3) al este, los llanos, compuestos por materiales cuaternarios sueltos, el eje del Turia conforma el interior de Lliria y el de inundación de Valencia al que también contribuyen el barranc de Carraixet y la rambla del Poyo.

Roquedo y topografía determinan el contexto de localización de los suelos: el sector montañoso es el ámbito dominante de regosoles, luvisoles y leptosoles; en la zona de transición predominan cambisoles y calcisoles; mientras que los llanos es el amplio dominio de los fluvisoles.

La cubierta vegetal ha experimentado una fuerte presión antrópica. Aunque la vegetación potencial pertenece a la clase *Querceta ilicis*, que incluye a la vegetación esclerófila mediterránea, ésta se encuentra muy alterada (COSTA, 1986) apareciendo sólo en los espacios más abruptos de montaña restos de vegetación en natural. Tradicionalmente, estas unidades de relieve han sido espacios determinantes en la localización de las actividades humanas y, por ende, en la ubicación de los principales usos del suelo: el dominio montañoso era el ámbito de los usos forestales, en la franja de transición se localizaban mayoritariamente los cultivos de secano y en los llanos litorales, además de asentarse los principales núcleos de población, se encontraban, en los suelos más fértiles de la zona, los cultivos intensivos de regadío.

METODOLOGÍA

El enfoque espacial propuesto junto a la vertiente temporal, al establecer una secuencia histórica de usos del suelo, imponen la necesidad de recurrir a los Sistemas de Información Geográfica como el instrumento más idóneo. Frente a la dificultad de introducción de la información, presentan la ventaja de ser una herramienta con gran potencial que abordan el análisis de los datos por medio de técnicas como el modelado cartográfico, dentro de una amplia gama de aplicaciones ambientales (MAGUIRE *et al.*, 1992; GOODCHILD *et al.*, 1993).

Así, los SIG, por su capacidad de homogeneizar -y permitir su posterior tratamiento- en un solo formato la información proveniente de diferentes fuentes, se convierten en herramientas muy útiles para el estudio de las variaciones espaciales de los procesos geográficos. Pero ello lleva asociada una mayor complejidad en el diseño metodológico del

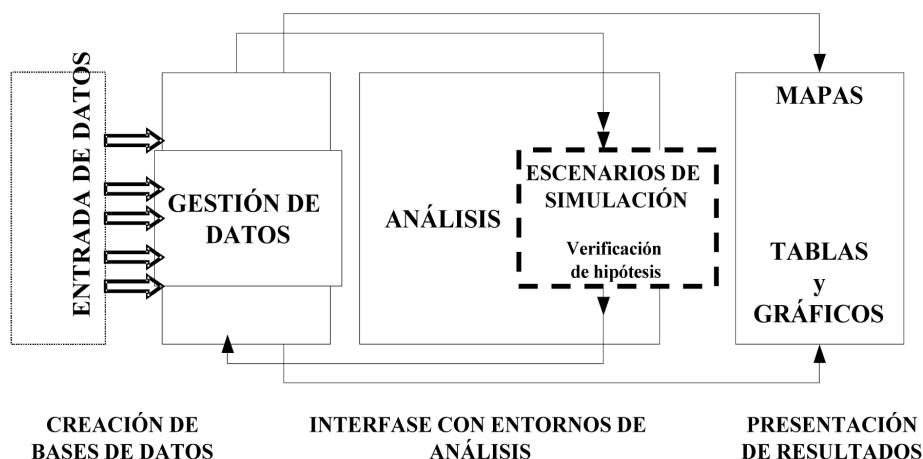


Figura 2. Esquema conceptual de la metodología seguida en el análisis espacio-temporal de los usos del suelo con SIG.

proyecto a realizar. Por tanto, la estructura metodológica planteada en el estudio de la dinámica de usos del suelo se basa en la utilización de los cuatro componentes tradicionales –entrada de datos, gestión, análisis y presentación de la información– de los SIG (BURROUGH, 1986), adaptado a las características específicas de un análisis multitemporal (figura 2).

La entrada de información a un SIG es la operación de codificarla y adscribirla a la base de datos; por consiguiente, su futura utilidad dependerá de que ésta sea lógica y esté minimizada de errores, tanto geométrico-topológicos como semánticos (COLOMER, 2000). Se trata de la fase de los SIG de mayor demanda de tiempo y recursos, en la que se debe poner un particular énfasis en procedimientos y calidad de recogida de información. Además de cartografía de apoyo, las fuentes utilizadas para la construcción de las capas de usos del suelo han sido fotografías aéreas pertenecientes a vuelos de distintas fechas (año 1945, 1956, 1978, 1991 y 1998) y con escalas que oscilan entre la 1:18.000, vuelo de 1978, y la 1:43.000, vuelo de 1945 (tabla 1).

La introducción de datos al sistema se realizó por medio de la técnica de digitalización vectorial de la información proveniente de fuentes gráficas (fotografía aérea). De esta manera se obtuvieron, mayoritariamente por fotointerpretación de elementos poligonales (TAYLOR, *et al.*, 2000) las capas de información básica de usos del suelo. Asimismo se desarrollaron protocolos de entrada de datos que permitieran evitar en la medida de lo posible la incorporación de errores como “diferencias geométricas” o desajustes en la conversión de la proyección cónica de las fotografías aéreas a la ortogonal de los mapas (LÓPEZ GARCÍA y PARDO PASCUAL, 1995), la generalización (MULLER, 1992) de la información contenida en las fuentes y los inherentes al proceso de digitalización manual como fallos posicionales al introducir puntos en el mapa (EL-TAHLAWI & RASHAD, 1991) o desplazamientos en el trazado de líneas (DUNN *et al.*, 1990; HUNTER, 1999; VAUGLIN, 1999). Como consecuencia, los distintos desajustes introducidos en la fase inicial de recogida de información conducen, en última instancia, a un aumento no real de las estimaciones de

cambios (VERBYLA & BOLES, 2000), sobre todo si se comparan secuencias multitemporales. Las digitalizaciones fueron posteriormente transferidas al SIG vectorial siguiendo un proceso de construcción de la topología de las entidades gráficas digitalizadas y asignación de atributos o leyendas comunes de usos del suelo (MILNE, 1991), de manera que con este último proceso quedaran construidas las bases de datos.

El entorno de análisis se ha desarrollado bajo un planteamiento de escenarios de simulación (BEVEN & O'CONNELL, 1982) que permiten tanto el estudio multitemporal de los usos del suelo, considerando cada momento como un escenario de usos del suelo. Teniendo en cuenta los objetivos específicos, se han desarrollado tres acercamientos analíticos: determinación del momento inicial del ciclo de cambios, análisis espaciotemporal del mismo y establecimiento del modelo de cambio y sustitución de usos y cubiertas.

