de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) 2015
Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 1465-1474
Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8

Aprendiendo a fotointerpretar usos del suelo en el grado de Geografía

J. C. Membrado-Tena[1]

[1] *Departamento de Geografía, Universitat de València, Avda. Blasco Ibáñez 28, 46.010 Valencia*

Joan.membrado@uv.es

RESUMEN: En este documento describimos la metodología seguida y los resultados obtenidos en clase de Cartografía II (segundo de grado de Geografía de la Universitat de València) que consiste en fotointerpretar, a partir de imágenes PNOA, los usos del suelo de un término municipal (elegido libremente por el/la alumno/a) y generalizarlos cartográficamente, mediante ArcGIS, a partir de una clasificación (basada en la nomenclatura de CORINE Land Cover) con el fin de confeccionar un mapa temático municipal de usos del suelo de carácter tanto cualitativo como cuantitativo. Gracias a este ejercicio los estudiantes de Geografía se familiarizan con el uso de sistemas de información geográfica, adquiriendo cierta destreza en su manejo, y llegando a ser capaces de reflexionar sobre el territorio y su ordenación sostenible.

Palabras-clave: cartografía, fotointerpretación, generalización, sistemas de información geográfica.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a su marcado componente espacial, la Geografía requiere de un instrumento básico para representar las diversas realidades espaciales que analiza: el mapa. Mediante este representamos tanto realidades físicas (relieve, suelo, clima, vegetación, etc.) como humanas (poblamiento, redes viarias, límites administrativos, etc.) (Marrón, 2002). En este documento vamos a describir un ejercicio llevado a cabo en la asignatura de Cartografía II del grado de Geografía de la Universitat de València, donde los alumnos elaboran un mapa de usos del suelo, donde se combinan tanto coberturas físicas (de vegetación, roquedo, hidrografía) como humanas (de usos urbanos, cultivos).

Dicho ejercicio consiste en fotointerpretar y cartografiar los usos del suelo de un municipio a través de un Sistemas de Información Geográfica (SIG), creando un mapa temático de carácter cualitativo y cuantitativo. El objetivo último de este mapa, aparte de las habilidades tecnológicas que los alumnos puedan adquirir, es que estos se familiaricen con la problemática derivada de la planificación territorial. En la actualidad los planificadores del territorio requieren analizar desde un punto de vista multidisciplinar y complejo una notable cantidad de información muy precisa, siendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG), por su fuerte capacidad de integración, análisis y visualización de datos, su principal herramienta de apoyo (Trung, 2006).

Como consecuencia del uso de las tecnologías de la información y del conocimiento y del proceso de convergencia al Espacio Europeo de Educación Superior (Nieto, 2010; Luque y Navarro, 2011), en la última década la enseñanza de la Cartografía en el grado de Geografía ha experimentado un profundo cambio, de manera que en la actualidad, los mapas pueden –y deben– realizarse a partir de sistemas de información geográfica. Sin embargo, la incorporación de los SIG en las aulas universitarias ha sido dispar a causa, por un lado, de los elevados costes y, por otro, de la falta de formación específica de parte del profesorado (Serra et al., 2007).

A lo largo de este artículo describiremos la metodología seguida y los resultados obtenidos durante el proceso de elaboración del mapa referido, aplicado a un municipio concreto. Una vez llevado a cabo el proceso técnico de confección del mapa de usos del suelo, el alumnado debe realizar un comentario sobre el mismo, ya que se pretende que este solo sea competente en lo que se refiere al uso de las técnicas cartográficas, sino que además sea capaz de reflexionar sobre el territorio y su ordenación sostenible.

2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El software utilizado, como hemos dicho, es ArcGIS de ESRI (Environmental Systems Research Institute), aunque sirve cualquier otra aplicación cartográfica capaz de gestionar sistemas de información geográfica, como gvSIG y quantumGIS. El ámbito territorial de trabajo es un término municipal elegido por el alumno o alumna, cuya fotointerpretación se basa en imágenes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) (IGN, 2009). Para poder consultar dichas ortofotografías vinculamos (Add Data) en nuestro proyecto el WMS (Web Map Server) del portal IDEE (http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA), con el fin de visualizar el mosaico ortofotográfico del municipio elegido. Como dicho servidor puede estar saturado en determinadas horas del día, puede resultar más operativo descargar gratuitamente la(s) ortofotografía(s) del municipio desde el portal web del CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica) (http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscadorCatalogo.do). Una vez visible en nuestro proyecto la ortofotografía del municipio, podemos comenzar la fotointerpretación, para lo cual necesitamos tener una clasificación detallada de usos del suelo.

2.1. Clasificación para la generalización cartográfica

Uno de los sistemas de información geográfica (SIG) de referencia sobre ocupación del suelo en España es CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover (CLC), promovido por la Agencia Europea de Medio Ambiente para la creación de un SIG sobre cobertura y uso del suelo a escala continental. Este SIG es muy adecuado para comparar usos del suelo a escala regional. Por otro lado, el SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España), coordinado y gestionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y realizado solo a escala española, es más adecuado para una escala municipal, ya que proporciona una información mucho más detallada que CLC (Membrado, 2011).