Tabla 1. Características de los vuelos fotogramétricos.

Vuelo	Fecha	Características	Aplicación
Instituto Cartográfico Valenciano	1997	Escala media: 1:25.000 Grafado: pancromático Extensión: Valencia centro	Realización cartografía Usos de 1998
Instituto Cartográfico Valenciano	1991	Escala media: 1:25.000 Grafado: pancromático Extensión: Comunidad Valenciana	Revisión cartografía digital existente Usos de 1991
IRYDA	1978	Escala media: 1:18.000 Grafado: pancromático Extensión: nacional	Revisión cartografía analógica existente Usos de 1978
Servicio Geográfico del Ejército	1956-57	Escala media: 1:30.000 Grafado: pancromático Extensión: nacional	Realización cartografía Usos de 1956
Ejército del Aire	1945-46	Escala media: 1:43.000 Grafado: pancromático Extensión: nacional	Realización cartografía Sector sur Usos de 1945

Para el primer caso se ha realizado una comparación cartográfica utilizando un análisis estadístico gradual mediante la denominada matriz de confusión (CONGALTON & MEAD, 1983; CHUVIECO & CONGALTON, 1988), que sintetiza las diferencias existentes entre las capas de usos de 1945 y 1956, las más antiguas y cercanas al que se considera el momento en el que se desencadenan las transformaciones. La imposibilidad de reconstruir la cubierta superficial de 1945 en su totalidad, debido al deterioro de parte los fotogramas que cubrían la zona de estudio, limita el análisis a algo más de la mitad de ésta, exactamente el 53 %. Su disposición longitudinal al sur del Túrria (en la que se inserta la cuenca del Poyo), manteniendo la distribución de los tres ambientes principales como los llanos costeros, los intermedios de transición y los de la orla montañosa, permiten asumir un comportamiento similar en cuanto a la dinámica de cambios para la parte norte no cartografiada, que también incluye la cuenca de Carraixet.

El segundo nivel se centra en el análisis espacio temporal del ciclo de usos establecido, tomando como situación de referencia el momento histórico resultante de la compa-

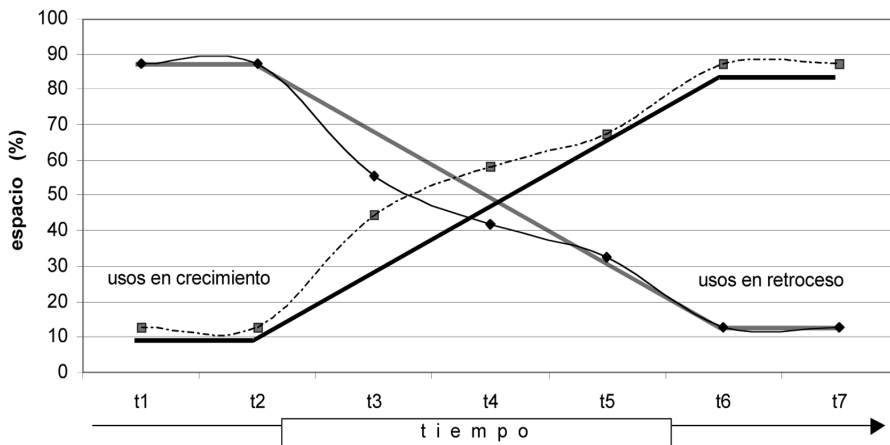


Figura 3. Modelo teórico de cambio en los usos del suelo y la cubierta superficial.

ración anterior. Se atiende, en primer lugar, a las características cualitativas de la evolución temporal y superficial de los usos del suelo. Dado que los cambios implican también variaciones en la cubierta superficial y una transformación del paisaje, este bloque se concentra en la descripción de la distribución espacial de los principales usos. Asimismo, por medio de resúmenes estadísticos descriptivos, se evalúa, de manera cuantitativa, la evolución de los diversos usos (cultivos de secano y de regadío, usos urbanos y las áreas de monte), estableciéndose tasas y ritmos de cambio para las distintas clases.

El tercer, y último nivel analítico, se refiere al establecimiento de un posible modelo de cambio. Con ello se pretende examinar si las tendencias en las transformaciones se ajustan a un patrón de comportamiento concreto. Asumiendo un esquema teórico de transformación de la cubierta superficial (figura 3), el modelo, en su forma más simple, estaría definido por la competencia por el espacio disponible y el intervalo de tiempo (transición) en el que se pasaría de un tipo de uso dominante a otro (cambio). Se trata de un acercamiento descriptivo en el que se contempla la secuencia de pasos transicionales de los distintos usos (LAMBIN, 1997). De esta manera, se logra identificar la tendencia (lineal) y las características de su evolución en el intervalo de tiempo que se producen.

RESULTADOS

El análisis estadístico comparando las cartografías de 1945 y 1956 detalla tanto las diferencias de conjunto como las ocurridas entre las distintas clases, siendo en todos los casos poco relevantes (tabla 2). La matriz de confusión pone de manifiesto el poco dinamismo ocurrido entre las clases de usos. De las 62.695 Ha, representadas en ambos mapas tan sólo el 2% han sufrido cambios (1.243 Ha). Sin embargo, estos se concentran, sobre todo, en el paso de cultivos de secanos arbóreos a no arbóreos (con incremento de 460 Ha), cítricos (aumento de 210 Ha) y huerta (ganancia de 124 Ha). Los índices (ID₄₅ e ID₅₆) expresan las diferencias de cada clase de usos de 1945 y de 1956, respectivamente, con las

Tabla 2. Matriz de confusión y resumen estadístico de la comparación entre los usos del suelo de 1945 y los de 1956.

		Usos del suelo (1956).											
Usos del suelo (1945).		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Superficie (1956)	Índice de Diferencia (ID_{56})	
	1	Urbano	1302	24	0	3	0	9	1	0	44	1383	0.06
	2	Regadio: huerta	0	8782	0	56	0	97	0	0	43	8978	0.02
	3	Regadio: arroz	0	0	1793	0	0	0	0	0	0	1793	0.00
	4	Regadio: cítricos	0	30	0	3540	6	243	0	0	1	3820	0.07
	5	Secano: no arboreo	0	9	0	0	12735	547	6	0	0	13297	0.04
	6	Secano: arboreo	0	9	0	11	96	20442	0	0	8	20566	0.01
	7	Monte: matorral	0	0	0	0	0	0	10774	0	0	10774	0.00
	8	Monte: pinar	0	0	0	0	0	0	0	1466	0	1466	0.00
	9	Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	618	618	0.00
Superficie (1945)		1302	8854	1793	3610	12837	21338	10781	1466	714			
Índice de Diferencia (ID_{45})		0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13			
Superficie sin cambios (N_{sc})		61452											
Superficie Total (N)		62695											
Superficie transformada (%)		2											
Índice Kappa (K) de concordancia		0.975											
<p>ID_{45} e, $ID_{56} = (X_{ca} - X_{ca})/X_{ca}$ (X_{ca}: la superficie (píxeles) de una clase y año; X_{ca}: la superficie de la diagonal correspondiente a esa misma clase).</p> <p>$K = N * N_{sc} - \sum X_r X_c / N^2 - \sum X_r X_c$ ($X_r X_c$: producto de las superficies (píxeles) de una clase de la imagen de referencia y la equivalente de la imagen comparada, 1945 y 1956, respectivamente).</p>													

superficies estables de la diagonal de la matriz de confusión. Si exceptuamos la última categoría (cuya superficie es muy pequeña y hace el valor relativo del índice algo mayor al resto), en la mayoría de los casos éstos se mantienen muy cercanos al cero. Igualmente, el índice de concordancia Kappa confirma la gran similitud en los usos de las dos cartografías. El valor de 0,97 (un ajuste a 1 significaría que ambas son iguales) indica que los cambios son poco significativos.

La comparación cuantitativa plasma en 1945 una situación muy semejante a la de 1956, lo que induce a pensar que los cambios no son sensiblemente diferentes para el resto de la zona no representada en la cartografía de 1945. En suma, durante el período de once años transcurrido entre la imagen de 1945 y la de 1956, no se manifiesta un proceso de transformación de las cubiertas superficiales que indique nuevas tendencias en la implantación de usos del suelo. Es, por tanto, a partir de fechas inmediatamente poste-

riores a la instantánea ofrecida en la imagen de 1956 cuando el verdadero ciclo se desencadena, debiéndose considerar ese momento como la situación previa o de referencia de todas las transformaciones que se pudieran dar con posterioridad.

Atendiendo a la dinámica de cambio superficial de cultivos (secano y regadío), usos urbanos y monte (matorral y arbolado), en 1956 (figuras 4, 5, 6 y 7) se da un predominio del secano. Su localización se ajusta, en gran medida, a las características topográficas, litológicas e incluso edáficas. A grandes rasgos, la distribución de los usos muestra tres franjas irregulares: el regadío en la costera y los valles fluviales, el secano en los piedemontes, y el monte en las cabeceras de Poyo y Carraixet.

En las siguientes fechas, constituyendo la cartografía de 1978 la evidencia de la dinámica de cambios que se inicia a partir de 1956, se produce un continuo de transformaciones caracterizado por la intensificación de los cultivos y la conversión de usos que conduce a través de las distintas instantáneas (1978, 1991 y 1998) a una nueva situación de paisaje muy distinto. En efecto, en 1998 puede hablarse ya de un momento avanzado del proceso de sustitución de usos ya que espacialmente predominan los usos minoritarios en 1956. El arrozal, con un descenso, mantiene la misma superficie que en 1978. Por su parte, el cultivo de cítricos sigue ampliándose a expensas de la huerta histórica en las zonas litorales -limitándola aún más a la periferia de la gran área urbana de Valencia-, y del secano occidental, empujando su frente de contacto hacia las zonas de borde montañoso. También aumenta en tamaño el foco inicial de cítricos de los alrededores de Cheste, lo que a su vez implica una pérdida de la huerta tradicional.

El uso clasificado como urbano consolida varios ejes de crecimiento, destacando la configuración de una amplia franja con una direccionalidad SE-NW de unos 15 km de ancho que se originaría en Valencia. Su trazado se basa en la estructura subyacente de ejes viales, germen inicial que va aglutinando los espacios intermedios dedicados a cultivos, creando un frente de crecimiento y ensanchamiento, hasta su posible total convergencia como usos urbanos.

En todas las fechas el espacio de monte mantiene su localización. En su caso la dinámica no es de conflicto por la ocupación, o al menos no se ve tan afectado por la disputa del suelo disponible. La transformación del paisaje observada opera por el cambio de las masas clasificadas como pinar a un medio más degradado de matorral. Esto sería la consecuencia de la presión antrópica sobre el medio y de los incendios forestales ocurridos desde 1991. Si en 1991 los efectos del fuego alcanzaron parte de las masas arboladas del norte del área de estudio, para 1998 éstas se amplían aún más en ese sector y desaparecen en el extremo sudoeste.

A lo largo del período analizado, la agricultura de secano ha retrocedido drásticamente. Si en 1956 ocupaba casi la mitad, el 47,1% de la superficie (118.202 Ha) total del área de estudio (tabla 4) para 1998 se ha reducido al 18,1%. El proceso y el ritmo de pérdida del secano arbóreo (algarrobo, almendro y olivo) y no arbóreo (mayoritariamente vid) son muy similares con ratios interanuales de descenso que oscilan entre 0,6 y 0,9, por lo que cabe pensar que los factores de su retroceso son muy semejantes para ambos. Tanto secano arbóreo como no arbóreo ven en 1998 reducidas sus superficies originales a casi un tercio, aunque es en 1978 cuando se observan las mayores pérdidas, consecuencia de la gran expansión de los cítricos ocurrida a ambos márgenes del Carraixet y del fenómeno de las segundas residencias.

En la dinámica de los usos del regadío, se comprueba el distinto comportamiento de los cultivos de huerta y los cítricos. Si se exceptúa la reducción entre 1956 y 1978, el arro-