Las principales diferencias entre CLC y SIOSE consisten en que el primero se basa en imágenes Landsat de resolución media para escala 1:100.000 y presenta una unidad de mapeo mínima de 25 ha y una anchura mínima de 100 metros para los elementos lineales (López y Denore, 1999: 87-88), mientras que SIOSE parte de imágenes SPOT (2,5 m) de alta resolución para escala 1:25.000 y se apoya además en las ortofotos de PNOA (de 0,5 m), siendo 15 m la distancia mínima para elementos lineales. Estas diferentes unidades mínimas de mapeo generan notables discrepancias en los resultados finales entre ambos SIG: frente a los 8.541 polígonos en que el País Valenciano está dividido según CORINE 2006, el SIOSE del mismo año fragmenta este territorio en más de 157.000 polígonos (Membrado, 2011).

Entre las principales características técnicas que definen las coberturas de usos del suelo de SIOSE cabe destacar que el territorio se divide en múltiples teselas, cada una con su cobertura asociada y con la única restricción de representar una superficie mínima, que es de dos hectáreas para coberturas forestales y de cultivos; una para coberturas artificiales y de agua; y media para coberturas húmedas, playas, vegetación de ribera y cultivos forzados (invernaderos). Las coberturas de SIOSE son simples cuando el 100% de la superficie del polígono es homogénea y supera el requisito de la superficie mínima y se subdividen en ocho grandes grupos: cultivos, pastizal, matorral, arbolado forestal, terrenos sin vegetación, humedales, coberturas de agua y coberturas artificiales. Las coberturas de SIOSE son compuestas cuando se forman a partir de varias coberturas, que a su vez pueden ser simples o compuestas. El mosaico es la combinación de coberturas de usos del suelo visibles pero que, al no alcanzar la superficie mínima requerida, han de agregarse en coberturas compuestas. La asociación es la combinación de coberturas simples superpuestas en el espacio sin distribución fija, es decir, cuando se entremezclan indistintamente (Membrado, 2011).

Ante la complejidad de la nomenclatura de SIOSE y el poco tiempo de que disponen los alumnos para llevar a cabo sus tareas, para este ejercicio preferimos utilizar una clasificación derivada de la del CLC, que cuenta con hasta cinco niveles en función de su grado de detalle. La nomenclatura de nivel uno solo distingue 5 usos (artificial, agrícola, forestal, zonas húmedas y agua), mientras que la de nivel dos alcanza los 15 y la de nivel tres consta de 44 usos del suelo (11 artificiales, 11 agrícolas, 12 forestales, 5 de zonas húmedas, y 5 de superficies de agua). Las de nivel cuatro y cinco son demasiado desagregadas y complejas, y aunque pueden resultar útiles para resolver dudas a la hora de encuadrar determinados usos (ver http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/lda/pdfs/CORINE_Nomenclatura5.pdf), es preferible usar la de nivel 3, para no complicar innecesariamente el ejercicio.

En el cuadro 1 mostramos la clasificación que vamos a seguir para llevar a cabo el ejercicio, basada en la nomenclatura de nivel 3 de CLC, pero con alguna rectificación ad hoc consistente principalmente en la adición de algunas clases correspondientes a ciertos usos que son preponderantes en el clima mediterráneo (y que no son están suficientemente desagregados en dicha nomenclatura, realizada a escala continental) y en la

supresión de determinados usos imposibles en nuestro clima mediterráneo (como la clase 335 glaciares) o demasiado ambiguos (como la clase 242 mosaico de cultivos).

Cuadro 1. Clasificación (derivada de CLC) propuesta para fotointerpretar nuestro término municipal

Clase CLC	Nomeclatura CORINE Land Cover	Unidad mínima
111	Tejido urbano continuo	>5 ha
112	Tejido urbano discontinuo	>5 ha
121	Zonas industriales, comerciales y servicios	>5 ha
1221	Redes viarias y terrenos asociados	>5ha/>10m
1222	Redes ferroviarias y terrenos asociados	>5 ha
123	Zonas portuarias	>5 ha
124	Aeropuertos	>5 ha
131	Zonas de extracción minera	>5 ha
132	Vertederos	>5 ha
133	Zonas en construcción	>5 ha
141	Zonas verdes urbanas	>5 ha
142	Instalaciones deportivas y recreativas	>5 ha
211	Cultivos herbáceos de secano	>10 ha
212	Cultivos herbáceos de regadío	>10 ha
213	Arrozales	>10 ha
221	Viña	>10 ha
2221	Cultivos arbóreos de secano	>10 ha
2222	Cítricos y otros cultivos arbóreos de regadío	>10 ha
223	Olivares	>10 ha
312	Bosques de frondosas	>10 ha
313	Bosques de coníferas	>10 ha
321	Pastizales naturales	>10 ha
323	Matorrales esclerófilos	>10 ha
324	Matorrales boscosos de transición	>10 ha
3241	Cultivos abandonados	>10 ha
3311	Playas, dunas y arenales	>5ha/>10m
3312	Ramblas	>10ha/>20m
332	Suelos rocosos	>10 ha
333	Suelos con vegetación escasa (erosionados)	>10 ha
334	Zonas quemadas	>10 ha
411	Humedales continentales	>5 ha
421	Marismas	>5 ha
422	Salinas	>5 ha
511	Cursos de agua (río)	>5ha/>10m
512	Láminas de agua (embalse)	>5 ha
521	Lagunas costeras (albufera)	>5 ha

En esta clasificación separamos la clase 122 de CLC, diferenciando entre redes viarias (1221) y ferroviarias (1222) porque pensamos que es relevante distinguir si se trata de una carretera o un ferrocarril; también hemos separado la clase 222, correspondiente a frutales, entre los de secano (2221) y los de regadío (2222); hemos añadido la clase cultivos abandonados (3241), que cada vez es más frecuente en los llanos litorales valencianos; y hemos dividido la clase 331, referida a playas pero que también incluye ramblas, en dos subclases: una para playa (3311) y otra para rambla (3312), puesto que ambos usos son muy corrientes en el País Valenciano y, a su vez, bastante diferentes como para individualizarlos.

Por lo que respecta al tamaño de las entidades (polígonos), para evitar la excesiva generalización de usos del suelo que se deriva de las unidades mínimas de mapeo de CORINE, que han de superar las 25 ha, en esta clasificación las hemos reducido, dejando su tamaño a medio camino entre CORINE y SIOSE. De esta forma, el mapa final, sin llegar al detalle de SIOSE, al menos sí que ofrece más información que CORINE. Siguiendo el criterio de SIOSE, hemos creado dos tamaños diferentes para las unidades mínimas de mapeo: 10 hectáreas para suelos agrícolas y forestales; y 5 ha para suelos artificiales, playas, zonas húmedas y coberturas de agua, elementos que son de extraordinaria relevancia desde el punto de vista económico y ecológico. Para los elementos lineales CORINE exige una anchura mínima de 100 metros (no hay en Valencia ninguna infraestructura viaria que se acerque ni de lejos a esa medida: ni siquiera las mayores

autopistas la alcanzan), que nosotros hemos rebajado a 10 m de ancho mínimo en las carreteras (incluyendo arcén), ríos y playas, dada la extrema estrechez que estos elementos pueden adquirir, sin dejar de ser al mismo tiempo coberturas esenciales para la economía y la ecología del territorio. No hemos puesto restricción alguna en los ferrocarriles, ya que raramente superan los 10 m de ancho, pero si para las ramblas (20 m), ya que estas suelen presentar cauces muy anchos.

Elección del término municipal

El alumno o alumna escoge el municipio que tiene que fotointerpretar, generalizar, diseñar y comentar. Casi todos eligen el término municipal que mejor conocen, que puede ser su lugar habitual de residencia o el de veraneo. Dicho municipio ha de tener por lo menos 25 km^2 y si los alumnos eligen fotointerpretar términos de menor extensión deben sumar al suyo alguno de sus vecinos hasta superar los dichos 25 km^2. No conviene que el término supere los 150 km^2; si lo hace, es mejor que el alumno se centre sólo en una parte del término (por ejemplo al oeste de un río o al este de una carretera). Si un término grande presenta mucho suelo forestal o agrícola del mismo tipo (mucho monte bajo, o monte alto, o monocultivo vitivinícola, etc.) no importa tanto que la extensión supere los 150 km^2, ya que la fotointerpretación y generalización resultará sencilla.

Para este ejercicio nosotros hemos optado por elegir como ejemplo el municipio de Vila-real, ciudad industrial 65 km al norte de la ciudad de Valencia, que cuenta con usos del suelo muy variados, que incluyen suelo continuo, discontinuo e industrial, infraestructuras viarias, agricultura de regadío, cultivos abandonados, bosque de frondosas y coníferas, además de ramblas y cursos de agua.

2.2. Fotointerpretación y generalización

A partir de un shapefile donde se encuentren todos los municipios de España, buscamos el municipio que nos interesa mediante la función *Select by Attributes*. Salvamos la selección con *Data*, *Export Data*. La llamamos *Vila-real* (en cada caso el nombre del municipio escogido) (figura 1) y le damos coordenadas (ETRS 89 zona 30N). Una vez creado el shapefile de nuestro municipio hay que cargar la ortofotografía de Vila-real para cartografiar los usos del suelo, vinculando en nuestro proyecto bien el WMS del portal IDEE o bien la(s) ortofotografía(s) PNOA correspondientes al municipio y previamente descargadas de la página web del CNIG (ver metodología).

Una vez vinculada la ortofotografía y el shapefile *Vila-real*, vaciamos de color dicho shapefile (*Symbol Selector: No Color*), salvo el borde (*Outline Color*) al cual le damos un color amarillo (*Solar Yelow*), que es muy adecuado para trabajar sobre ortofotografía, y un grosor (*Outline Width*) de 3 puntos. Luego creamos un shapefile de línea (*Polyline*) para dibujar los ejes de los elementos lineales que va a haber en el mapa (fundamentalmente carreteras). Lo hemos llamamos *linia_vilareal*. Para crear dicho shapefile lineal lo hacemos desde Arc Catalog, buscando allí la ubicación donde lo guardaremos. A continuación, con el botón derecho le damos a *New*, *Shapefile* y se nos abre un cuadro de diálogo *Create New Shapefile*. En *Name* escribimos el nombre y en *Feature Type* le indicamos *Polyline*.