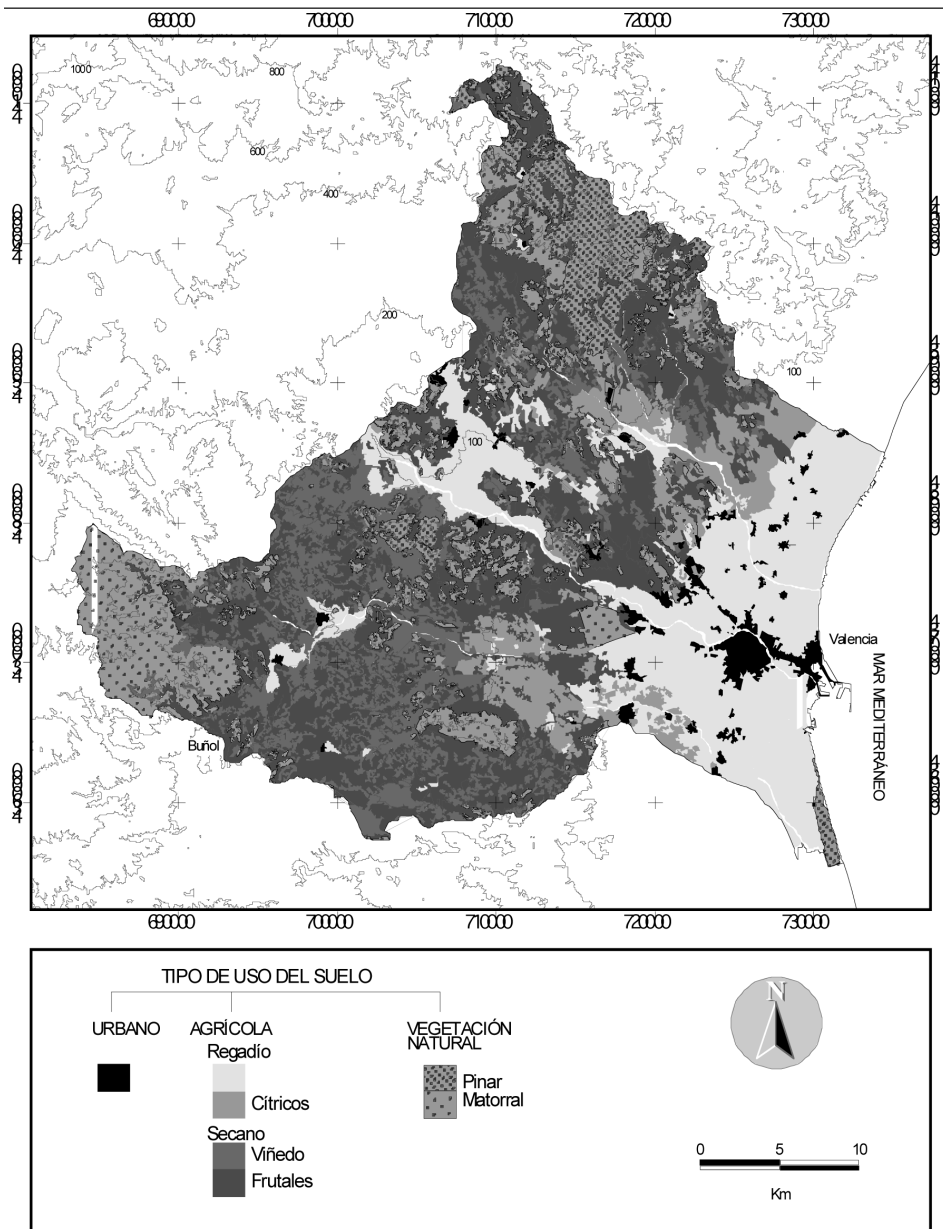


Figura 4. Mapa de usos del suelo y cubiertas superficiales de 1956.

[10]

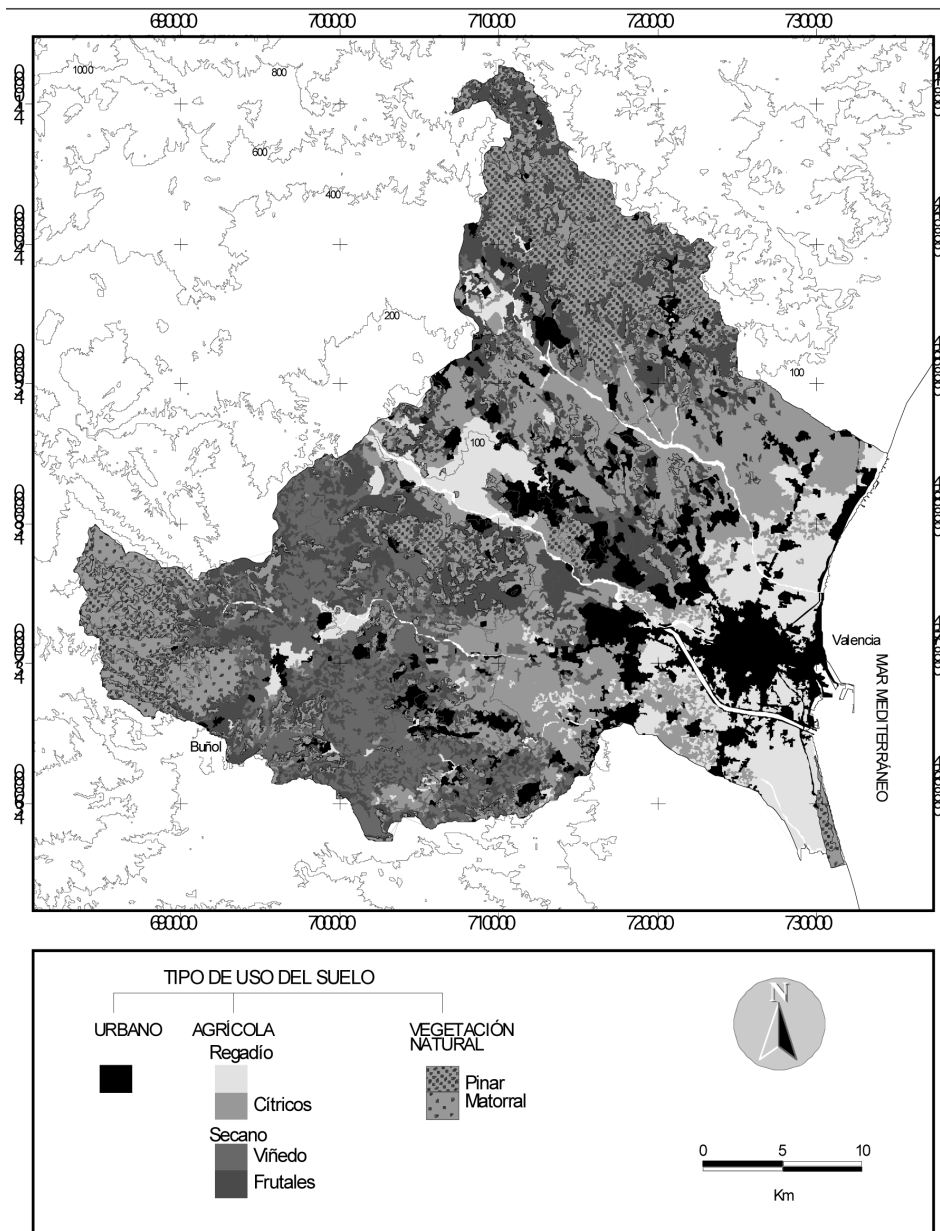


Figura 5. Mapa de usos del suelo y cubiertas superficiales de 1978.