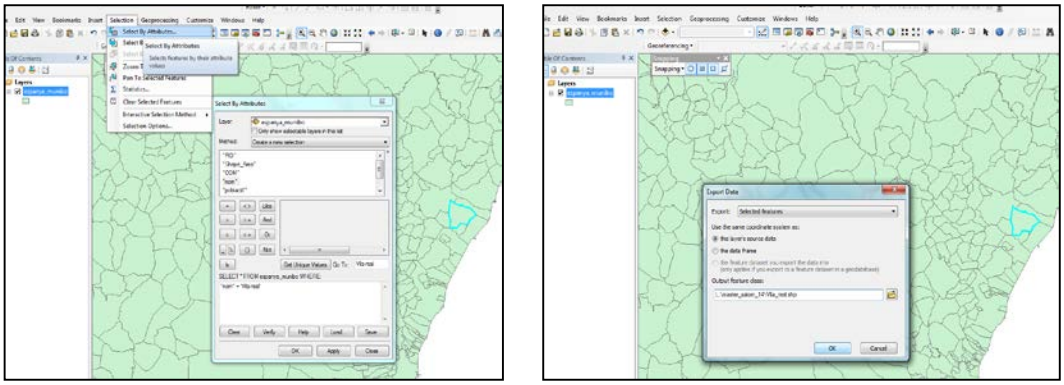

Figura 2. Captura y creación de un shapefile para el municipio que vamos a fotointerpretar

A continuación podemos proceder a la edición del mapa, editando (barra *Editor*, *Start Editing*) en primer lugar el shapefile de línea (*linia_vilareal*, o el nombre que le hayamos dado): con la herramienta *Straight Segment* trazamos los ejes rectilíneos y con *Arc Segment* los curvos de las principales carreteras: solo las de más de 10 m de ancho, siguiendo las restricciones de la clasificación que hemos creado (figura 2). No obstante, si la carretera principal del municipio no llega a esa medida, podemos rebajar la restricción *ad hoc*.

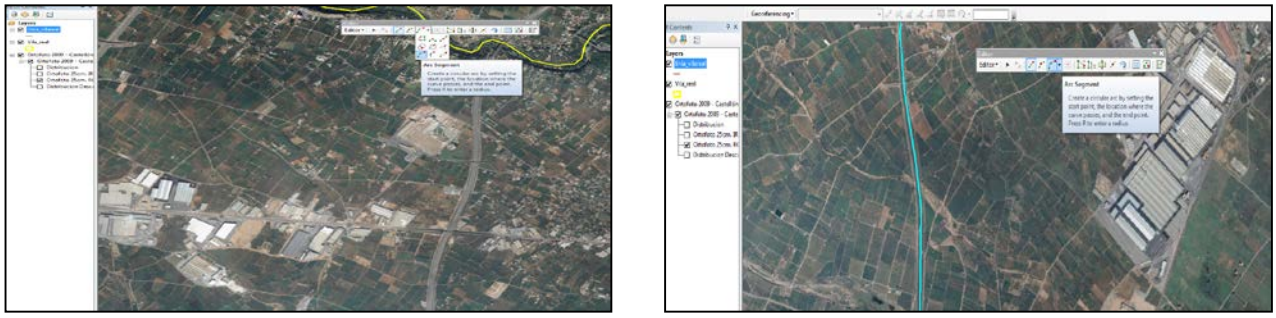

Figura 2. Trazado de los ejes curvos de carreteras mediante *Arc Segment*

Una vez dibujados los ejes de las carreteras salvamos los cambios en el shapefile de línea (fig. 3 izq.) salvamos cambios y cerramos, y editamos el shapefile poligonal (Vila-real, o el nombre que le hayamos dado). Tomamos todas las carreteras convencionales (que suelen tener un ancho de entre 10 y 20 m, incluido arcén) y las unimos mediante un Merge. A continuación cogemos todas las autopistas y autovías, que suelen medir cerca de 50 m de ancho (con vías de servicios incluidas), y las unimos también mediante un Merge.

Figura 3. Dibujo de los ejes viarios en la capa de línea (izq.) y aplicación del buffer la capa poligonal (der.)

Una vez unido cada grupo de carreteras le aplicamos un *Buffer* (fig. 3 der.). En las carreteras convencionales podemos aplicar un buffer de unos 10 m desde el eje hacia cada lado, lo que suma 20 m. Puede parecer exagerado, pero vale la pena hacerlo así, porque en el mapa final se verá mejor y, además, como estamos generalizando, este exceso de tamaño en las carreteras compensará de alguna manera el hecho que no dibujemos los caminos y carreteras menores. En las autopistas y autovías el buffer que aplicaremos será de 25 m (desde el eje hacia cada lado, lo que suma 50 m). Si tenemos dudas acerca del ancho de las carreteras podemos utilizar la herramienta *Measure Line* (barra *Tools*). Para aplicar el buffer seleccionamos el eje de las carreteras que hemos dibujado en el shapefile de línea, mientras editamos el shapefile poligonal, que es donde crearemos los polígonos lineales de vías de comunicación mediante buffer (figura 4).