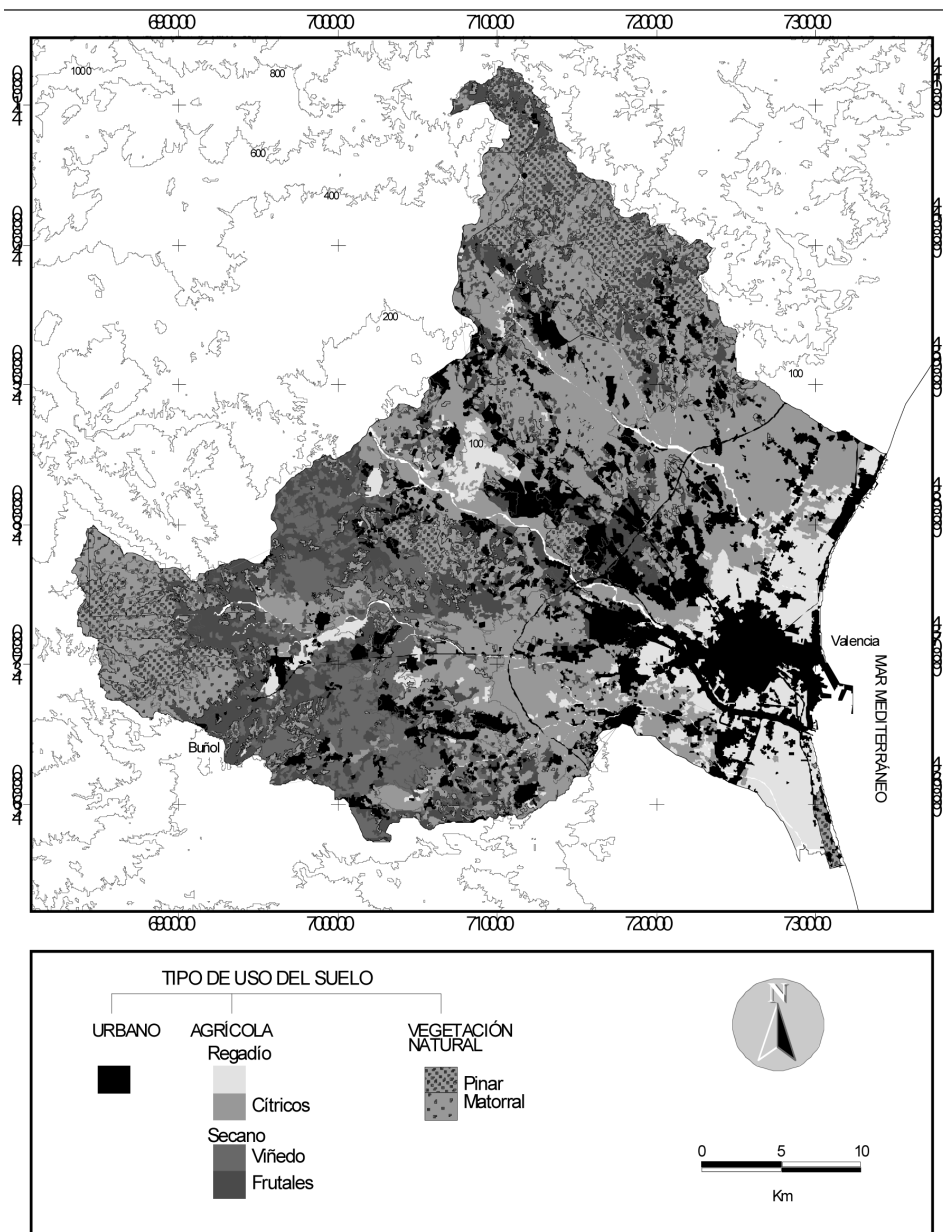


Figura 6. Mapa de usos del suelo y cubiertas superficiales de 1991.

[12]

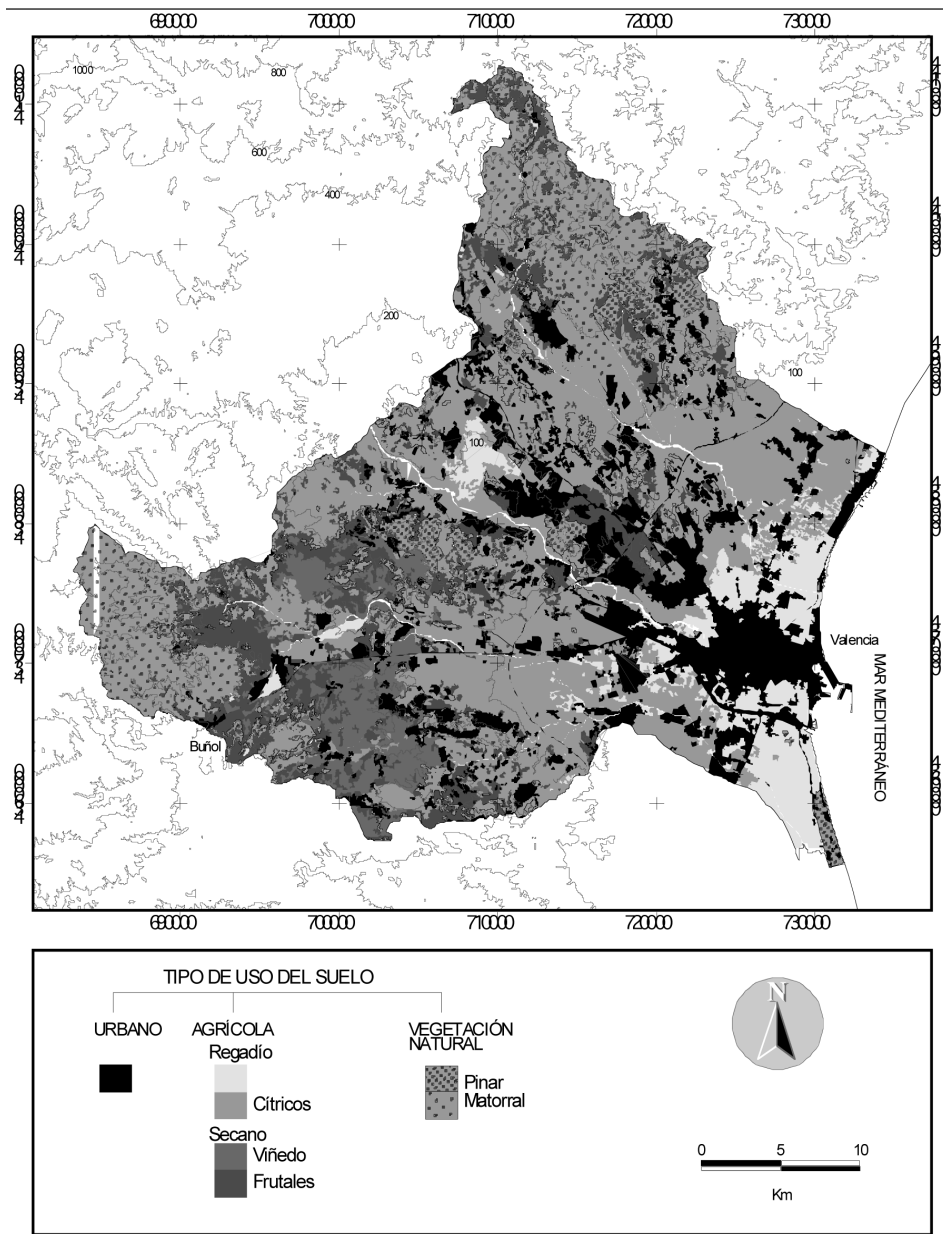


Figura 7. Mapa de usos del suelo y cubiertas superficiales de 1998.

Tabla 3. Valores absolutos, relativos y ratios interanuales de cambios de usos del suelo del conjunto del área de estudio.

Usos del suelo	1956		1978		Ratio 1978/ 1956	1991		Ratio 1991/ 1978	1998		Ratio 1998/ 1991
	Superficie		Superficie			Superficie			Superficie		
	Ha	(%)	Ha	(%)	Ha	(%)	Ha	(%)	Ha	(%)	
Urbano	2.858	2,4	15.116	12,8	5,3	19.816	16,8	1,3	20.349	17,2	1,0
R. huerta	22.737	19,2	12.823	10,8	0,6	8.896	7,5	0,7	7.126	6,0	0,8
R. arroz	2.689	2,3	1.845	1,6	0,7	1.784	1,5	1,0	1.802	1,5	1,0
R. cítricos	8.658	7,3	23.634	20,0	2,7	31.012	26,2	1,3	39.250	33,2	1,3
S. no arbolado	17.420	14,7	14.476	12,2	0,8	9.199	7,8	0,6	6.761	5,7	0,7
S. arbolado	38.326	32,4	21.192	17,9	0,6	18.309	15,5	0,9	14.694	12,4	0,8
M. matorral	16.687	14,1	14.204	12,0	0,9	17.724	15,0	1,2	23.756	20,1	1,3
M. pinar	8.827	7,5	14.911	12,6	1,7	11.461	9,7	0,8	4.464	3,8	0,4
Superficie total = 118.202 Ha											

zal puede considerarse como un uso estable. Pues, tras la desaparición de la zona cultivada en el norte del área de estudio, se mantiene prácticamente la misma superficie (sobre el 1,5% de la total) durante los últimos veinte años. Por contra, los cultivos hortícolas, con una superficie cercana al 20%, quedan reducidos al 6% en 1998.

Al igual que los cultivos de arroz, las zonas de vegetación natural, el monte, se han mantenido estables en sus dimensiones (entre el 21 y 25% de la superficie total). El pequeño crecimiento registrado entre 1956 y 1978 puede ser atribuido, en primer lugar, a un reajuste de las superficies de secano marginales abandonadas que fueron colonizadas por la vegetación natural y, en segundo lugar, a la repoblación forestal desarrollada a partir de los años cincuenta.

Sin embargo, las grandes fluctuaciones de masas arboladas a no arboladas ocurridas con posterioridad a 1978 deben interpretarse de manera diferente. Aumento de la biomasa (asociada con mayor combustibilidad) y presión humana sobre el medio natural han incrementado el significado de los incendios forestales. De un estado inicial (en 1956) de matorral escaso y de poco porte, se pasa a formaciones boscosas (tras las repoblaciones forestales) y, finalmente, se vuelve a una situación aún más escasa de masa arbolada, consecuencia del incremento de la combustibilidad y de la presión humana sobre el medio.

Los regadíos cítricos presentan una marcada tendencia de crecimiento a través del tiempo, pues su superficie prácticamente se ha multiplicado por cinco desde 1956 (7,3%) a 1998 (33,2%). Aún siendo importante su dinámica expansiva constante, tanto en valores absolutos como relativos, es en el período 1956-1978 cuando se da el mayor impulso, pues se pasa del 7,3% al 20% de la superficie total, con una ratio interanual de incremento del 2,7.

Muy significativo es el crecimiento del uso de suelo urbano, también constante desde 1956, cuando sólo cubría el 2,4% del espacio analizado. Con el fenómeno de las urbanizaciones iniciado en los años 70, la superficie considerada como urbana alcanza su tasa de mayor crecimiento al quintuplicarse en 1978 (12,8%). El proceso de crecimiento de los usos urbanos continúa; pero, a medida que nos acercamos al presente, se paraliza algo el ritmo (16,8% de la superficie en 1991 y 17,2 en 1998).