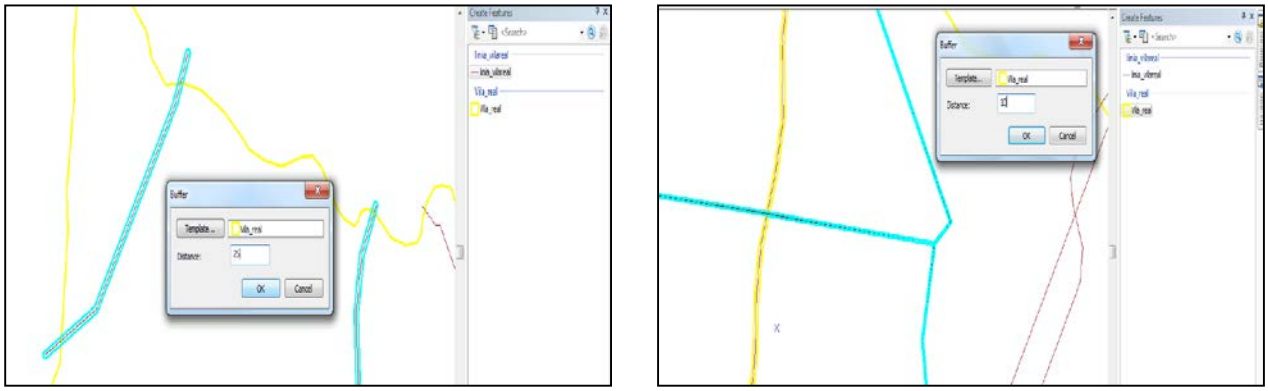

Figura 4. Aplicación de un buffer de 25 m para autopistas y autovías (lo que dará un polígono de 50 m de ancho) (izquierda) y de uno de 10 m para carreteras convencionales (polígono de 20 m de ancho) (derecha)

Una vez realizados los buffers fusionamos (*Merge*) todas las carreteras, tengan el tamaño que tengan (fig. 5 izq.). Inmediatamente después del *Merge*, cuando las vías de comunicación aún están seleccionadas (en azul) tras la fusión, aplicamos un *Clip* del polígono de vías de comunicación sobre el polígono inicial del término (fig. 5 der.). De esta manera evitamos la duplicación de unos usos (carreteras) sobre otros (fondo, todavía sin fotointerpretar) y conseguimos una topología perfecta, es decir, una contigüidad de las coberturas, sin solape entre ellas, ya que el clip efectúa un recorte topológicamente perfecto del polígono que se selecciona sobre el polígono de solape.

Figura 5. Fusión (*Merge*) de las vías de comunicación (izquierda) y Recorte (*Clip*) de las vías de comunicación sobre el polígono de fondo (derecha)

Una vez efectuado el clip el shapefile poligonal se habrá convertido en un *Multipart*: es decir, en un solo polígono dividido en muchas partes. Esto va a dificultar una eficiente fotointerpretación de las distintas coberturas de usos del suelo, así que antes de empezar este proceso hay que dividir este multipart en polígonos independientes. Para ello usamos la herramienta *Explode Multipart Feature* (barra *Advanced Editing*) (fig. 6 izq.). Una vez tenemos *explotado* (dividido) el multipart, podemos empezar el proceso de fotointerpretación de todos los usos del suelo mediante la herramienta cortar (*Cut Polygons Tool*) (fig. 6 der.). Recortaremos tantos nuevos polígonos como los respectivos usos del suelo lo requieran de acuerdo con nuestra clasificación, respetando las restricciones de tamaño. Si antes de recortar un nuevo uso del suelo tenemos dudas sobre si su tamaño va a estar por dejado o no del área mínima de mapeo permitida, podemos usar la herramienta *Measure An Area* para calcular su tamaño.

Figura 6. Uso de Explode Multipart Features para dividir un multipart (izquierda) y uso de Cut Polygons Tool para crear nuevos polígonos en función de los distintos usos del suelo (derecha)

Ahora tenemos el mapa a punto para empezar el recorte (*Cut*) de los diferentes usos del suelo: de entrada podemos distinguir entre uso urbano continuo (casco urbano), discontinuo (urbanizaciones) e industrial (fig. 7 izq.). Luego podemos continuar mediante la individualización de coberturas, agrícolas (arbóreas, herbáceas, de regadío, de secano, abandonadas, etc.), forestales (bosque, matorral, etc.), húmedas y de agua (fig. 7 der.).

Una vez hemos distinguido todos los usos del suelo pasamos a confeccionar la base de datos. Para empezar abrimos la tabla (*Open Attribute Table*) y creamos un campo nuevo (*Add Field*) de tipo texto, al cual llamaremos *usos* (fig. 8 izq.). En dicho campo iremos seleccionando cada entidad (polígono) que hemos ido creando y escribiremos el nombre de su respectivo uso del suelo, por ejemplo *cultivos arbóreos de regadío*, que nosotros hemos descrito como *cítricos*, puesto que casi el 100% de dichos cultivos en Vila-real son

agrios (fig. 8 der.). Si queremos ahorrar tiempo a la hora de escribir el nombre de los usos del suelo, debemos hacer una fusión (*Merge*) previa de todas las entidades correspondientes a un mismo tipo de usos del suelo, y así escribiremos el nombre de dicho uso una sola vez.

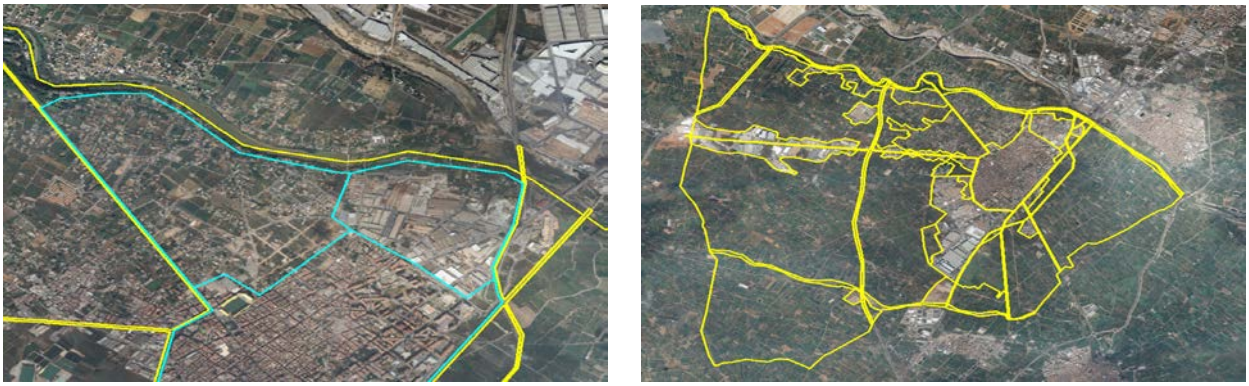

Figura 7. Uso de *Cut Polygons Tool* para diferenciar usos urbanos (izquierda) y mapa municipal tras la individualización de todas las entidades en función de cada uso del suelo (derecha)