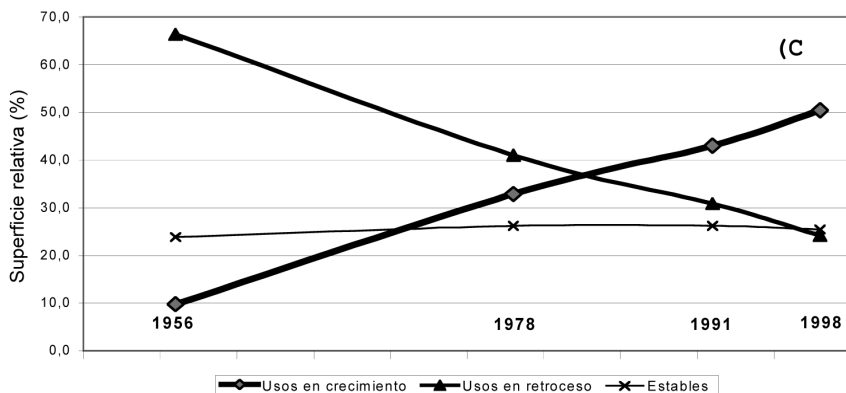
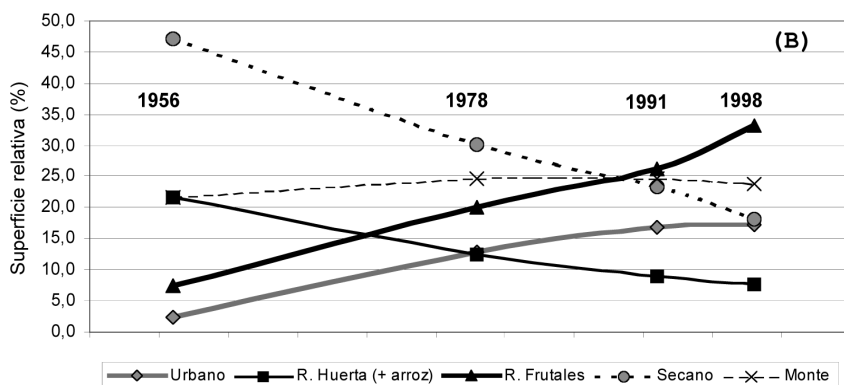
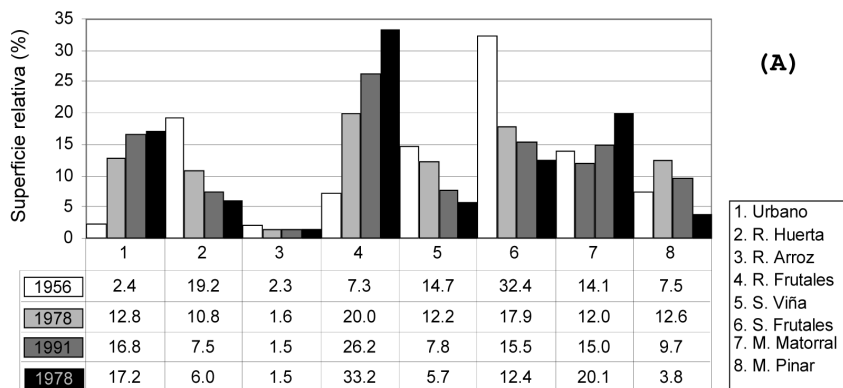


Figura 8. Modelo de transición y cambio de usos del suelo para el conjunto del área de estudio. (A) histograma de frecuencias; (B) líneas de crecimiento por usos; (C) modelo de tendencias de transición y cambio de usos del suelo.

Por lo que respecta al modelo de cambios establecido, el patrón de los usos que mantienen pautas de crecimiento constantes y los que retroceden (figura 5) se ajusta en gran medida al de transición y cambio teórico apuntado. La figura 5A muestra los histogramas de frecuencias y resúmenes estadísticos de los principales usos, de manera que se pueden identificar las tendencias de ocupación espacial de cada uno. En ellos también se aprecia la superficie relativa ocupada referida a la de toda el área de estudio (1.182 km²). Se observa una doble dinámica: (1) la de sustitución de unos usos por otros -con la paulatina desaparición de los agrícolas de secano- y (2) la de las clases de monte, que, si bien estables en su localización y superficie ocupada, sufren un tipo de alteración (re poblaciones e incendios) diferente a la intensificación introducida por los regadíos o al cambio de uso drástico de las clases urbanas. Al aventurar un modelo de cambios de usos del suelo, aquí nos atenemos a los cambios acumulativos ocurridos en los usos ya que reflejan la sustitución de una clase por otra, más que a alteraciones de la misma clase. Por tanto, se ha considerado el monte como un solo uso en la dinámica superficial.

La figura 5B muestra las líneas temporales para grupos de usos semejantes según las tendencias observadas en los histogramas de frecuencias. De su trazado pueden deducirse tres comportamientos diferentes: los usos en crecimiento (regadío de cítricos y urbanos); los que pierden peso territorial (secanos y huerta) y los que se consideran estables, con fluctuaciones temporales de muy poco significado (el monte).

La agrupación en sólo estas tres últimas clases sintéticas (usos en crecimiento, en retroceso y estables) constituye el patrón general de la evolución de los usos del suelo (figura 5C). El trazado de las líneas de tendencias ponen de manifiesto que tanto el grupo de usos en crecimiento (regadío de cítricos y urbanos) como los que retroceden (huerta y secanos) tienen una progresión rápida y constante, prácticamente sin inflexiones durante todo el período, habiendo alcanzado el umbral de convergencia entre los años de 1980 y 1985. La tendencia marcadamente lineal de ambas curvas induce a pensar que todavía el proceso de cambio es dinámico, sin dar muestras de paralización; por lo que puede aventurarse su continuación hasta alcanzar mayores tasas de sustitución, de manera que, si este patrón de comportamiento temporal se mantuviese, el cambio se completaría en un período aproximado de entre 13 y 15 años a partir de 1998.

CONCLUSIONES

El análisis cartográfico de usos del suelo realizado durante la segunda mitad del siglo XX destaca que los fenómenos dominantes han sido la intensificación y conversión de los usos. En relación con el primero, los principales elementos de cambio son la expansión de cítricos que han sustituido tanto a cultivos de secano como a regadíos hortícolas. El segundo componente, la conversión de los usos, ha implicado la expansión de las superficies urbanas. Por el contrario, cultivos del paisaje mediterráneo como la vid, el algarrobo y las huertas han visto su presencia muy disminuida al ser sustituidos por los anteriores.

En las zonas de vegetación natural o seminatural, el proceso responde a la dinámica de repoblaciones e incendios forestales, estos últimos notables a partir de la imagen de 1991. Sin embargo, la permanencia de la superficie a lo largo de la serie estudiada debe también entenderse como un ajuste entre la expansión urbana y el aumento de los cultivos de regadío y la recolonización por la vegetación natural de explotaciones de secano abandonadas.

El crecimiento urbano está produciendo una desestructuración del paisaje, siguiendo unos ejes norte-sur y este-oeste no homogéneos, que crean bolsas aisladas de parcelas principalmente cultivadas. Dicho fenómeno de estrangulación puede funcionar como un acelerador en potencia de la sustitución de las cubiertas superficiales.

La localización de usos ligada a las condiciones ambientales (bien visible en 1956) va desapareciendo a medida que se avanza hacia 1998. Junto a la topografía habría que considerar también factores climáticos y la accesibilidad al agua como limitaciones a la expansión de los cítricos en particular y del riego en general.