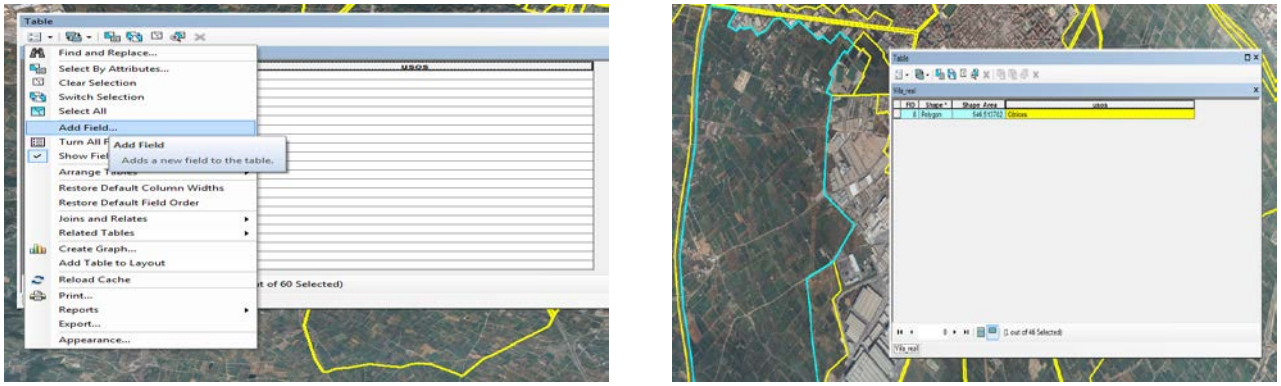

Figura 8. Creación del campo *usos* (izquierda), donde vamos a escribir los usos creados (derecha)

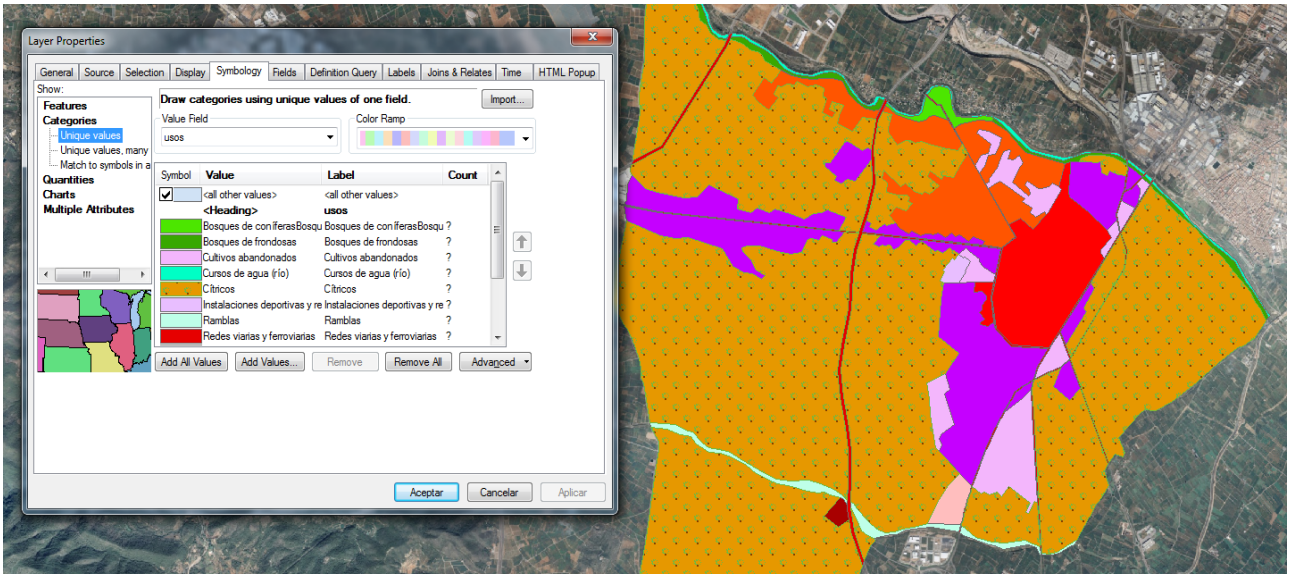

Figura 9. Paleta de colores usada en los mapas de CORINE Land Cover

Una vez escritos todos los usos del suelo de nuestro término, pasamos a calcular la cantidad de hectáreas de capa tipo de uso que hay en nuestro término. Dependiendo del proceso, es posible que dicha cantidad la haya calculado el programa automáticamente, pero si queremos asegurarnos de que dicho cálculo es correcto, seleccionamos la columna *Shape_Area* y picando con el botón derecho en la pestaña, seleccionamos *Calculate Geometry*, para que nos recalcule las dimensiones de cada uso, preferiblemente en hectáreas. Esta información estadística luego le va a resultar muy útil al alumno para realizar el comentario.