En consecuencia, los cambios realizados, desde el punto de vista de transformación del paisaje, se insertan en un ciclo bien definido cuyo momento de referencia queda establecido en fechas cercanas a la situación propuesta por la instantánea de 1956. Su comparación con la situación de 1945, aunque en ella no se incluye la totalidad del área, nos muestra un largo período de estabilidad en las transformaciones, lo cual puede ser extensible al resto de la superficie estudiada. Posiblemente, dicho momento inicial podría afinarse ante la existencia información gráfica que estuviera entre dicha fecha y el segundo momento de comparación, 1978; sin embargo, puede considerarse lo suficientemente expresivo como para definir tanto la magnitud temporal de las transformaciones como sus dimensiones espaciales.

Para el conjunto del área de estudio el proceso de transformaciones ha producido un modelo de evolución muy lineal, cuya tendencia apunta hacia una inversión de la estructura del paisaje, convirtiéndose en mayoritarias las cubiertas con muy escasa presencia en 1956 y viceversa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la ayuda financiera concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia, dentro del marco del proyecto "Riesgo de inundación en ramblas mediterráneas. Umbrales hidrogeomorfológicos de crecida (RIUMED)". REN2003-07171.

BIBLIOGRAFÍA

- BAULIES, X.; SZEJWACH, G. (Eds.) (1998): *LUCC requirements workshop. Survey of needs, gaps and priorities on data for land-use/land-cover change research*. Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona, 143.
- BEVEN, K. J.; O'CONNELL, P. E. (1982): *On the role of Physically-based distributed modelling in hydrology*. Institute of Hydrology (Report n° 81), Wallingford, 36.
- BOSSARD, M.; FERANEC, J.; OTAHEL, J. (2000): *The revised and suplemented Corine land cover nomenclature*. European Environmental Agency, Copenhagen, 110.
- BURROUGH, P. A. (1986): *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Clarendon Press, Oxford, 194.
- CLAVERO PARICIO, P. L. (1979): Influencia del Mediterráneo en las precipitaciones del País Valenciano. *Notes de Geografia Física*, 1, 13-24.
- CLAVERO PARICIO, P. L. (1994): Tipos de Climas. En: *Atlas climático de la Comunidad Valenciana (1961-1990)* (Coord.: PÉREZ CUEVA, A. J.), Generalitat Valenciana,

- Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transport, Valencia, 118-121.
- COLOMER, J. C. (2000): *Desarrollo de un sistema de información de suelos para el ámbito mediterráneo valenciano*. Tesis Doctoral, Facultat de Ciències Biològiques, Universitat de València, Valencia, 291.
- CONGALTON, R.G.; MEAD, R.A. (1983): A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 49, 593-600.
- COSTA, M. (1986): *La vegetación en el País Valenciano*. Universitat de València, Valencia, 246.
- CHUVIECO, E.; CONGALTON, R. G. (1988): Using cluster analysis to improve the selection of training statistics in classifying remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, 1275-1281.
- DUNN, R.; HARRISON, A. R.; WHITE, J. C. (1990): Positional accuracy and measurement error in digital databases of land use: an empirical study. *Int. J. of G.I.S.*, 4(4), 385-398.
- EL-TAHLAWI, M. R.; RASHAD, M. Z. (1991): Statistical expression for measuring the degree of reliability of contour maps. En: *GIS/LIS, technical paper*, A-95-A-103.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (1994): *CORINE land cover methodology and illustrations*. European Commission, Luxembourg, 163.
- GOODCHILD, M. F.; BRADLEY, O. P.; LOUIS, T. S. (Eds.) (1993): *Environmental Modelling with GIS*. Oxford University Press, Oxford, 488.
- GOZÁLVEZ PÉREZ, V. (1971): *Crevillente. Estudio urbano y demográfico*. Departamento de Geografía, Universidad de Valencia, Valencia, 133.
- HENDERSON-SELLERS, A.; GORNITZ, V. (1984): Possible climatic impacts of land-cover transformations, with particular emphasis on tropical deforestation. *Climatic Change*, 6, 231-257.
- HERMOSILLA PLA, J. (1993): *El Camp de Túria y la Hoya de Buñol-Chiva. Accesibilidad, industria y segunda residencia*. Departament de Geografia, Universitat de València, Valencia, 266.
- HUNTER, G. J. (1999): Reporting spatial data quality: from concepts to reality. En: *Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Quality*, Department of Land and Geo-Informatics, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 343-353.
- LAMBIN, E. F. (1997): Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*, 21(3), 375-393.
- LÓPEZ GARCÍA, M. J.; PARDO PASCUAL, J. E. (1995): Avaluació de canvis en els usos del sòl en un sector del litoral de Sagunt i Canet d'en Berenguer. *Braçal*, 11-12, 466-477.
- MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (Eds.) (1992): *Geographical Information Systems. Principles and applications. Vol. 2 (applications)*. Longman, Avon, 447.
- MALINGREAU, J. P.; ACHARD, F.; D'SOUZA, G.; STIBIG, G.; D'SOUZA, J.; ESTREGUIL, C.; EVA, H. (1995): AVHRR for global tropical forest monitoring: the lessons of the TREES project. *Remote Sensing Reviews*, 12, 29-40.
- MILNE, P. H. (1991): CAD an input to GIS. *Mapping Awareness*, 5(7), 32-35.
- MIRANDA MONTERO, M. J. (1985): *La segunda residencia en la provincia de Valencia*. Departamento de Geografía, Universitat de València, Valencia, 260.
- MULLER, J. C. (1992): Generalization of Spatial databases. En: *Geographical information systems: principles and applications. Vol. 1 (Eds.: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W.)*, Longman, London, 457-475.
- QUEREDA SALA, J. (1979): *Benicàssim y la espectacular transformación de su paisaje*. Diputación provincial de Castellón, Castellón, 71.

- RIEBSAME, W. E.; MEYER, W. B.; TURNER II, B. L. (1994): Modeling land use and cover as part of global environmental change. *Climatic Change*, 28, 45-64.
- TAYLOR, J. C.; BREWER, T. R.; BIRD, A. C. (2000): Monitoring landscape change in the National Parks of England and Wales using photo interpretation and GIS. *International Journal of Remote Sensing*, 21 (13), 2737-2752.
- TURNER II, B. L.; BUTZER, K. W. (1995): The Columbian Encounter and environmental change. En: *Global land use change. A perspective from the Columbian Encounter* (Eds.: TURNER II, B. L.; GÓMEZ SAL, A.; GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; DI CASTRI, F.), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1-25.
- VAUGLIN, F. (1999): *A practical study on precision and resolution in vector geographical databases*. Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Quality, 18-20 July, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 84-94.
- VERBYLA, D. L.; BOLES, S. H. (2000): Bias in land cover change estimates due to misregistration. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 3553-3560.