Figura 10. Paleta de colores de CORINE aplicada sobre nuestro mapa

2.3. Comentario

Con este ejercicio se pretende no solo que el estudiante de Geografía sea capaz de fotointerpretar y cartografiar un territorio determinado, sino que además sea capaz de llevar a cabo un análisis territorial crítico del mismo, llegando a comprender e interpretar bien los problemas urbanísticos, ecológicos o de otro tipo de cualquier territorio. Este análisis es fundamental para planificar la ordenación del territorio y avanzar en la sostenibilidad, después de varias décadas de crecimiento basado en la especulación y la depredación de los recursos naturales y paisajísticos. Según los datos de CORINE, entre 1990 y 2006 el crecimiento medio del suelo artificial en Europa fue del 8’93%, frente al 51’87% en España, donde los procesos de urbanización crecieron por tanto casi seis veces más que la media continental. Si nos ceñimos al periodo 2000-2006, España fue el país donde los suelos artificiales crecieron más en términos absolutos: 121.261 hectáreas, una quinta parte del total europeo, muy por delante de las 82.291 ha de Francia, que ocupaba el segundo lugar (De Miguel, 2014). El responsable de esta enorme expansión urbana fue el boom inmobiliario, que conllevó unos niveles de crecimiento de la ocupación del suelo artificial insospechados pocos años atrás. Sin embargo, la crisis inmobiliaria iniciada en 2007 hizo descender con extrema celeridad los niveles de edificación en España hasta el punto que en 2015 estos son similares a los de la década de 1960.

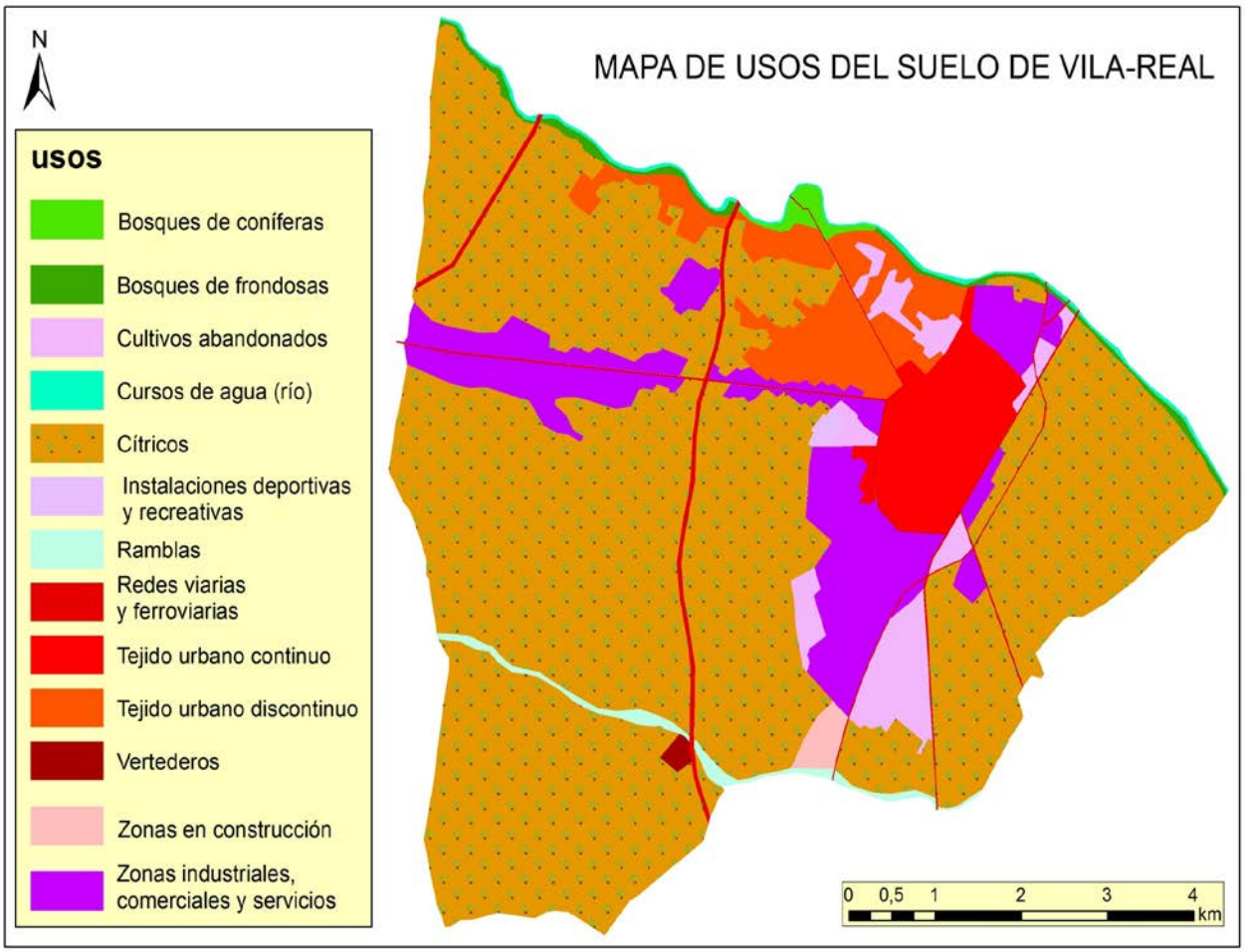

Figura 11. Mapa final de nuestro término municipal

3. CONCLUSIÓN

A través de la metodología explicada y los resultados descritos en este artículo, el alumnado mejora su capacidad de fotointerpretar imágenes aéreas y adquiere la destreza y los conocimientos necesarios para diseñar un mapa de suelos mediante el uso de un sistema de información geográfica. Entre las principales ventajas derivadas de los SIG a la hora de realizar un mapa de este tipo cabe destacar especialmente las amplias posibilidades de diseño cartográfico que ofrece, como el cambio de color de las categorías, la aplicación de tramas, los mapas de situación, leyendas, etc., y el cálculo estadístico de superficies, que hace que el mapa temático final no solo sea de carácter cualitativo sino también cuantitativo.

La principal dificultad con que pueden topar los alumnos tras haber realizado el ejercicio es que para su elaboración emplean ArcGIS, que pueden utilizar libremente en la universidad, pero que resulta muy caro adquirirlo en caso de que quieran implementar la misma metodología en ámbitos no universitarios. No obstante, fuera de clase el alumnado suele utilizar SIG de software libre, que pueden manejar sin demasiadas dificultades gracias a las destrezas tecnológicas adquiridas en la clase de Cartografía.

Las potencialidades de los SIG incentivan el desarrollo de habilidades por parte del alumnado tanto de tipo tecnológico, favorecidas porque este suele poseer cierta fluidez en el uso de las TIC (al formar parte estas de su vida cotidiana desde bien jóvenes), como también de tipo analítico, donde los conocimientos teóricos adquiridos en otras asignaturas del grado de Geografía son llevados a la práctica y contrastados empíricamente a partir de datos del mundo real. De esta manera se refuerza las capacidades cognitivas (de percepción, de planificación, de solución de problemas) entre los estudiantes de Geografía, que se convierten en comprometidos promotores medioambientales (Hucamata y Cáceres, 2013).

Aparte del aprovechamiento del SIG en una doble vertiente (adquisición de destrezas y fomento de valores ambientales), el alumnado se ve muy motivado por los nuevos conocimientos técnicos que adquieren (es la primera vez que usan SIG en el grado), por su habilidad para encontrar y usar datos externos (CORI-

NE, PNOA) a partir de los cuales crear un mapa *ex novo*, y por ser capaces de plantear soluciones a problemas de carácter espacial relacionados con un municipio (el de residencia o el de veraneo) que conocen muy bien. Además, dentro del grado de Geografía, al aprender a manejar los SIG con cierta soltura, el alumnado podrá presentar mapas de alta calidad cartográfica para ilustrar trabajos en otras asignaturas, e irá bien preparado de cara a otras materias que va a cursar a lo largo de la carrera, como SIG I y II. Fuera del grado, los estudiantes de Geografía se familiarizan por primera vez con la problemática derivada de la planificación territorial.

4. BIBLIOGRAFÍA

De Miguel, R. (2014): La innovación didáctica en la enseñanza-aprendizaje de la geografía en educación secundaria. Tesis doctoral dirigida por María Sánchez Agustí, Universidad de Valladolid.

Humacata, L. y Cáceres, A. (2013): Implementación de Google Earth y SIG en las clases de Geografía: una propuesta didáctica para el análisis ambiental del espacio local. Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG), 5, 153-163. Universidad Nacional de Luján, Argentina.

IGN (Instituto Geográfico Nacional) (2002): Corine 2000. Descripción de la nomenclatura del Corine Land Cover al nivel 5º. Madrid, Ministerio de Fomento.

IGN (Instituto Geográfico Nacional) (2006): Manual de fotointerpretación de SIOSE. Madrid, Ministerio de Fomento.

IGN (Instituto Geográfico Nacional) (2009). Plan Nacional de Ortofotografía Aérea. Madrid, Ministerio de Fomento.

López García, M. J. y Denore, B. J. (1999): "Los satélites de observación de la Tierra en el 2000". Cuadernos de Geografía, 65-66, 81-102.

Luque, A. M. y Navarro, E (2011): El aprendizaje cooperativo y la enseñanza de la Geografía en el marco del EEES. Didáctica Geográfica, 12, 49-72.

Marrón, M. J. (2002): El trabajo con mapas en los distintos niveles de enseñanza de la geografía. Didáctica Geográfica, 5, 5-8.

Membrado, J. C. (2011): "SIOSE Valencia 2005: resultados, aplicaciones y comparación con CORINE". Cuadernos de Geografía, 89, 1-22.

Membrado, J. C. (2012): "Fotointerpretación del territorio y generalización cartográfica como herramienta para la educación geográfica". En De Miguel, R., De Lázaro, M. L. y Marrón, M. J. (coord..) La educación geográfica digital, 627-642.

Nieto, A. (2010): El uso didáctico de los sistemas de información geográfica en el Espacio Europeo de Educación Superior. Tejuelo, 9, 136-161.

Serra, P., Zabala, A., Pesquer, L. y Pons, X. (2007): Innovación en Cartografía y Fotointerpretación digital: retos y resultados. V Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Métodos docentes afines al EEES. Vicerrectorado de Política Científica y Profesorado de la Universidad Europea de Madrid.

Trung, N.H., Tri, L.Q., van Mensvoort, M.E.F., Bregt, A.K. (2006): Application of GIS in Land-use Planning. A Case Study in the Coastal Mekong Delta of Vietnam. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences.