

Fundación **BBVA**

Zonas de morfología urbana

Coberturas del suelo y demografía

Francisco J. Goerlich Gisbert

Isidro Cantarino Martí

Informes 2013
Economía y Sociedad

Zonas de morfología urbana

Coberturas del suelo y demografía

Zonas de morfología urbana

Coberturas del suelo y demografía

Francisco J. Goerlich Gisbert
Isidro Cantarino Martí

Fundación **BBVA**

Primera edición, octubre 2013

© Los autores, 2013

© Fundación BBVA, 2013
Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao
www.fbbva.es
publicaciones@fbbva.es

Copia digital de acceso público en www.fbbva.es

Al publicar el presente informe,
la Fundación BBVA no asume responsabilidad alguna
sobre su contenido ni sobre la inclusión en el mismo
de documentos o información complementaria
facilitada por los autores.

Edición y producción: Editorial Biblioteca Nueva, S. L.

ISBN: 978-84-92937-49-3
Depósito legal: BI-1403-2013

Impreso en España – *Printed in Spain*

Impreso por Lábel Industria Gráfica, S. A.
sobre papel con un 100% de fibras recicladas
y elaborado según las más exigentes normas ambientales europeas.

Índice

AUTORES	9
AGRADECIMIENTOS	11
RESUMEN / SUMMARY	13
INTRODUCCIÓN	15
1. ACEPCIÓN DE LO URBANO	19
1.1. Una breve visión a largo plazo	22
1.2. Antecedentes actuales	24
2. LA INFORMACIÓN DE BASE	37
2.1. Coberturas del suelo: SIOSE	37
2.2. Población residente: una <i>grid</i> de población	37
2.3. Otra información utilizada en el trabajo	38
3. OBTENCIÓN DE ZONAS DE MORFOLOGÍA URBANA A PARTIR DE <i>CORINE LAND COVER</i>	41
3.1. El proyecto <i>CORINE Land Cover</i>	41
3.2. Generación de zonas de morfología urbana a partir de <i>CORINE Land Cover</i> ...	43
4. EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE OCUPACIÓN DEL SUELO EN ESPAÑA: SIOSE	51
4.1. El proyecto SIOSE	51
4.2. Obtención de una nomenclatura jerárquica a partir del SIOSE	55
4.3. Generación de zonas de morfología urbana a partir del SIOSE	60
4.3.1. Planteamiento general	60
4.3.2. Definición de clases	63
4.3.3. Generación de las zonas de morfología urbana	66
5. LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA	71
5.1. Asignación de población a las zonas de morfología urbana	71
5.2. Zonas de morfología urbana y estructura municipal	74
5.3. Indicadores urbanos: demografía y coberturas del suelo	76
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES	85

APÉNDICES	87
A.1. Coberturas de <i>CORINE Land Cover</i>	87
A.2. El modelo de datos del SIOSE: coberturas simples, compuestas y atributos	93
A.3. Una nomenclatura jerárquica a partir del SIOSE	100
A.4. Sistemas de referencia geográfica en la UE. La directiva comunitaria INSPIRE ..	107
A.5. Zonas de morfología urbana: estructura municipal	109
BIBLIOGRAFÍA	115
ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS	123
ÍNDICE DE MAPAS	125

Autores

Francisco J. Goerlich Gisbert es licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad de Valencia, máster en Económicas por la London School of Economics, doctor por la Universidad de Valencia, catedrático del Departamento de Análisis Económico en la misma universidad y profesor investigador del Ivie. Coautor de más de diez libros, ha publicado medio centenar de artículos sobre temas de macroeconomía,

Isidro Cantarino Martí es doctor ingeniero agrónomo por la Universidad Politécnica de Valencia y profesor titular del Departamento de Ingeniería del Terreno de la citada universidad. A lo largo de su carrera profesional, ha realizado diversos trabajos técnicos y de investigación en la determinación y gestión de recursos hidráulicos con aplicación en ámbitos

econometría y economía regional en diversas revistas nacionales e internacionales, tales como *Investigaciones Económicas*, *Revista Española de Economía*, *Revista de Economía Aplicada*, *Investigaciones Regionales*, *Estadística Española*, *Review of Income and Wealth*, *Regional Studies*, *Journal of Regional Science*, *Applied Economics*, *Population*, *Economics Letters* o *Econometric Theory*.

montañosos, promovidos por la Dirección General de Obras Hidráulicas. En la actualidad se encuentra colaborando con la Conselleria de Cultura, Educación y Deportes para implementar un Sistema de Información Geográfica que gestione la localización y clasificación patrimonial de yacimientos paleontológicos, así como cartografías temáticas asociadas.

Agradecimientos

Este informe se ha beneficiado de la ayuda y comentarios de muchas personas. Aun corriendo el riesgo de omitir a alguien, queremos agradecer la colaboración prestada por Pilar Chorén y Héctor García, del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie); Ignacio Duque, del Instituto Nacional de Estadística (INE); María Elena Caballero y Julián Delgado, del Equipo Técnico Nacional del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE); Roger Milego, del European Topic Centre for Spatial Information and Analysis

(ETC-SIA) y los asistentes a la Conferencia del *European Forum for Geostatistics* de Praga (República Checa) 2012.

Los autores agradecen el apoyo del programa de investigación Fundación BBVA-Ivie para la realización de este trabajo. Adicionalmente Francisco J. Goerlich reconoce la ayuda del proyecto del Ministerio de Ciencia y Tecnología ECO2011-23248. Resultados mencionados en el texto pero no ofrecidos están disponibles si se solicitan a publicaciones@ivie.es.

Resumen *Summary*

Los trabajos sobre áreas urbanas tropiezan con la dificultad de delimitar con cierta precisión el alcance de las mismas. No existe un consenso entre los estudiosos de los procesos de urbanización sobre la manera de definirlas y, en consecuencia, hay varias alternativas. La mayoría de tipologías utilizan criterios demográficos, ya sean de carácter absoluto o relativo. Este informe aborda el problema de la delimitación de áreas urbanas desde un enfoque totalmente diferente: a partir de las recientes bases de ocupación del suelo.

En el informe que ahora se presenta se definen las zonas de morfología urbana (UMZ) desde este último enfoque, estableciendo como urbano aquellas superficies fundamentalmente de tipo artificial que organizan el complejo entramado de las áreas densamente pobladas; es decir, incorporando no solamente zonas residenciales edificadas, sino también las destinadas a servicios administrativos, sanitarios, transportes, parques y jardines, etcétera.

Research works on urban areas usually face the problem of delimiting the scope of these areas with a fair degree of accuracy. There is no consensus among scholars on how to define urbanization processes and consequently several alternatives have been tried. Most procedures use demographic principles, either absolute or relative. This report addresses the problem of delimiting urban areas from a completely different approach: using the newly released land cover databases.

The report defines urban morphological zones (UMZ) using this information. We establish as urban areas mainly those artificial areas which

Con este fin, se ha partido del modelo desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional que define las coberturas del suelo en España (*SIOSE*: Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España) y que permite un elevado grado de detalle gracias a su alta resolución, desecharando por ello otros modelos empleados genéricamente en Europa como el *CORINE Land Cover*. Sin embargo, la complejidad del modelo de datos original *SIOSE* ha obligado a desarrollar un modelo jerárquico de asignación simple de coberturas, lo que constituye una primera aplicación de interés del trabajo.

Una vez delimitadas las UMZ, y partiendo de la *grid* de población de 1 kilómetro cuadrado para España, desarrollada por los autores en un anterior informe, se ha asignado población a cada una de ellas. Esto ha permitido seleccionar las UMZ más pobladas y elaborar una serie de indicadores urbanos, como superficie de zonas verdes o equipamientos deportivos por habitante para cada una de ellas.

shape the complex pattern of densely populated areas, i.e. incorporating not only built-up residential areas, but also areas for administrative, commercial, health and transportation services, artificial parks and gardens, etc.

*To this end, we use the model developed by the Spanish National Geographical Institute, the new Land Cover and Use Information System of Spain (*SIOSE*), which allows a high degree of detail thanks to its high resolution, and thus discard other models generally used in Europe like the *CORINE Land Cover* classification. However, the complexity of the original *SIOSE* data model has forced us to develop a hierarchical model of*

simple cover allocation, which is the first interesting contribution of this project.

Once the UMZ are defined, and using the one square kilometer population grid for Spain developed by the authors in a previous report,

we assign the population to each urban area. Next, we select the most populated UMZ and for these zones we produce a set of urban indicators, such as the surface of green areas or sports facilities per inhabitant.

Introducción

En Cataluña, por ejemplo, conviven diferentes divisiones territoriales y administrativas: 4 provincias, 41 comarcas, 945 municipios. Una parte significativa de estos municipios tienen graves problemas para prestar los servicios adecuados. Sin embargo, se resisten a ceder su poder. Así, la institucionalización metropolitana encuentra la oposición de la administración local, pero también de la autonómica o regional. El área metropolitana de Barcelona representa el 70% de la población de Cataluña, por lo que se constituye en un poder demasiado fuerte para su territorio de referencia.

(SERRATOSA 2002)

Los procesos de urbanización han sido extensamente estudiados sobre todo desde el punto de vista de la demografía (Reher 1986, 1994, 2006). Sin embargo, carecemos de una definición clara y precisa de lo que debemos considerar como *urbano*; esto es cierto no solo a nivel internacional (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] 2012a), sino también a nivel doméstico.

A pesar de no existir una tipología rural/urbana en la estadística oficial, el Instituto Nacional de Estadística (INE) tiende a distinguir entre grados de urbanización según umbrales mínimos de población a nivel municipal. De esta forma, aquellos municipios con una población de al menos 10.000 habitantes son considerados como urbanos. Con este umbral, y utilizando el padrón de

2006, 711 municipios serían clasificados como urbanos, un 8,8% del total, los cuales albergan al 78,1% de la población, 34,93 millones de personas, y ocupando un 19,1% del territorio¹. La demografía es solo un aspecto de los procesos de urbanización (Goerlich y Mas 2009), que tienen además otros rasgos definitorios: cierto nivel de infraestructuras, órganos de administración y gobierno, actividad económica principal no ligada al sector primario o abundancia de superficies artificiales. El problema es que estos aspectos son, en ocasiones, de difícil cuantificación y, en cualquier caso, su combinación para la determinación de lo que podrían considerarse áreas urbanas no es en absoluto trivial.

Estas dificultades se agudizan todavía más cuando las áreas urbanas desbordan los lindes administrativos más próximos que sirven habitualmente de unidad estadística de referencia, los municipios, y forman grandes áreas urbanizadas. En este caso la realidad administrativa deja de ser operativa para el estudio de las aglomeraciones de población. Ahora ni siquiera la terminología al uso en la literatura está clara; se habla no solo de ciudades, sino también de núcleos urbanos, redes de ciudades, áreas urbanas y periurbanas, áreas metropolitanas, conurbaciones, aglomeraciones urbanas, regiones metropolitanas, megalópolis, coronas urbanas..., y un sinfín de términos cuyo significado preciso varía de publicación en publicación y en ocasiones no está del todo claro, aunque mantienen en común el hecho de que es-

¹ Por las razones expuestas en el capítulo 3, el año de referencia del trabajo es 2006. Utilizando los datos definitivos del padrón más reciente, 2011, el porcentaje de población urbana con este criterio sería ligeramente

superior, un 79%, lo que en términos absolutos representa 37,29 millones de personas repartidas entre 759 municipios, el 9,4% del total, y ocupando el 19,8% del territorio.

tamos hablando de aglomeraciones de población asociadas a determinados umbrales mínimos y características productivas similares.

A pesar de esta falta de concreción, el estudio de estas grandes áreas urbanas es esencial porque, de acuerdo con las previsiones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU 2012), el crecimiento de la población urbana dominará en los próximos decenios el crecimiento de la población mundial, tanto como consecuencia de las migraciones de las áreas rurales a las urbanas como por la transformación de actuales asentamientos rurales en asentamientos urbanos.

Este informe contribuye al análisis de los procesos de urbanización en España adoptando un enfoque diferente al tradicional: no partimos de la demografía, sino del grado de intervención humana sobre el territorio. Es ampliamente conocido que los procesos de urbanización conllevan transformaciones radicales del entorno natural, y estas pueden ser examinadas a partir de las recientes bases de datos sobre coberturas del suelo. Dicha información resulta muy útil a la hora de examinar grandes extensiones de superficie artificial que son susceptibles de ser catalogadas como áreas urbanas, y que denominaremos zonas de morfología urbana (*urban morphological zones*, UMZ).²

Por la propia naturaleza de la información, tampoco partimos de unidades administrativas de referencia: los municipios. Nuestra aproximación es morfológica; parte de las coberturas del suelo ligadas a la intervención del hombre en su relación con el medio ambiente y no tiene nada que ver con las artificiales fronteras delineadas por la estructura política de toma de decisiones. Este enfoque representa una diferencia importante respecto a la mayor parte de investigaciones sobre los procesos de urbanización que, por una parte, se centran fundamentalmente en la demografía y, por otra, en pequeñas áreas geográficas en la que se divide administrativamente el territorio, los municipios en el caso del Estado español (Reques y Rodríguez Rodríguez 1998; Zoido y Arroyo 2004; De Cos y Reques 2005;

Goerlich *et al.* 2006; Goerlich y Mas 2008a, 2008b, 2009).

Algunos autores podrían objetar que sería deseable una correspondencia más directa entre las áreas urbanas y las unidades políticas de toma de decisión a pequeña escala. Si esta correspondencia es necesaria, siempre es posible establecerla a posteriori; ofreceremos un ejercicio de esta naturaleza, pero nuestros métodos dan prioridad a los lindes relacionados con la transformación del territorio, en lugar de a lindes administrativos que son el resultado de un proceso histórico-político.

La demografía no entra directamente en la delimitación de las UMZ, pero obviamente desempeña un papel determinante en los procesos de urbanización. No en vano, si el elemento determinante de las UMZ es el grado de intervención humana sobre el territorio, resulta más que conveniente determinar la población que reside en dichas áreas. Esto se hace a partir de la *grid* de densidad de población de Goerlich y Cantarino (2012), de forma que resulta posible diseñar un conjunto de indicadores urbanos sin referencia alguna a los lindes municipales.

1. PLAN DEL ESTUDIO

Este trabajo realiza un ejercicio de delimitación de UMZ a partir de la información proporcionada por el Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) dirigido conjuntamente por la Dirección General de Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento y la Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente. El objetivo es doble: por una parte, se trata de un trabajo con un contenido metodológico importante, tanto en el proceso de manipulación del SIOSE como en lo referente a la delimitación de las UMZ; por otra parte, ofrecemos un resultado actual que tiene multitud de aplicaciones. No solo permite examinar los procesos de urbanización desde una perspectiva diferente a la normalmen-

² La sigla UMZ utilizado en el texto se corresponde a su original en inglés, por la internacionalización

de su uso y para evitar equívocos.

te utilizada, sino que posibilita la generación de indicadores urbanos sin más información que la derivada del propio SIOSE y una *grid* de población con resolución de 1 kilómetro cuadrado y escala nacional elaborada con anterioridad por los autores (Goerlich y Cantarino 2012).

Lamentablemente, nuestro ejercicio es estático, puesto que solo se dispone actualmente de una versión del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España, elaborada con información del año 2005 (SIOSE2005), pero las bases de datos generadas podrán actualizarse con facilidad una vez se dispone de la siguiente versión del producto actualizado a 2009 (SIOSE2009).

La estructura del informe es la siguiente. El capítulo 1 ofrece unas pinceladas sobre la acepción de lo urbano. La literatura dedicada a examinar los procesos de urbanización, tanto desde un punto de vista actual como histórico, es enorme; por tanto, no se trata de realizar un panorama de la literatura, sino simplemente de poner el informe en su contexto, tanto desde el punto de vista de las tendencias históricas como desde el punto de vista conceptual. Ello pondrá de manifiesto la ausencia de una definición clara y precisa de lo *urbano* y, en consecuencia, la necesidad de alcanzar un consenso en este sentido. El capítulo 2 describe la información utilizada en el resto del trabajo.

El capítulo 3 resume el antecedente más directo y nuestro punto de partida: la generación de UMZ en el contexto europeo a partir de la información de *CORINE Land Cover* (CLC) por parte de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA, European Environment Agency [EEA]). Nuestra metodología parte de la suya, y la adapta a las peculiaridades de nuestra información, que no solo dispone de una resolución mucho más elevada que CLC, sino que la estructura de la base de datos de partida es sustancialmente diferente. Los detalles del proceso de generación de UMZ, así como el tratamiento previo del SIOSE que hubo que realizar, se describen con detalle en el capítulo 4.

El capítulo 5 describe cómo asignar población a las UMZ a partir de los resultados de Goerlich y Cantarino (2012); examina el sistema urbano español que surge de nuestro ejercicio, tanto en relación con los municipios que hay detrás de las UMZ como de forma independiente de dicha estructura administrativa, y ofrece algunos indicadores urbanos de especial interés. Se trata de un ejercicio abierto que permite ilustrar las posibilidades de la información generada. Finalmente, una serie de apéndices incluyen información adicional sobre CLC, SIOSE, aspectos técnicos referentes a los sistemas de referencia geodésicos y, a título de ejemplo, las tres zonas de morfología urbana con mayor población, así como los municipios que las sustentan.³

³ El listado completo de las 735 UMZ generadas está disponible en formato electrónico con la misma estructura.

La petición de la información ha de realizarse a publicaciones@ivie.es.

1

Acepción de lo urbano

Uno de los problemas más interesantes de la Geografía urbana es, sin duda, el de la misma definición de lo *urbano*, el de la definición de la ciudad. Es, además, un problema fundamental, ya que si no fuéramos capaces de identificar con precisión las características de este fenómeno como algo sustancialmente diferente de lo *rural*, es claro que la misma existencia de una rama de la Geografía dedicada a su estudio podría carecer, en último término, de sentido.

(CAPEL 1975: 265)

El primer problema con el que nos encontramos es el de acotar qué debemos entender por *urbano* en un momento y espacio dados y, a partir de ahí, cuál es la población urbana y su relación con el entorno que la rodea. Los estudiosos del tema son plenamente conscientes de esta problemática (De Vries 1990).

Es cierto que en la tradición estadística española, o europea más generalmente, no existe un concepto estandarizado de ciudad, área urbana o metropolitana (Feria 2004). Por el contrario, al otro lado del Atlántico, en países como Estados Unidos (U.S. Office of Management and Budget 2000) o Canadá (Statistics Canada 2002; Mendelson y Lefebvre 2003), dicha tradición está fuertemente arraigada y diversas acepciones de áreas urbanas, metropolitanas y aglomeraciones de población se definen, con carácter cambiante en el tiempo, en los propios censos de población.

Paralelamente a esta falta de concreción práctica, observamos que políticos y altos funcionarios de las instituciones prestan atención creciente a la

capacidad de las áreas urbanas como motores de actividad económica e innovación, así como a aspectos relacionados con la calidad de vida y la propia sostenibilidad del sistema urbano (OCDE 2010a, 2012b). Al mismo tiempo, investigadores de los fenómenos urbanos y regionales debaten de forma activa sobre las economías de aglomeración y su papel en el fomento del crecimiento económico, o cómo los costes de congestión pueden contrarrestar estas tendencias en determinadas áreas urbanas. A pesar de ello, tampoco existe un criterio nítido unánimemente aceptado por los especialistas en el estudio de la urbanización (Tafunell 2005). Así, por ejemplo, Reher (1986) muestra cómo la información sobre la distribución de la población activa por sectores económicos puede resultar un método perfectamente válido para delimitar la población urbana. Sin embargo, la mayoría de los autores se han inclinado por utilizar un umbral mínimo de población como criterio definitorio de lo que es una ciudad. Aun utilizando este criterio de máxima simplicidad analítica, el siguiente problema es que no hay un acuerdo generalizado sobre cuál debe ser dicho límite inferior. Diversos autores, así como el propio INE en la explotación de resultados de censos y encuestas, han utilizado rangos de umbrales mínimos comprendidos entre los 2.000 y los 20.000 habitantes, si bien la mayor parte de trabajos suelen emplear valores de 5.000 o 10.000 (Reher 1986, 1994; Gómez Mendoza y Luna 1986; Correas 1988; Valero 1989; Camps 1990; Vinuesa 1996). En la práctica, 10.000 habitantes suele ser la cifra *mágica* cuando trabajamos con poblaciones municipales, mientras que 5.000 suele emplearse más habitualmente cuando partimos en el análisis de núcleos de población. Este umbral suele mantenerse fijo du-

rante largos períodos de estudio (Tafunell 2005), lo que implica la consideración de un número variable en el tiempo de ciudades; sin embargo, resulta obvio que municipios de 10.000 habitantes no tienen el mismo significado, en términos de urbanización, en 1900 que en 2011.

Además de los anteriores trabajos, con una clara vocación histórica, existen multitud de investigaciones que estudian (normalmente) casos particulares de grandes áreas urbanas que trascienden los límites municipales; por ejemplo, Artís, Romaní y Suriñach (1998), Feria Toribio (2000), Castañer, Vicente y Boix Xamaní (2000), Trullen y Boix Domènec (2003), Ajenjo y Sabater (2004) o Boix Domènec (2004) entre muchos otros. Este tipo de análisis suele hacer hincapié en la movilidad intradía (*commuting*) en los desplazamientos de la población, de forma que un determinante esencial del radio del área urbana es la capacidad de desplazarse de un municipio a otro en el mismo día por razones de trabajo, estudio u ocio. De esta forma las áreas urbanas se identifican desde un punto de vista funcional como el lugar donde sus residentes realizan la mayor parte de sus funciones cotidianas, y se caracterizan por uno o varios núcleos de población y su área de influencia (*hinterland*). Por cuestiones relacionadas con la ausencia de datos y la escasa importancia de este tipo de movilidad hace tan solo unas décadas, estas consideraciones están al margen de los trabajos de carácter histórico, pero cobran cada vez más relevancia en el mundo actual.

Como elemento común del estudio de los procesos de urbanización, en la línea de los trabajos mencionados, está el factor demográfico, ya sea en términos de densidad de población o de un tamaño mínimo para que un asentamiento sea considerado como urbano. Así, por ejemplo, la OCDE (2010b) en su tipología rural/urbana a nivel regional establece en su primer paso una clasificación de municipios rurales si estos presentan una densidad inferior a los 150 habitantes por kilómetro cuadrado. Aunque la metodología no es explícita al respecto, el carácter binario de la clasificación deja implícito que un municipio es urbano en caso contrario, es decir, si su densidad es de al menos de 150 habitantes por kilómetro cuadrado. Tomando este criterio como referencia, y utilizando el padrón de 2006, 1.044 municipios serían clasificados como

urbanos, un 12,9% del total, los cuales albergan al 75,1% de la población, 33,58 millones de personas, y ocupan un 8,9% del territorio.

Resulta interesante observar cómo un criterio relativo, densidad de población, clasifica como urbanos casi un 50% más de municipios que un criterio absoluto (albergar al menos a 10.000 habitantes), pero estos municipios urbanos ocupan solo la mitad del territorio, como consecuencia de su inferior tamaño medio, y acogen un menor volumen de población. Al relativizar el concepto de urbano en relación con la superficie municipal, muchos pequeños municipios son ahora clasificados como urbanos; en concreto, 512 municipios tienen una población inferior a los 10.000 habitantes, y los 17 municipios con superficie inferior al kilómetro cuadrado son clasificados todos ellos como urbanos; de estos últimos, solo dos tienen una población superior a los 10.000 habitantes (Benetúser, en Valencia, y Badía del Vallés, en Barcelona).

Por el contrario, dos capitales de provincia que superan los 100.000 habitantes, Albacete y Badajoz, son clasificadas como rurales, ya que sus términos municipales superan los 1.000 kilómetros cuadrados, lo que provoca densidades de población extremadamente bajas. Lo mismo sucede con los dos municipios de mayor superficie de España, Cáceres y Lorca, con superficies superiores a los 1.500 kilómetros cuadrados y que, con poblaciones en torno a los 90.000 habitantes, son clasificados como rurales. En todos los casos estos municipios tienen núcleos de población bien definidos y de una cierta entidad (Gallego 2008).

Estos ejemplos no hacen sino mostrar lo engañosas que pueden ser determinadas tipologías cuando se hacen depender de las superficies de las unidades de referencia, municipios en este caso, sobre todo cuando la distribución de tamaños es altamente heterogénea. Los mapas 1.1 y 1.2 contraponen los resultados de la tipología de la OCDE con los que se derivan de establecer un umbral mínimo de tamaño poblacional, todo ello tomando los municipios como unidad de análisis, y muestran claramente lo diferentes que pueden ser los resultados. En este sentido la estructura municipal no es la relevante para el tema de interés (Vidal, Gallego y Kayadjanian 2001) y se utiliza solo por cuestiones de disponibilidad estadística.



Los ejemplos que hemos mencionado dejan claro que la definición de áreas urbanas no debe descansar sobre la estructura administrativa en la que se divide el territorio. Los municipios son solo una aproximación al concepto de asentamiento urbano. Dentro de un término municipal pueden existir varios asentamientos o núcleos de diferente magnitud, puede no existir ningún núcleo urbano de cierta entidad y la población puede estar más o menos dispersa; es posible también que un núcleo urbano de un término municipal esté totalmente unido a otro núcleo de otro término municipal constituyendo en la práctica una sola ciudad aunque, por cuestiones de organización estadística, los datos acaben siendo tratados como dos asentamientos diferentes.⁴

⁴ Hay muchos ejemplos de esta última situación; por ejemplo, los núcleos principales de los municipios de Elda y Petrel en la provincia de Alicante están físicamente unidos desde mediados de los 70, a través de un barrio conocido como *La Frontera*. El municipio de Mislata, en la provincia de Valencia, se encuentra totalmente dentro de la capital, sin que medie entre ambos espacio alguno sin urbanizar. El actual municipio de Pozo Cañada (Albacete)

Si queremos partir de la demografía, debemos abstraernos de alguna forma de los lindes administrativos. Existen varias posibilidades, desde la utilización de los núcleos del nomenclátor de unidades poblacionales que publica anualmente el INE, junto con las cifras de población del padrón municipal, hasta los ficheros de población georreferenciada a nivel de punto, que no están disponibles actualmente con generalidad, pasando por las grids de densidad de población (Goerlich y Cantarino 2012). Sin embargo, lo más importante es que quizás no sea necesario partir de la demografía para la definición de áreas urbanas. Algunos autores (Burchfield *et al.* 2006) han mostrado cómo la nueva generación de estadísticas derivadas de la observación de la tierra desde el espacio, lo que

se segregó del municipio de Albacete entre los censos de 1991 y 2001 y está físicamente unido a la entidad local menor de Pozo Bueno, que pertenece al municipio de Chinchilla de Monte-Aragón. En todos estos casos, desde el punto de vista de la localización de la población, ambos núcleos constituyen un asentamiento único, pero la recogida de datos hace que la población se asigne a dos municipios diferentes.



Mapa 1.2 Tipología municipal rural/urbana según umbral de población. Municipios (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2006).

se conoce en el argot como *earth observation* (EO), pueden ser útiles para el estudio de la localización de la población y los procesos de urbanización. Si bien la tecnología para esto es excesivamente complicada con la información original, las modernas bases de datos de coberturas del suelo, generadas fundamentalmente a partir de una visión desde el espacio, pueden ser el punto de partida para la delimitación de áreas urbanas, y ello sin ninguna referencia a los lindes administrativos. La urbanización es delimitada de esta forma por la intervención del hombre en su entorno; la demografía se añadirá a posteriori, pero no constituye el punto de partida (*European Observation Network for Territorial Development and Cohesion*, ESPON [Bengs y Schmidt-Thomé 2007]).

1.1. UNA BREVE VISIÓN A LARGO PLAZO

Aunque nuestro ejercicio hace referencia a un año concreto y carece de perspectiva temporal, resulta de interés ofrecer unas pinceladas sobre lo

que conocemos de la distribución de la población en España a largo plazo. Se trata de una visión descriptiva que no responde a la cuestión última que aparece con frecuencia en la literatura sobre localización de la población y la actividad: ¿por qué surgen las ciudades?, ¿por qué crecen (o menos frecuentemente desaparecen)? y ¿por qué surgen donde lo hacen?

Aunque observamos un claro proceso de concentración de la población en muy pocos lugares, somos conscientes de que carecemos en última instancia de una teoría general sobre las pautas de localización inicial y posterior crecimiento de las ciudades. En los modelos de referencia de la *economía urbana* (Henderson 1974, 1977, 1988) el sistema de ciudades (su número y su tamaño) evoluciona a partir de dos fuerzas contrapuestas: las *fuerzas centrípetas*, que aglomeran población debido a las externalidades en la producción como consecuencia de los efectos de desbordamiento asociados a la concentración del conocimiento, del capital humano y de la provisión de bienes y servicios públicos, y las *fuerzas centrífugas*, que

limitan la aglomeración como consecuencia de los efectos de congestión y las rentas del suelo urbano. Es posible, además, derivar estos efectos a partir de fundamentos microeconómicos si suponemos rendimientos crecientes y competencia imperfecta (Fujita 1988).

La *nueva geografía económica* ha añadido la dimensión espacial a estos modelos (Krugman 1991, 1992, 1993) de forma que el sistema de ciudades puede ser caracterizado ahora no solo por su número y su tamaño sino también por su localización, pero una teoría general sobre los determinantes de esa localización está ausente todavía en nuestros días. La literatura aplicada sobre el tema no es mucho más explícita; numerosos trabajos muestran la concentración de la actividad (Aiginger y Leitner 2002), la importancia de las relaciones de vecindad (Overman y Puga 2002), lo relevante de ciertas infraestructuras (Fujita y Mori 1996) o redes de comunicaciones (Gutiérrez y Urbano 1996) y las externalidades (Henderson 1997; De Lucio, Herce y Goicoechea 2002); pero pocos estudian, de forma general, por qué la concentración se ha producido allí donde la observamos hoy.

Existen, no obstante, numerosos estudios de casos particulares: Chinitz (1961), Cronon (1991), Ades y Glaeser (1995), Bahamonde y Otero (1999) o Glaeser (2005a, 2005b), entre muchos otros. A pesar de la diversidad de situaciones estos trabajos tienden a enfatizar un aspecto que se ha vuelto esencial en la literatura: la importancia de las *primeras ventajas naturales* (Krugman 1993). Como argumentan Henderson, Shalizi y Venables (2001) existen inicialmente muchas áreas candidatas para la concentración de la población; cuáles acaban concentrándola es determinado por pequeñas diferencias iniciales. Son estas primeras ventajas naturales las que generan *segundas ventajas naturales* a través de un proceso que se refuerza a sí mismo y que es decisivo en la explicación de los procesos de concentración de la población y la actividad económica, durante y después del período de industrialización. De esta forma, las *condiciones iniciales* ponen en marcha un proceso que, con el tiempo, tiende a fortalecerse (*self-fulfilling expectations*). El origen de estas ventajas iniciales puede ser muy diverso; ligado a la geografía

(Nueva York), al poder político (Madrid), a la disponibilidad de recursos naturales cercanos (Bilbao) o a *accidentes históricos* algo difusos (Chicago), pero, una vez el proceso de concentración se ha puesto en marcha, parece difícil pararlo por la capacidad de adaptación de las ciudades a las nuevas condiciones tecnológicas (Glaeser 2005b). Cuando unas ventajas comparativas desaparecen, el dinamismo de las ciudades hace que aparezcan otras; de esta forma el futuro de las ciudades está probablemente más ligado al consumo y la provisión de servicios de ocio que a las externalidades ligadas a la producción como en épocas pasadas (Glaeser, Kolko y Saiz 2001), ahora que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación permiten la diversificación de los centros de producción y el propio concepto de urbano necesita una redefinición.

Aunque esta es la visión actualmente predominante en la literatura sobre el desarrollo urbano, es posible examinar multitud de casos en nuestro país en los que estas primeras ventajas naturales no generaron los efectos que sería previsible. Sin remontarnos muy atrás en la historia (siglo xx), y examinando las series municipales homogéneas de Goerlich *et al.* (2006), observamos que seis municipios registran pérdidas de población superiores a los 10.000 habitantes en el período que va de 1900 a 2001: La Unión (Murcia, con 13.938 habitantes de pérdida), Valdés (Asturias, con 11.896), Tineo (Asturias, con 10.756), Fonsagrada (Lugo, con 10.643), Salas (Asturias, con 10.591) y Cuevas de Almanzora (Almería, con 10.086). El predominio de la actividad minera y su geografía (Asturias) es evidente. Los municipios mineros han sido los grandes perdedores del siglo xx en lo que a población se refiere (en términos absolutos), y donde estas primeras ventajas naturales no han llegado a generar segundas ventajas naturales. Son ejemplos, a nivel local, de la llamada *maldición de los recursos naturales* (Sachs y Warner 2001).

Existen abundantes trabajos que tienden a mostrar la importancia de las condiciones iniciales (Pons, López y Montoro 2004; Goerlich y Mas 2009; Ayuda, Collantes y Pinilla 2010a, 2010b), esto es, el hecho de que «la localización actual de la población es en los mismos lugares en los que

ya lo hacía históricamente». Sin embargo, hay suficiente evidencia histórica de que este fenómeno es relativamente reciente y se circunscribe a los siglos xix y xx, es decir, los de la pre y la industrialización, época en la que es posible pensar de algún modo en la existencia de rendimientos crecientes a nivel local; pero, en la sociedad feudal y agraria de los siglos xvi, xvii y quizá xviii, las cosas eran bastante diferentes.

La distribución actual de la población, con su concentración creciente en el litoral y la *isla* de Madrid, comenzó a fraguarse en el último tercio del segundo milenio (Pérez 2004), tras un corto período de hegemonía castellana a mediados del siglo xv (Yun 2002) y que a su vez supuso una ruptura drástica respecto al comienzo del segundo milenio, cuando las ciudades de al-Ándalus, con Córdoba a la cabeza, eran las más pobladas de Europa (Casado 2002).

Las principales ciudades españolas en el período 1500-1800 pueden ser analizadas a partir de la base de datos compilada por De Vries (1984: apéndice 1, 277). Así, por ejemplo, en 1500, cuando la población de España se situaba en torno a los 6,5 millones de personas (McEvedy y Jones 1978: 101), Madrid tenía una población inferior a los 10.000 habitantes, mientras que Barcelona en el mismo año tenía 29.000. La mayor ciudad en dicha fecha era Granada, 70.000 habitantes, y a ella la seguía Valencia, con 40.000. Examinando el período analizado por De Vries (1984), de 1500 a 1800, y otorgando fiabilidad a sus datos, observamos que Bilbao no llega a los 10.000 habitantes hasta 1800, y en dicho año tiene solo 11.000. Ávila tiene 16.000 habitantes en 1550 (los mismos que en la década de los 20) y, en ese mismo año, Burgos tiene alrededor de 22.000, igual que Jaén o Segovia. Murcia muestra una tendencia creciente en su población, que pasa de los 10.000 habitantes en 1500 a los 40.000 en 1800, pero muchas otras ciudades registran la tendencia inversa. Granada muestra una importancia decreciente (en términos absolutos) en el período 1500 a 1800; lo mismo sucede con Ávila o Salamanca en el período 1550 a 1800. Muchas ciudades de importancia para la época (Medina del Campo, Medina de Rioseco, Ocaña, Ronda...) no son hoy más que pequeños pueblos que difícilmente pueden ser

etiquetados de *ciudades*. Durante estos tres siglos el crecimiento estimado de la población española se sitúa en torno a los tres millones de personas (McEvedy y Jones 1978: 101).

Aunque la falta de fuentes estadísticas fiables hace difícil ofrecer estimaciones para períodos anteriores, al menos a nivel de ciudad o sistema urbano, sí se tiene constancia de que, durante la época del califato Omeya de Córdoba (929-1031), las ciudades de al-Ándalus eran las más pobladas de Europa, con la capital, Córdoba, superando los 200.000 habitantes, seguida de Sevilla con algo menos de la mitad (Casado 2002).

En definitiva, todo parece indicar que, al menos para España y con la suficiente perspectiva temporal, la importancia de las condiciones iniciales debe tomarse con cautela a la hora de analizar la distribución de la población y la actividad económica a nivel local, de ciudad o sistema urbano, y que la estructura espacial que observamos en la actualidad es un fenómeno que data de los últimos dos siglos. Este período coincide con la implantación de la moderna estadística demográfica, con abundancia de censos y el desarrollo de las estadísticas del Movimiento Natural de la Población. Esta es la experiencia de un solo país, aunque naturalmente siempre es posible encontrar otros casos diferentes. Por ejemplo, Davis y Weinstein (2002) encuentran que para Japón las primeras ventajas naturales son realmente determinantes desde los tiempos de la Edad de Piedra, que la distribución de tamaños de las ciudades es estable desde que se disponen de datos y robusta a grandes *shocks*, que acaban teniendo un efecto transitorio. Se trata de un ejemplo adicional de lo difícil que es encontrar explicaciones universales del efecto de la geografía sobre la actividad económica y la localización de la población. Quizá el carácter isleño de Japón tenga algo que ver, lo que nos devuelve a la importancia de la geografía.

1.2. ANTECEDENTES ACTUALES

Volviendo a la época actual, ya hemos mencionado que, al contrario de lo que sucede en la tradición americana o canadiense, no existe en nuestro país costumbre en la definición esta-

dística o administrativa de áreas urbanas por parte de las instituciones públicas (Feria 2004). Tampoco el INE ofrece una clasificación de este tipo con carácter oficial y, tal y como se indica en la *Metodología utilizada para la delimitación de las Áreas Urbanas* del Ministerio de Fomento (2011: 2), «la clasificación estadística española determina como urbano “el conjunto de entidades de población con 10.001 o más habitantes”. Sin embargo, esta clasificación enmascara muchas situaciones que no son propiamente urbanas».

Es cierto que el Registro de Entidades Locales del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas contiene determinadas agrupaciones de municipios como, por ejemplo, mancomunidades o áreas metropolitanas, destinadas fundamentalmente a la gestión y provisión de servicios públicos en común. Sin embargo, dichas iniciativas carecen de generalidad y, lo que es más importante desde nuestro punto de vista, las agrupaciones no responden a ningún criterio de tipo geográfico o demográfico, sino que simplemente se trata de un problema de gestión administrativa de determinados servicios públicos, aunque por razones obvias la contigüidad de los municipios suele ser un rasgo característico de este tipo de agrupaciones.

Una aportación importante en la delimitación de áreas urbanas en nuestro país es el *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas en España* del Ministerio de Fomento (2000, 2010, 2011), que tuvo continuidad bajo el antiguo Ministerio de Vivienda (2004, 2006) como expresión editorial del Sistema de Información Urbana, y que actualmente se ofrece en el sitio web del Ministerio de Fomento (2012).

Utilizando, por razones de comparabilidad, la edición del *Atlas* de 2006, el Ministerio divide el territorio nacional en tres tipos de ámbitos, en función de su relación con el fenómeno urbano. Estos ámbitos son los siguientes:

1. *Grandes áreas urbanas*: se delimitan un total de 83 áreas mayores de 50.000 habitantes,⁵

ya sean uni o plurimunicipales, que agrupan un total de 744 municipios. De estas 83 grandes áreas urbanas, 19 abarcan un solo término municipal, mientras que las 64 restantes están compuestas por varios municipios. El área de Barcelona es la que mayor número de municipios engloba, 165, acogiendo una población de 4,84 millones de personas; bastante inferior a la que acoge Madrid, 5,64 millones de habitantes, incorporando solamente 52 municipios.

2. *Pequeñas áreas urbanas*: todas ellas son unimunicipales, y en las que se distinguen dos subestratos:

2.1 *Municipios entre los 20.000 y los 50.000 habitantes*, no incluidos en el ámbito de grandes áreas urbanas. Son un total de 108 municipios que la metodología etiqueta directamente como *ciudades*.

2.2 *Municipios urbanos entre los 5.000 y los 20.000 habitantes* que son sometidos a una serie de filtros para su consideración definitiva como urbanos.

Estos filtros son básicamente: a) un tamaño mínimo de 10.000 habitantes para la población que vive en núcleo, b) una tendencia demográfica no negativa en las últimas décadas, c) la estructura de población activa por sectores económicos y d) la aplicación de un indicador de potencial de acogida de población flotante estacional para incorporar municipios turísticos.

En conjunto, estos dos subestratos representan 310 municipios que forman las pequeñas áreas urbanas.

3. *Áreas no urbanas*: el resto de municipios, un total de 7.056 municipios que representan el 87% del total, acogen al 19,3% de la población y representan el 79,8% de

⁵ Aunque se permiten tres excepciones correspondientes a tres capitales de provincia: Huesca, Soria y Teruel,

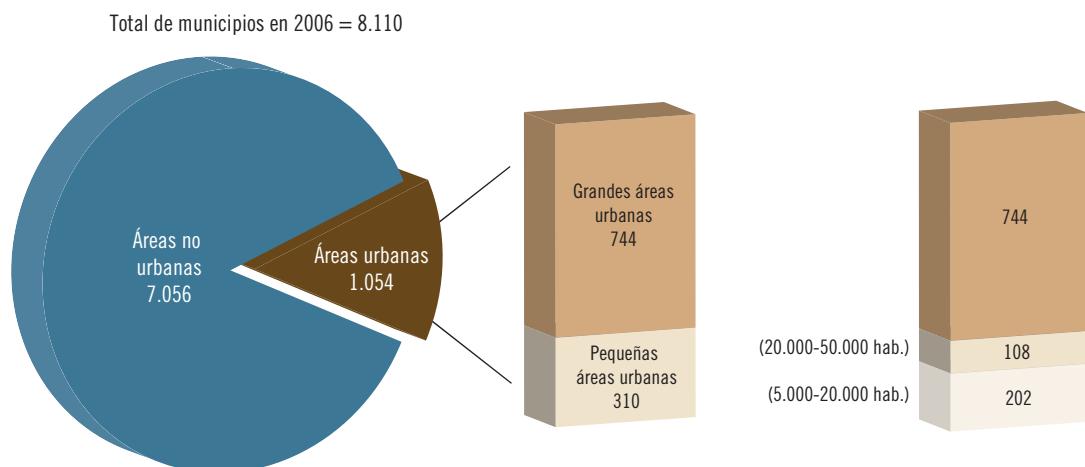
que no alcanzan dicha cifra en el padrón de 2006.

la superficie. El *Atlas* no identifica estas áreas como rurales, aunque una tipología urbana exhaustiva del territorio debería ser consistente entre las clasificaciones urbanas y rurales.

Así pues, el conjunto de ámbitos urbanos estaría compuesto por 1.054 municipios, es decir, un 13% del total, en el que habita el 80,7% de la población, 36,09 millones de personas, y ocupan una superficie que representa el 20,2% del total. Algo más de un tercio de estos municipios, 395, tienen una población inferior a los 10.000 habitantes; si bien la mayor parte de ellos, 366, pertenecen a las grandes áreas urbanas. Y algo menos de un tercio, 320, tienen una densidad de población inferior a los 150 habitantes por kilómetro cuadrado. El gráfico 1.1 ilustra esquemáticamente la composición de estas áreas urbanas y el mapa 1.3 las representa sobre un mapa.⁶

Desde nuestro punto de vista las características más notables que debemos resaltar sobre la metodología para la determinación de las áreas urbanas son dos: *a*) que el punto de partida es la división administrativa municipal, si bien para el rango inferior de las áreas se tiene en cuenta el tamaño de los núcleos del municipio, y *b*) que la demografía desempeña un papel básico pero no de forma única. Otros aspectos, como las tendencias recientes, la estructura sectorial de la población activa y el potencial de acogida de población flotante, desempeñan un determinado papel, aunque sea solo para las áreas más pequeñas.

La metodología ofrece una clara preferencia por el tamaño poblacional como criterio básico de consideración de lo urbano. Así, todos los municipios entre los 20.000 y los 50.000 habitantes son incluidos en áreas urbanas, independientemente de su densidad o de sus tendencias demográficas.



Resultado de la aplicación de los filtros para la selección de municipios de entre 5.000 y 20.000 habitantes

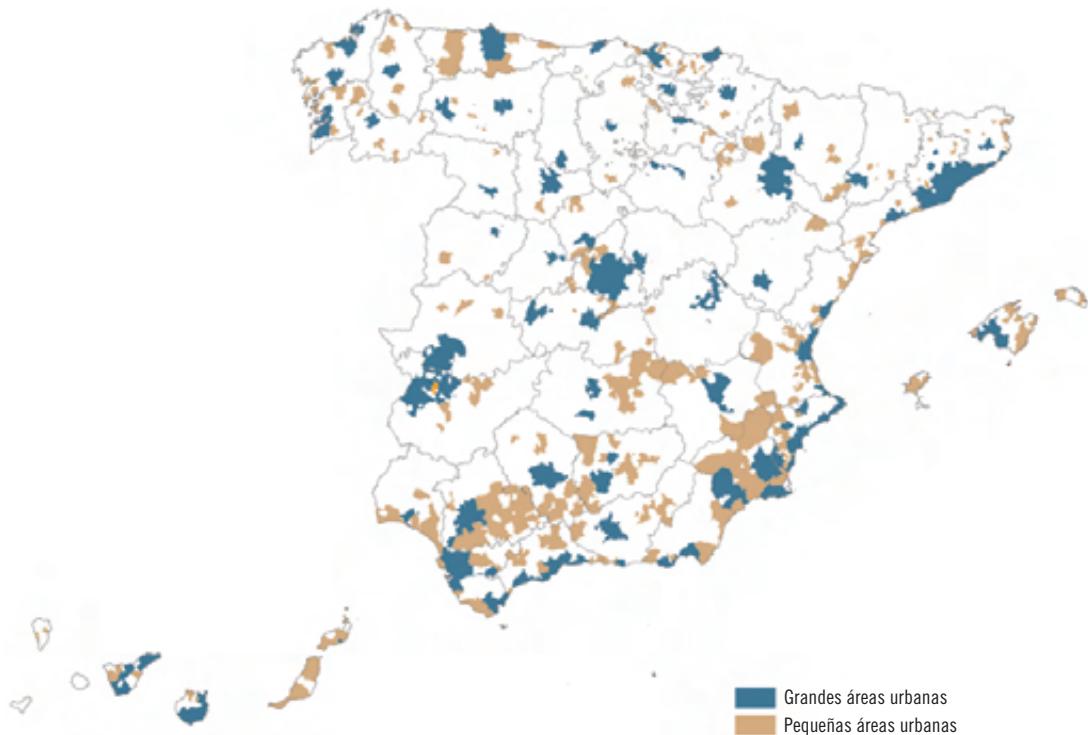
Total municipios 5.000-20.000 no incluidos en el ámbito de las grandes áreas urbanas:	640
1.º Filtro. Población del núcleo < 10.000 hab.	-447
2.º Filtro. Tendencia demográfica negativa	-35
3.º Filtro. Proporción de población activa	-78
Potencial de acogida	+122
Conjunto final de municipios de más de 5.000 habitantes incluidos en las áreas urbanas	202

Gráfico 1.1 Distribución de los municipios en ámbitos urbanos en 2006

Fuente: Ministerio de Vivienda (2006).

⁶ Utilizando el último atlas disponible (Ministerio de Fomento 2011), correspondiente a los datos del padrón de habitantes de 2011, el conjunto de áreas urbanas está constituido por 1.073 municipios, el 13,3% del total, de los que 748

pertenecen a las grandes áreas urbanas y 325 a las pequeñas áreas urbanas. Su población representa el 81,3% del total nacional y la superficie que ocupa el 20,6% del total.



Mapa 1.3 Áreas urbanas del Atlas Estadístico de Áreas Urbanas (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Vivienda (2006).

Los filtros selectivos de municipios urbanos solo operan para los que se sitúan en el rango inferior de tamaños, entre los 5.000 y los 20.000 habitantes. Por otra parte, aunque para las grandes áreas urbanas se establece un umbral mínimo de tamaño municipal de 50.000 habitantes, no quedan claros los criterios para agrupar municipios dentro de una misma área o para que permanezcan aislados. Así, por ejemplo, encontramos casos de grandes áreas urbanas contiguas que se mantienen separadas en la clasificación; por ejemplo, el caso de las áreas de Murcia y Orihuela que se ilustra en el mapa 1.4. Incluso dentro de una misma provincia hay grandes áreas urbanas que permanecen separadas en la codificación. El caso del litoral alicantino proporciona un buen ejemplo, también visible en el mapa 1.4. La práctica totalidad de los municipios de la costa de esta provincia están integrados en diferentes grandes áreas urbanas; de sur a norte encontramos las áreas de Orihuela, Torrevieja, Alicante/Elche, Costa Blanca y Denia/

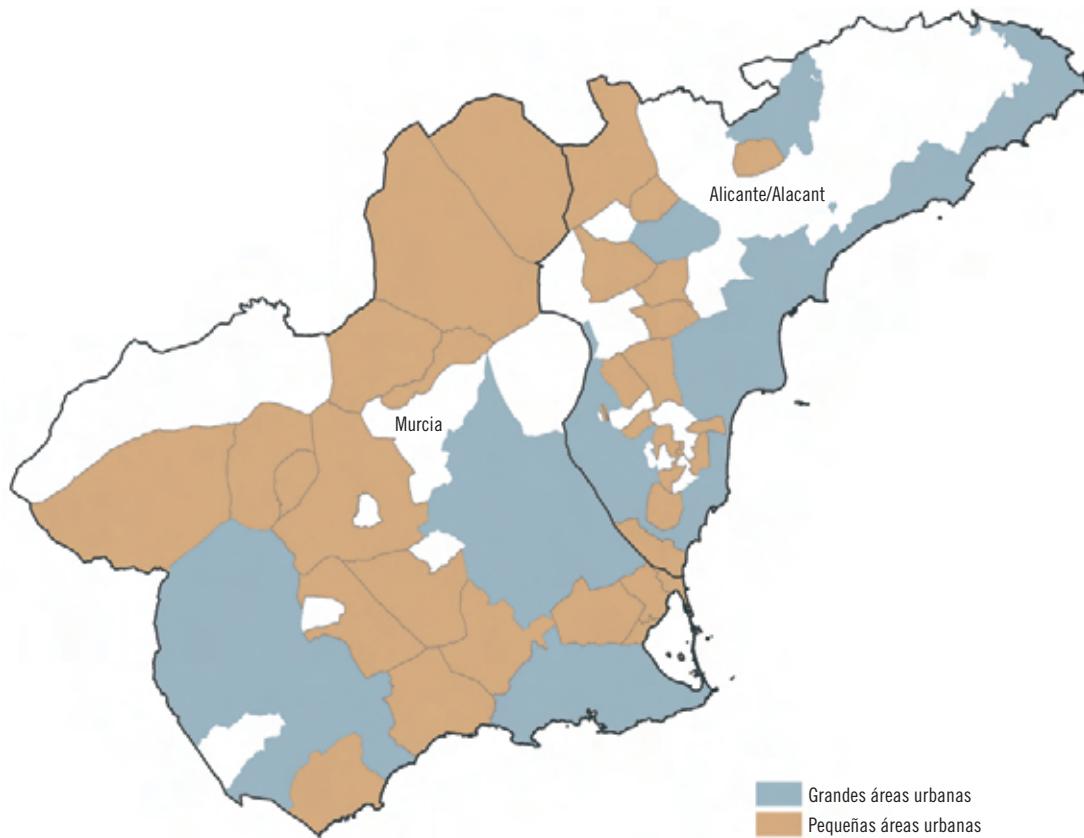
Jávea, que a su vez presenta contigüidad con el área de Gandía, ya en la provincia de Valencia. Los criterios de delimitación en estos casos son, cuando menos, discutibles y, en cualquier caso, la metodología es silenciosa al respecto.

Al margen de esta iniciativa desde las instituciones, merece la pena señalar una iniciativa individual de determinación de áreas urbanas a partir de la aplicación de la metodología seguida en Canadá (Statistics Canada 2002) convenientemente adaptada a la realidad de nuestro país y a las estadísticas demográficas españolas: el proyecto Áreas Urbanas de España (AUDES [Ruiz 2012]).⁷

El objetivo es establecer un listado de áreas urbanas y conceptos relacionados a partir de una metodología clara, explícita y replicable. El método parte de las *entidades singulares* (ES) del nomenclátor de unidades poblacionales que tienen al menos 1.000 habitantes; a partir de ellas

⁷ Toda la información y resultados de dicho proyecto puede consultarse en el sitio web del proyecto

AUDES (Ruiz 2012).



Mapa 1.4 Áreas urbanas de Alicante y Murcia. Atlas Estadístico de Áreas Urbanas (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Vivienda (2006).

se forman núcleos urbanos mediante criterios de contigüidad (estar separados menos de 200 metros) y tamaño poblacional (al menos 10.000 habitantes). Obsérvese que un núcleo urbano puede pertenecer a dos o más municipios, ya que el punto de partida son las ES, que no tienen lindes asignados, y no los términos municipales.

La identificación de los municipios que contienen a los núcleos urbanos y la determinación del área de influencia sobre los municipios circundantes, mediante el análisis de los traslados diarios intermunicipales por motivos de trabajo o estudio (*commuting*), acaba determinando la configuración de las áreas urbanas en términos de los municipios que las componen.

Por tanto, el objetivo final es ofrecer un listado de *áreas urbanas* mediante una serie de reglas, de implementación automática, que conjuga básicamente *dos tipos de criterios*:

1. *Morfológicos*, es decir, ligados a la geografía: contigüidad de los núcleos, urbanización del territorio circundante, entre otros.

2. *Funcionales*, ligados a la movilidad demográfica (el espacio del área urbana debe servir a sus residentes para funciones comunes): los residentes del área deben realizar la mayor parte de sus funciones cotidianas (estudio, trabajo, ocio...), dentro del radio de acción de los municipios que contienen los núcleos urbanos.

Para los criterios morfológicos se utiliza la información del nomenclátor geográfico de municipios y entidades de población del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), como fuente para la geolocalización de las ES, y *CORINE Land Cover 2006*, para aplicar los criterios de contigüidad a la hora de determinar los núcleos urbanos.

Para los criterios funcionales se utilizan los datos de traslados diarios intermunicipales del censo de 2001, únicos disponibles a nivel nacional para este ámbito geográfico hasta la publicación de los datos del próximo censo, 2011.

El proyecto sigue actualizándose en el sitio web del autor (Ruiz 2012), pero también ofrece información histórica y de ediciones pasadas. Utilizando los datos del padrón de 2006, el proyecto AUDES identifica 263 áreas urbanas, de las cuales 142 son unimunicipales y el resto, 121, engloban más de un municipio.⁸ En conjunto, estas 263 áreas urbanas están compuestas por 1.059 municipios, es decir, un 13,1% del total, en el que habita el 76,6% de la población, 34,23 millones de personas, y ocupan una superficie que representa el 17,5% del total. La mitad de estos municipios,

547, tienen una población inferior a los 10.000 habitantes. Y algo más de un tercio, 389, tienen una densidad de población inferior a los 150 habitantes por kilómetro cuadrado. El mapa 1.5 representa las áreas urbanas delimitadas por el proyecto AUDES.

Desde nuestro punto de vista las características más notables del proyecto AUDES son las siguientes: *a*) el punto de partida no es la división administrativa municipal, sino las entidades singulares del nomenclátor de unidades poblacionales aunque, una vez determinados los núcleos urbanos, pasamos de forma inmediata al nivel municipal; *b*) el algoritmo de identificación de áreas urbanas pretende ser automático, y conjuga de forma apropiada *aspectos morfológicos*, ligados a la contigüidad de los núcleos, y *aspectos funcionales*, ligados a la movilidad intradía de la población. De



Mapa 1.5 Áreas urbanas del proyecto AUDES (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del proyecto AUDES (Ruiz 2012).

⁸ En realidad, según se desprende de la información en el sitio web, estas son las áreas urbanas referidas a 2011 pero con la población del padrón de 2006 ya que, aunque la información se actualiza anualmente, esta

actualización hace referencia a la población a partir de las áreas urbanas estimadas con la última información demográfica disponible.

esta forma se trata de hacer la distinción entre el *núcleo urbano (urban core)* y su *zona de influencia (hinterland)*, que trata de recoger la nueva metodología de la OCDE en la redefinición de lo urbano (OCDE 2012a); c) más allá de los aspectos morfológicos, ligados fundamentalmente a la contigüidad de los núcleos urbanos, la metodología se centra en información puramente demográfica, y donde los criterios de inclusión vienen determinados por umbrales mínimos de población: 1.000 para las ES, 10.000 para los núcleos urbanos y 20.000 para las áreas urbanas.

En el ámbito europeo dos son los antecedentes que merecen ser resaltados, ambos desde las instituciones comunitarias. Por una parte, Eurostat, junto con la Dirección General de Política Regional y Urbana de la Comisión Europea (Poelman 2011) y en colaboración con la OCDE (2012a), está acometiendo un proceso de revisión de las tipologías rural/urbana que sean consistentes entre sí, a diversos niveles de agregación geográfica y que al mismo tiempo no dependa de los lindes administrativos, que era una de las cuestiones más problemáticas con la metodología inicial de la OCDE (1994, 2010b) basada en densidades.

La metodología parte de la disponibilidad de una *grid* de población con resolución de 1 kilómetro cuadrado. Esto es lo que permite abstractarse de los lindes administrativos, y es una de las razones por las que Eurostat ha dedicado un importante volumen de recursos a la elaboración de estadísticas demográficas en este sistema zonal.⁹ Dada esta información de base, cualquier tipología rural/urbana está armonizada en torno a tres conceptos fundamentales:

- *Celdas de población rurales*: celdas fuera de las aglomeraciones urbanas. Estas celdas pueden estar habitadas o no.
- *Aglomeraciones urbanas (urban clusters)*: aglomeraciones de celdas contiguas, incluyendo las diagonales, con una densidad mínima de 300 habitantes por kilómetro cuadrado y un umbral mínimo de población de 5.000 habitantes.

cuadrado y un umbral mínimo de población de 5.000 habitantes.

- *Centros urbanos o aglomeraciones urbanas de alta densidad (urban centers o high density clusters)*: aglomeraciones de celdas contiguas, excluyendo las diagonales pero rellenando los huecos y suavizando los contornos, con una densidad mínima de 1.500 habitantes por kilómetro cuadrado y un umbral mínimo de población de 50.000 habitantes.

Así pues, los criterios de clasificación de una celda combinan densidades y tamaños mínimos de la aglomeración, pero, dado que las cifras de población son independientes de los lindes administrativos, estas densidades no dependen del tamaño de las unidades geográficas de partida. Por la misma razón, las aglomeraciones urbanas no definen directamente municipios o regiones rurales o urbanas, ni áreas metropolitanas compuestas por un número dado de municipios.¹⁰ Si esta correspondencia es necesaria, para una mejor identificación de las aglomeraciones de población con los centros de decisión política a nivel local, debe hacerse en una segunda etapa.

Obsérvese que solo la partición entre celdas rurales y aglomeraciones urbanas es exhaustiva y mutuamente excluyente, y que los centros urbanos no son un subconjunto de las aglomeraciones urbanas, sino que se definen de forma independiente a ellas. La exclusión de las diagonales en la definición de las aglomeraciones urbanas de alta densidad permite la identificación de un número mayor de centros urbanos.

A partir de las definiciones anteriores Eurostat ha redefinido las tipologías rural/urbana a nivel regional (Eurostat 2010) y municipal (Eurostat 2011, 2012a, 2012b). Al mismo tiempo está en proceso de redefinición el conjunto de ciudades del proyecto *Urban Audit* de Eurostat y la definición de las áreas metropolitanas (*larger urban zones*, LUZ), añadiendo información adicional sobre la movilidad intradía (*commuting*), como combina-

⁹ La actual *grid* de población europea compilada por Eurostat, con referencia 2006 hasta la publicación de los datos del censo de 2011, es pública, y puede descargarse gratuitamente de su sitio web (Eurostat 2012c).

¹⁰ Las aglomeraciones urbanas, a que da lugar la *grid* de población de Eurostat para 2006, pueden descargarse de la misma URL en la que está la *grid*, y cuyo enlace se ofrece en la bibliografía (Eurostat 2012c).

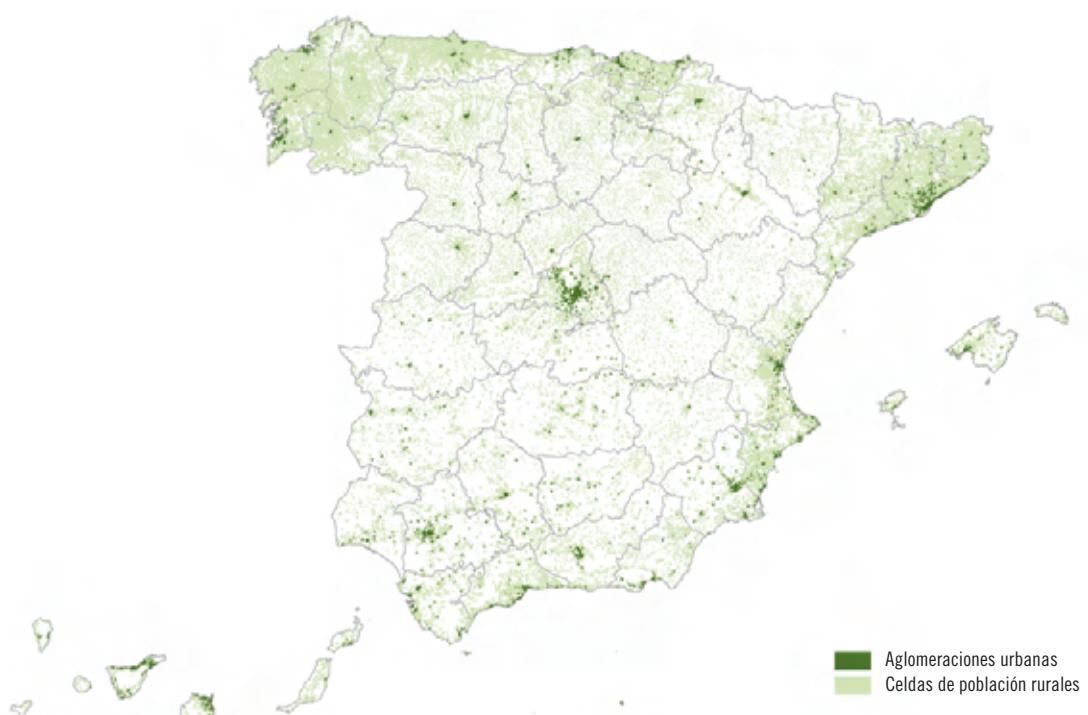
ciones entre una ciudad y su área de influencia (*hinterland*). Estas áreas son objeto de atención especial al generarse para ellas información sobre coberturas del suelo de alta resolución dentro del proyecto europeo *Urban Atlas* de la Agencia Europea del Medio Ambiente, dada la atención especial que la Comisión Europea (2011) presta a la calidad de vida en las ciudades. Finalmente, también está prevista la definición de regiones metropolitanas a nivel europeo, como aproximaciones a nivel provincial de las áreas metropolitanas definidas a nivel de municipio, todo ello a partir de las definiciones anteriores.

El mapa 1.6 muestra las zonas rurales habitadas y las aglomeraciones urbanas construidas a partir de la *grid* de población de Goerlich y Cantarino (2012) para 2006. Según estas estimaciones, el 79,5% de la población vive en aglomeraciones urbanas, 35,56 millones de personas, y el resto, el 20,5% de la población, en zonas rurales, 9,15 millones de personas. La impresión visual que ofrece este mapa es radicalmente diferente a los anteriores, porque tan solo el 18,5% de la celdas

que forman la *grid* están habitadas y la visualización no se hace a partir de términos municipales, sino a partir de celdas de 1 kilómetro cuadrado. Por su parte el mapa 1.7 muestra los centros urbanos que, a pesar de su reducida dimensión, albergan a la mitad de la población, el 49,8%, es decir, a 22,26 millones de residentes.

Naturalmente, si lo que queremos es estudiar el grado de urbanización de las unidades administrativas de un país, necesitamos un criterio que transforme la información de la *grid*, mostrada en los mapas 1.6 y 1.7, en una clasificación a nivel regional o municipal.

En este sentido el mapa 1.8 sitúa los centros urbanos del mapa 1.7 sobre los municipios que soportan dichas aglomeraciones de población, es decir, aquellos municipios con los que tienen intersección no nula. Se observa claramente cómo la definición de los procesos de urbanización a partir de lindes municipales puede distorsionar la realidad, ya que los centros urbanos de mayor tamaño no coinciden con los términos municipales



Mapa 1.6 Celdas de población rurales y aglomeraciones urbanas a partir de una *grid* de población de 1 km² (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Goerlich y Cantarino (2012).



Mapa 1.7 Centros urbanos o aglomeraciones urbanas de alta densidad a partir de una *grid* de población de 1 km² (2006)
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Goerlich y Cantarino (2012).



Mapa 1.8 Centros urbanos o aglomeraciones urbanas de alta densidad a partir de una *grid* de población de 1 km² y municipios que los soportan (2006)
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Goerlich y Cantarino (2012).

más grandes, al mismo tiempo que permite apreciar la reducida dimensión de los centros urbanos y, en consecuencia, la elevada concentración de la población. Recuérdese que cada centro urbano representado en los mapas 1.7 y 1.8 tiene al menos 50.000 habitantes y que hay en las mismas 105 centros urbanos (Goerlich y Cantarino 2013a).

El mapa 1.9 muestra la aplicación de los criterios de Eurostat (2012a, 2012b) a nivel municipal, y que clasifica un municipio como rural o área poco poblada si al menos el 50% de su población vive en celdas rurales, ciudad o área densamente poblada si al menos el 50% de su población vive en centros; e intermedio o pequeña área urbana en caso contrario.¹¹ Por su parte, el mapa 1.10 muestra la aplicación de los criterios de Eurostat (2010) a nivel provincial, o NUTS 3 en nomenclatura europea (*Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques*, NUTS [Eurostat 2007]); y que clasifica una región como: predominantemente rural si al menos el 50% de su población vive en zonas rurales; predominantemente urbana si al menos el 80% de su población vive en aglomeraciones urbanas; e intermedia en caso contrario, es decir cuando el porcentaje de la población que vive en aglomeraciones urbanas se encuentra entre el 50% y el 80% (o el porcentaje de población que vive en zonas rurales se encuentra entre el 20% y el 50%).¹² Estos mapas son más comparables, visualmente, con los mostrados hasta ahora.

Desde nuestro punto de vista las características más relevantes de la actual metodología de Eurostat son tres: *a*) su abstracción inicial de la división administrativa de territorio, lo que requiere necesariamente estadísticas demográficas recopiladas en formatos flexibles que permitan diferentes criterios de agregación; *b*) su exhaustividad entre diferentes tipologías rural/urbana y

su consistencia a distintos niveles de agregación geográfica (así, por ejemplo, a nivel nacional o regional, la población de las ciudades de *Urban Audit* coincidirá con la población de las áreas densamente pobladas a nivel municipal); y *c*) la demografía desempeña un papel prácticamente exclusivo, salvo por la consideración de la movilidad intradía, en la definición de las áreas metropolitanas.

En este sentido la actual propuesta de cuantificación de la urbanización de Eurostat deja al margen otras consideraciones que pueden ser importantes, ligadas a la actividad económica, las coberturas del suelo o la accesibilidad de infraestructuras y servicios públicos. Muchos de estos aspectos están empezando a ser considerados por las instituciones, sobre todo en el contexto de las tipologías rurales (Vard, Willems y Peters 2005; Jonard *et al.* 2007; Dijkstra y Poelman 2008; Jonard *et al.* 2009; Brezzi, Dijkstra y Ruiz 2011), pero estas consideraciones están de momento ausentes en la práctica actual de Eurostat.

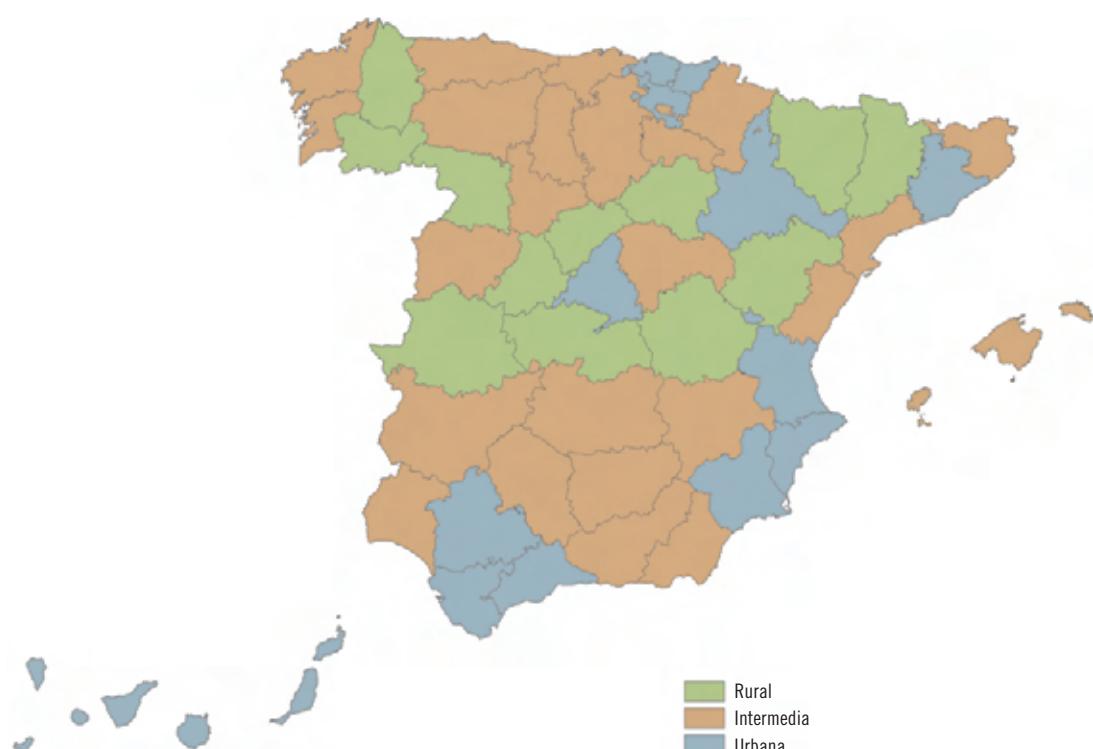
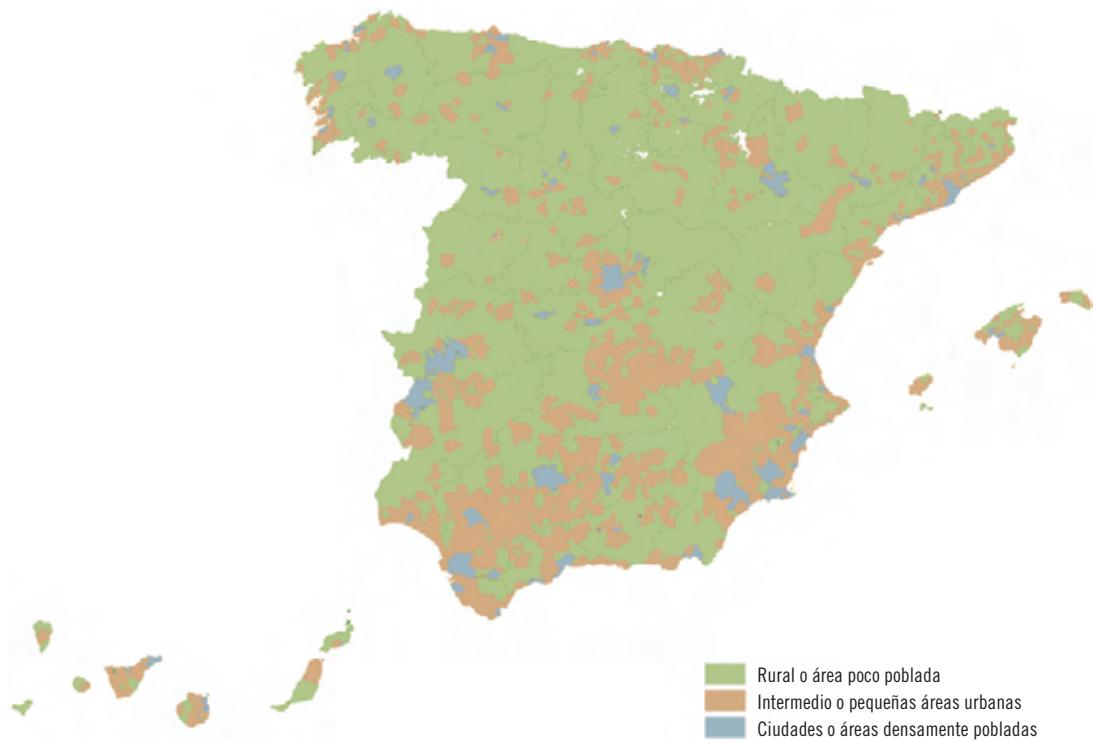
La segunda iniciativa en el ámbito europeo, y que constituye el precedente directo del enfoque adoptado en este trabajo, son las denominadas zonas de morfología urbana (*urban morphological zones*, UMZ), construidas por la AEMA a partir de la información sobre coberturas del suelo proporcionada por *CORINE Land Cover* (Simon, Fons y Milego 2010) y cuya información puede descargarse directamente del sitio web de la AEMA (2012a).

Al contrario que el resto de clasificaciones urbanas, esta iniciativa trata de cuantificar el grado de urbanización, no a partir de la demografía, sino a partir de la intervención del hombre sobre su entorno (ESPON [Bengs y Schmidt-Thomé 2007]). El punto de partida no son pues las estadísticas demográficas, sino las bases de datos

¹¹ Una redefinición del concepto de ciudad a partir de la determinación de los centros urbanos en una *grid* de población y su relación en el ámbito municipal puede verse en Goerlich y Cantarino (2013a).

¹² Esta clasificación es muy similar en espíritu a la de la OCDE (1994, 2010b) basada en densidades de población, pero se abstrae del problema generado por la

heterogeneidad en el tamaño de los lindes municipales necesarios para calcular las densidades de población; y también permite finalmente que regiones inicialmente rurales o intermedias pasen a una tipología intermedia o urbana en función del tamaño de los centros urbanos que albergan y su porcentaje sobre la población provincial (Eurostat 2010; Cantarino, Goerlich y Reig 2013).



sobre coberturas y usos del suelo; las relaciones con la demografía, al igual que la correspondencia con la división administrativa y política del territorio, serán examinadas a posteriori, pero no forman parte del método para delimitar el grado de urbanización.

Las UMZ construidas por la AEMA serán descritas con detalle en el capítulo 3 y, por tanto, posponemos hasta entonces la discusión sobre las mismas. Nuestro ejercicio refina la metodología adoptada por la AEMA a partir de una base de datos de coberturas del suelo de ámbito nacio-

nal, el Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE). La elevada resolución de esta base de datos, así como la propia organización de la información sobre coberturas del suelo, permite una gran precisión y el estudio detallado de las coberturas dentro de cada UMZ. La *grid* de población de Goerlich y Cantarino (2012) permitirá asignar población residente a estas áreas urbanas y, en consecuencia, comparar los resultados obtenidos con otros criterios de urbanización más convencionales basados en criterios demográficos. El resultado de este ejercicio se mostrará en el capítulo 4.

2

La información de base

2.1. COBERTURAS DEL SUELO: SIOSE

Como ya hemos indicado, la elaboración de UMZ se realiza, única y exclusivamente, a partir de información sobre coberturas del suelo. Utilizamos para ello la base de datos del SIOSE del Instituto Geográfico Nacional (ETN SIOSE 2012), elaborada fundamentalmente con información del año 2005, SIOSE2005. Dicha información puede ser descargada de forma gratuita del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) dependiente del IGN.

El SIOSE se enmarca dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio en España (PNOT), dirigido y coordinado por el IGN-CNIG con el objetivo de integrar información de las bases de datos de ocupación del suelo existentes en las comunidades autónomas y en la Administración General del Estado.

La disponibilidad de una única versión de la base de datos, SIOSE2005, determina nuestra fecha de referencia para la generación de las UMZ, UMZ2005. La siguiente versión del SIOSE está prevista que aparezca a lo largo de 2013 con fecha de referencia 2009, SIOSE2009. Las rutinas generadas a lo largo de este trabajo permitirán actualizar la información generada a una nueva versión de la base de datos si esta no sufre cambios metodológicos de importancia.

¹³ La población no es, sin embargo, un elemento fijo del paisaje y, por tanto, sería deseable modelizar su movilidad en un contexto de *grids*, en la misma forma que se modeliza su movilidad entre unidades administrativas.

El capítulo 4 se destina a dar una visión general de esta novedosa y potente fuente de información sobre coberturas del suelo en España y presenta la metodología para la generación de una nomenclatura jerárquica para SIOSE, que está ausente en la base de datos original. Los apéndices 2 y 3 ofrecen una descripción técnica más detallada.

El mapa 2.1 muestra un mapa del SIOSE2005 utilizando el primer nivel de la nomenclatura jerárquica derivada en el capítulo 4.

2.2. POBLACIÓN RESIDENTE: UNA *GRID* DE POBLACIÓN

La población de las UMZ es asignada en el capítulo 5 a partir de la *grid* de población de Goerlich y Cantarino (2012) con resolución de 1 kilómetro cuadrado y fecha de referencia 2006. El origen de la información demográfica es el padrón de habitantes, si bien la desagregación espacial a formato de *grid* parte de las *secciones censales* y utiliza como información auxiliar las coberturas del suelo. El criterio de población adoptado es pues el de residencia, o lo que se conoce como población nocturna, frente a la distribución de la población en los lugares de trabajo o población diurna (Hofstetter 2011).¹³

Estos modelos de *grid* espacio-temporales, están actualmente en desarrollo (Bhaduri *et al.* 2007; Martin 2010; Bright y Bhaduri 2010).



Mapa 2.1 SIOSE2005. Nomenclatura jerárquica - Nivel 1

Nota: La representación corresponde al nivel 1 de la nomenclatura jerárquica del SIOSE2005, MJS2005 (cuadro A.3.2), aunque las superficies se corresponden con las de la base de datos original al primer dígito de las coberturas simples del SIOSE2005, por considerarse estas más precisas (cuadro A.2.1).

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012).

El mapa 2.2 muestra la distribución de la población sobre el territorio en este formato y algunos de sus estadísticos asociados. La *grid* recoge la totalidad de la población del padrón, 44.708.964 habitantes. Según nuestras estimaciones, algo menos del 20% del territorio nacional está habitado con población residente, ya que las celdas habitadas son algo menos de 100.000, exactamente 94.916 celdas.

La densidad de población es de 89 habitantes por kilómetro cuadrado para el conjunto del territorio nacional, pero la densidad por kilómetro cuadrado habitado es notablemente superior, 471 habitantes/kilómetro cuadrado. La celda con mayor población supera los 50.000 habitantes.

2.3. OTRA INFORMACIÓN UTILIZADA EN EL TRABAJO

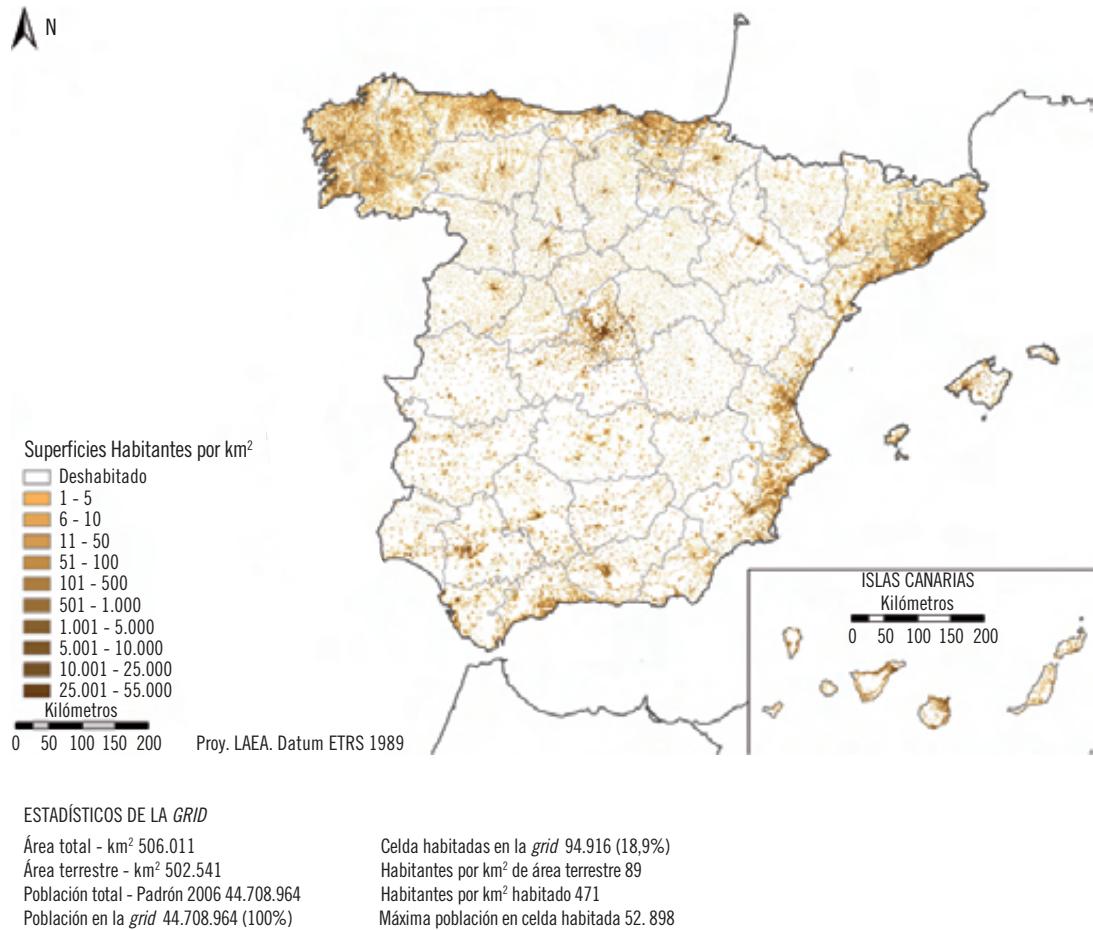
Al margen de la información sobre coberturas del suelo del SIOSE2005 y de la *grid* de población

residente, el trabajo utiliza otras informaciones procedentes de diversas fuentes.

El capítulo 3 utiliza la base de datos de coberturas del suelo *CORINE Land Cover* para 2006 (CLC2006). Dicha información procede del Centro de Descargas del CNIG (2012), en formato vectorial, y se describe con más detalle en dicho capítulo y en el apéndice 1. La información sobre superficies venía como atributo en el fichero descargado, aunque fueron recalculadas por las razones que se explican más adelante. El mapa 2.3 muestra un mapa de CLC2006 al primer nivel de su nomenclatura, y es comparable con el mapa del SIOSE2005 del mapa 2.1.

En el mismo capítulo también se utilizan las UMZ derivadas de CLC2006. Dicha información procede, en formato vectorial, del sitio web de la AEMA (2012a).

La cartografía utilizada en los mapas que incluyen contornos administrativos procede de la base de



Mapa 2.2 Grid de población. Padrón municipal (2006)

Nota: El área total se obtiene de ArcGIS 9.3 a partir del fichero de líneas de límite municipales del IGN (mayo de 2011), originalmente en coordenadas geográficas, WGS84 para Canarias y ETRS89 para el resto, y proyección LAEA. El área terrestre deduce del área total la superficie de Cobertura de Agua (500) del SIOSE2005, de acuerdo con las recomendaciones de Eurostat.

Fuente: Elaboración propia a partir de Goerlich y Cantarino (2012).

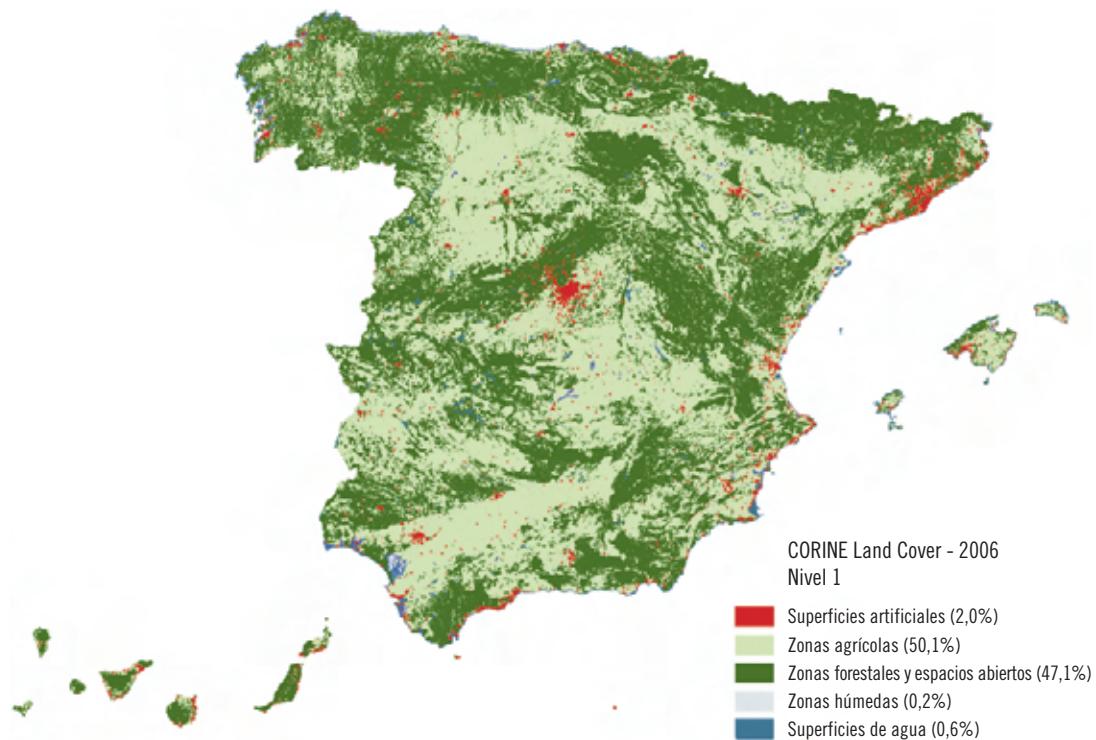
datos de líneas de límite municipales del IGN.¹⁴ Cuando se requirieron contornos regionales o nacionales, estos se obtuvieron por agregación de los municipios, con o sin los territorios mancomunados, según fuera el caso.

En ocasiones, para ciertos cálculos, se necesita un fichero vectorial con la grid de referencia. Dicha información procede del sitio web del European Forum for Geostatistics (EFGS), por motivos de homogeneidad con Europa. El apéndice 4 ofrece detalles técnicos sobre sistemas de referencia geográfica que son de utilidad en nuestro contexto.

El trabajo utiliza cálculos sobre superficies en diferentes partes, muchas veces implícitas en el cálculo de densidades de población. Por las razones que se exponen en el apéndice 4, este no es un tema trivial cuando tratamos con datos geográficos y requiere ser específico acerca de la fuente de información y homogeneidad en el tratamiento de la información. Las superficies calculadas por nosotros son realizadas siempre a partir del sistema de referencia geodésico ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*) y proyección LAEA (*Lambert azimuthal equal area*) con ArcMap™ de ArcGIS Desktop 9.3 (Service Pack 1)

¹⁴ Versión de mayo de 2011, convenientemente ajustada

a nuestra fecha de referencia.



Mapa 2.3 CLC2006

Fuente: Elaboración propia a partir de IGN (2010b).

de ESRI®. Al igual que sucede con CLC2006, los ficheros originales del SIOSE2005 contienen la superficie de los polígonos, que fue la que utilizamos siempre que nos referimos a esta base de

datos. También las superficies calculadas para la nomenclatura jerárquica utilizarán las superficies originales SIOSE, siguiendo el procedimiento que se explicará en el capítulo 4.

3

Obtención de zonas de morfología urbana a partir de *CORINE Land Cover*

3.1. EL PROYECTO *CORINE LAND COVER*

El programa *CORINE* (*Coordination of Information on the Environment*) fue establecido por la Comisión Europea en 1985 (CE/338/85) con el objetivo de recopilar, coordinar y homogeneizar la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales a nivel europeo. De esta forma el proyecto *CORINE Land Cover* (CLC) tiene como objetivo fundamental la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre coberturas, y parcialmente sobre usos, del suelo mediante la interpretación de imágenes recogidas por satélite. La finalidad última del proyecto es estudiar las relaciones entre el hombre y su entorno, con el fin de promover un desarrollo sostenible.

CLC es una base de datos de coberturas del suelo de tipo jerárquico, que divide el territorio en polígonos relativamente homogéneos según determinados criterios (Bossard, Feranec y Otañel 2000; Büttner, Feranec y Jaffrain 2006), y les asigna una cobertura única de un total de 44 clases al máximo nivel de desagregación, considerándose hasta tres niveles. Hasta el momento existen tres versiones que corresponden a 1990, 2000 y 2006, estando en la actualidad en producción la versión de 2012. El cuadro 3.1 ofrece el listado de las 44 clases de coberturas consideradas y la superficie que ocupan a nivel nacional, en términos absolutos y relativos, para

la versión de CLC del año 2006, CLC2006.¹⁵ El apéndice 1 ofrece información más detallada sobre aspectos técnicos de CLC.

Desde el punto de vista de este trabajo dos son las consideraciones de interés en cuanto a la estructura de CLC. Por una parte, se trata de una base de datos jerárquica, es decir, dada una partición exhaustiva del territorio nacional en polígonos, a cada uno de dichos polígonos se le atribuye una cobertura del listado del cuadro 3.1 según una serie de reglas de fotointerpretación de imágenes. Dichas reglas tienden a clasificar el polígono en función de la cobertura dominante y, en consecuencia, las superficies del cuadro 3.1 son aproximadas. Así, por ejemplo, las superficies artificiales son infraestimadas en lugares donde presentan baja densidad, como las agrícolas y forestales, donde la densidad de edificaciones es pequeña.

Por otra parte, un elemento crítico en la manipulación de las bases de datos geográficas sobre coberturas del suelo es la denominada unidad mínima cartografiable (*minimum mapping unit*, MMU), esto es, el tamaño mínimo del polígono para ser representado o, visto de otra forma, la resolución de la información. La MMU determina, en cierta forma, hasta dónde podemos llegar en ejercicios de desagregación espacial de la información, y sería equivalente a la frecuencia de los datos en el análisis de series temporales: datos anuales,

¹⁵ Las superficies del cuadro 3.1 no coinciden exactamente con las del cuadro A.1.2 del apéndice 1 porque las que allí figuran corresponden al fichero original de distribución por parte del IGN. Dicho fichero contiene un *buffer* respecto al contorno nacional y las superficies se toman

directamente de la base de datos. Por el contrario, las superficies del cuadro 3.1 proceden del recorte del fichero original mediante el fichero de líneas de límite municipales del IGN y la reproyección de dicho fichero a ETRS89-LAEA (apéndice 4).

CUADRO 3.1: Superficies de las coberturas de *CORINE Land Cover 2006* al nivel 3

	Coberturas CLC-nivel 3	Km ²	Porcentaje
1. Superficies artificiales		10.087	1,99
1.1. <i>Zonas urbanas</i>		6.290	1,24
1.1.1. Tejido urbano continuo		2.919	0,58
1.1.2. Tejido urbano discontinuo		3.371	0,67
1.2. <i>Zonas industriales, comerciales y de transportes</i>		1.928	0,38
1.2.1. Zonas industriales o comerciales		1.463	0,29
1.2.2. Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados		211	0,04
1.2.3. Zonas portuarias		64	0,01
1.2.4. Aeropuertos		190	0,04
1.3. <i>Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción</i>		1.522	0,30
1.3.1. Zonas de extracción minera		755	0,15
1.3.2. Escombreras y vertederos		59	0,01
1.3.3. Zonas en construcción		709	0,14
1.4. <i>Zonas verdes artificiales, no agrícolas</i>		347	0,07
1.4.1. Zonas verdes urbanas		67	0,01
1.4.2. Instalaciones deportivas y recreativas		280	0,06
2. Zonas agrícolas		253.492	50,11
2.1. <i>Tierras de labor</i>		120.975	23,91
2.1.1. Tierras de labor en secano		97.529	19,28
2.1.2. Terrenos regados permanentemente		22.000	4,35
2.1.3. Arrozales		1.446	0,29
2.2. <i>Cultivos permanentes</i>		35.929	7,10
2.2.1. Viñedos		8.375	1,66
2.2.2. Frutales		8.899	1,76
2.2.3. Olivares		18.655	3,69
2.3. <i>Prados y praderas</i>		6.478	1,28
2.3.1. Prados y praderas		6.478	1,28
2.4. <i>Zonas agrícolas heterogéneas</i>		90.110	17,81
2.4.1. Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes		1.404	0,28
2.4.2. Mosaico de cultivos		38.772	7,66
2.4.3. Terrenos principalmente agrícolas pero con importantes espacios de vegetación natural y seminatural		24.977	4,94
2.4.4. Sistemas agroforestales		24.957	4,93
3. Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos		238.160	47,07
3.1. <i>Bosques</i>		91.284	18,04
3.1.1. Bosques de frondosas		37.517	7,42
3.1.2. Bosques de coníferas		38.738	7,66
3.1.3. Bosque mixto		15.029	2,97
3.2. <i>Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea</i>		134.521	26,59
3.2.1. Pastizales naturales		26.428	5,22
3.2.2. Landas y matorrales mesófilos		9.307	1,84
3.2.3. Matorrales esclerófilos		52.183	10,31
3.2.4. Matorral boscoso de transición		46.603	9,21

CUADRO 3.1 (cont.): Superficies de las coberturas de CORINE Land Cover 2006 al nivel 3

Coberturas CLC-nivel 3	Km ²	Porcentaje
3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación	12.355	2,44
3.3.1. Playas, dunas y arenales	463	0,09
3.3.2. Roquedo	2.128	0,42
3.3.3. Espacios con vegetación escasa	9.211	1,82
3.3.4. Zonas quemadas	549	0,11
3.3.5. Glaciares y nieves permanentes	3	0,00
4. Zonas húmedas	1.062	0,21
4.1. Zonas húmedas continentales	549	0,11
4.1.1. Humedales y zonas pantanosas	543	0,11
4.1.2. Turberas y prados turbosos	6	0,00
4.2. Zonas húmedas litorales	513	0,10
4.2.1. Marismas	289	0,06
4.2.2. Salinas	197	0,04
4.2.3. Zonas llanas intermareales	27	0,01
5. Superficies de agua	3.117	0,62
5.1. Aguas continentales	2.945	0,58
5.1.1. Láminas de agua	463	0,09
5.1.2. Láminas de agua	2.482	0,49
5.2. Aguas marinas	173	0,03
5.2.1. Lagunas costeras	77	0,02
5.2.2. Estuarios	96	0,02
5.2.3. Mares y océanos	—	—
Superficie total de España	505.919	100,00

Nota: Fichero original reproyectado a *Lambert Azimutal Equal Area* (ETRS89-LAEA) y recortado según las líneas de límite municipales del IGN.

Fuente: IGN (2010b).

trimestrales o mensuales. La MMU de CLC está fijada, para todas las coberturas consideradas, en 25 hectáreas. Parcelas más pequeñas son incluidas en polígonos etiquetados con la cobertura dominante y, si no existe una clase dominante, el polígono se etiqueta como *heterogéneo*. Esto ocurre en un 17,8% de la superficie nacional (clase 2.4 al nivel 2). Este es uno de los motivos por los que la superficie reportada por CLC2006 como artificial es muy reducida, un 2%, estimando la superficie clasificada como zona urbana en tan solo el 1,24% del total nacional (clase 1.1 al nivel 2).

Aunque nuestra información sobre CLC para España procede del CNIG del IGN, el CLC está disponible de forma gratuita para toda Europa en el sitio web de la AEMA.

3.2. GENERACIÓN DE ZONAS DE MORFOLOGÍA URBANA A PARTIR DE CORINE LAND COVER

Las bases de datos sobre coberturas del suelo tienen multitud de aplicaciones potenciales ya que permiten examinar la influencia del hombre sobre su entorno; de hecho, esta es una de sus principales finalidades. En este sentido una de las primeras aplicaciones que desarrolló la AEMA es el estudio de los procesos de urbanización a partir de ellas, lo que generó multitud de informes que integraban bases de datos espaciales con estadísticas de carácter socioeconómico y demográfico (AEMA 2001, 2006a, 2006b).

Adicionalmente, cuando se genera una nueva versión de CLC, no solo se genera la base actual de distribución de coberturas fechada a un momento del tiempo, sino también una base de datos de cambios que permite examinar cómo se han alterado las coberturas del suelo entre dos períodos, ya sea por la intervención humana o por causas naturales. De esta forma, además de las versiones CLC1990, CLC2000 y CLC2006, se disponen de bases de datos de cambios en las coberturas del suelo entre 1990 y 2000, CLC90-00, y entre 2000 y 2006, CLC00-06; en estos casos con una MMU de 5 hectáreas (AEMA 2007: cap. 4).

Una de las aplicaciones que inicialmente ensayó la AEMA fue la generación de áreas urbanas a partir de coberturas del suelo, sin ninguna referencia a la demografía o a cualquier otro aspecto relacionado directamente con la actividad productiva. El motivo del enfoque es claro: los asentamientos humanos implican transformaciones en las coberturas y usos del suelo que deben ser claramente visibles sobre el terreno y, cuanto mayor sean estos asentamientos, más extensas serán las transformaciones.

Estas áreas recibieron el nombre de zonas de morfología urbana (UMZ), ya que su determinación se hacía solamente a partir de la morfología del terreno. Una UMZ es definida como «un conjunto de áreas urbanas situadas todas ellas a menos de 200 metros», y donde las áreas urbanas son identificadas a partir de las coberturas del suelo que contribuyen al tejido urbano y a funciones típicamente urbanas (Simon, Fons y Milego 2010: 4).¹⁶ Aunque la definición no es muy afortunada, puesto que parte del concepto que se ha de definir, *zona urbana*, aparece en la propia definición, *área urbana*, queda clara la idea de tomar como punto de partida la huella del hombre sobre el terreno

que pisa y, en consecuencia, las bases de datos sobre coberturas del suelo deben constituir el punto de partida.

La AEMA ensayó diversos procedimientos para la determinación de las UMZ a partir de la primera versión de CLC (European Topic Centre on Terrestrial Environment [ETC/TE] 2002), y ha ido refinando la metodología posteriormente (Milego 2007; Simon, Fons y Milego 2010).

Aunque CLC es en su origen una base de datos vectorial, existe una versión *raster* con resolución de 1 hectárea, por lo que los primeros ensayos se dirigieron a experimentar metodologías alternativas basadas en datos vectoriales *versus raster* (ETC/TE 2002). Los tres problemas básicos que se debían resolver eran:

1. Las coberturas de CLC que se consideraban como pertenecientes a las UMZ.
2. La unión de polígonos situados a distancias inferiores a 200 metros, y que finalmente pertenecen a la misma UMZ.
3. El establecimiento de un umbral mínimo, por debajo del cual se desecharían las UMZ obtenidas.

En relación con el punto 2 se ensayó una metodología vectorial basada en *buffers* frente a una metodología *raster* basada en expansión y contracción (*expansion and shrinking*) a nivel de píxel. La alteración de los límites de los polígonos pertenecientes a las UMZ utilizando *buffers* de 100 metros, unido a las ventajas de eficiencia computacional de la información *raster* frente a la vectorial, para grandes bases de datos como es CLC a nivel europeo, hizo decantar la decisión hacia la utilización de la

¹⁶ Dicha definición coincide con la de área o aglomeración urbana del proyecto histórico E-Geopolis, que trata de reconstruir los ámbitos urbanos con una definición consistente entre países y en el tiempo, aunque incluye un umbral mínimo de población de 10.000 habitantes, pero la continuidad del área urbana también se define respecto a una distancia de 200 metros entre construcciones. Desconocemos si 200 metros es una distancia *mágica* en la definición de lo urbano, pero el nomenclátor de unidades poblacionales del INE separa los núcleos urbanos

de la población en diseminado dentro de una entidad singular por la misma distancia. De esta forma las edificaciones del núcleo no deben distar entre sí más de 200 metros, aunque precisa que «en la determinación de dicha distancia han de excluirse los terrenos ocupados por instalaciones industriales o comerciales, parques, jardines, zonas deportivas, cementerios, aparcamientos y otros, así como los canales o ríos que puedan ser cruzados por puentes» (INE 2012); de esta forma se introducen aspectos morfológicos.

metodología *raster* (ETC/TE 2002). La expansión de las áreas urbanas mediante un píxel cada una, 100 metros, y la posterior contracción, dejaba unidos los polígonos que distaran menos de dos píxeles entre sí. De esta forma los polígonos urbanos pertenecientes a la misma UMZ quedaban unidos sin modificación, excepto por los puntos de conexión. El principal problema es que la distancia de separación considerada no es en realidad 200 metros, sino 283 metros, que es la distancia en diagonal de dos píxeles de 100 metros.

Con relación al punto 3, se ensayaron dos tipos de umbrales para la delimitación de las UMZ estimadas inicialmente (ETC/TE 2002): por una parte, un umbral basado en un área mínima (1.000 ha [10 km²]), con la intención de acotar las UMZ obtenidas a las grandes aglomeraciones urbanas; por otra parte, un umbral basado en la población de los asentamientos de las UMZ. A pesar de que las UMZ no están directamente relacionadas con ciudades o municipios concretos, y la atribución de población a las mismas no es trivial, se ensayaron tres umbrales de población a partir de la base de datos de asentamientos del *Geographic Information System* (GIS) de la Comisión Europea (GISCO), y que se establecieron en 50.000, 100.000 y 500.000 habitantes.

La decisión final fue simplemente eliminar las UMZ con superficie por debajo de las 25 hectáreas, que es la MMU de CLC, lo que permite una mayor flexibilidad al usuario final de la información (Milego 2007). No obstante, la versión distribuida de las UMZ del 2000 incluye una estimación de la población que reside en las mismas, atribuida a partir de la *grid* de población elaborada por el Centro Común de Investigación (*Joint Research Centre* [JRC]) de la Unión Europea, y distribuida en el sitio web de la AEMA (2012b) (v. Gallego 2010; Gallego *et al.* 2011).

¹⁷ El algoritmo de construcción de las UMZ se desarrolló en ArcGIS y el diagrama de flujo se encuentra publicado en Simon, Fons y Milego (2010, anexo I).

¹⁸ Las relaciones de vecindad o contigüidad entre dos polígonos pueden ser de dos tipos. Pueden tener un lindo común y, en este caso, son claramente vecinos; es lo que se conoce como *rook contiguity*. Además, puede darse el caso de que no tengan lindes comunes pero

En relación con el punto 1, esta fue una cuestión que al principio se le prestó poca atención, y todas las coberturas se seleccionaron inicialmente de las superficies artificiales (ETC/TE 2002). Sin embargo, la versión final de las UMZ actualmente distribuidas en el sitio web de la AEMA (2012a) incluye más coberturas potenciales y una serie de reglas topológicas para determinar si pertenecen o no a una zona urbana (Simon, Fons y Milego 2010).

Las coberturas concretas, el proceso de selección y la construcción de las UMZ se describen brevemente a continuación, ya que nuestro método seguirá, en líneas generales, los mismos principios (Simon, Fons y Milego 2010).¹⁷ Las clases de CLC utilizadas en la construcción de las UMZ de la AEMA son las siguientes, clasificadas en cuatro grupos:

1. *Clases principales (core classes, CC)*: las UMZ se construyen a partir de ellas.

- 1.1.1. Tejido urbano continuo.
- 1.1.2. Tejido urbano discontinuo.
- 1.2.1. Zonas industriales o comerciales.
- 1.4.1. Zonas verdes urbanas.

2. *Clases principales ampliadas (enlarged core classes [ECC])*: tienen el mismo estatus que las clases principales si presentan relaciones de vecindad, o algún punto de contacto, con las mismas.¹⁸

- 1.2.3. Zonas portuarias.
- 1.2.4. Aeropuertos.
- 1.4.2. Instalaciones deportivas y recreativas.

3. *Clases lineales (linear classes [LC])*: si son vecinas de las clases principales ampliadas, pero se cortan mediante un *buffer* de 300 metros.

sí que tengan puntos de contacto en común a través de vértices; en este caso hay que tomar una decisión sobre si dichos polígonos son o no vecinos. Cuando la vecindad se define a partir de todos los puntos en común, lindes y vértices, es lo que se conoce como *queen contiguity*. Son estas últimas las relaciones de vecindad consideradas en las clases principales ampliadas.

- 1.2.2. Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados.
- 5.1.1. Cursos de agua.

4. *Clases completamente dentro de las clases principales (completely within core classes [WCC])*: coberturas forestales y de matorrales que quedan completamente dentro de las clases principales.

- 3.1.1. Bosques de frondosas.
- 3.1.2. Bosques de coníferas.
- 3.1.3. Bosque mixto.
- 3.2.2. Landas y matorrales mesófilos.
- 3.2.3. Matorrales esclerófilos.
- 3.2.4. Matorral boscoso de transición.

Obsérvese que todas las clases de artificial son consideradas menos las de la clase 1.3. *Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción*, que no son consideradas en ningún caso.

Dadas estas coberturas el proceso de construcción de las UMZ requiere los siguientes pasos básicos:¹⁹

1. Se seleccionan de CLC, en formato vectorial, todos los polígonos de las clases principales (CC), para a continuación fusionarlos.
2. A partir del paso anterior, se seleccionan, en formato vectorial, las clases principales ampliadas, y se añaden si son vecinas de las clases principales (ECC). La adición de polígonos vecinos genera, potencialmente, nuevos vecinos, por lo que este paso debe ejecutarse de forma iterativa.
3. Se seleccionan de CLC, en formato vectorial, las clases lineales correspondientes a redes de transporte y cursos de agua (LC).

4. Se seleccionan de CLC, en formato vectorial, las coberturas forestales y de matorrales que pueden llenar huecos en las clases principales (WCC).

5. Se determinan los huecos (*gaps*) dentro de las clases principales y, si pertenecen a coberturas forestales y/o de matorrales seleccionadas previamente, se llenan con las mismas.

6. Se añaden las entidades lineales que son vecinas de las clases principales ampliadas. A continuación se recortan con un buffer de 300 metros alrededor de dichas clases y, finalmente, se fusionan con ellas.

El recortado de las clases lineales tiene como objetivo impedir que un gran número de UMZ se fusionen a través de elementos lineales, tales como autopistas o ríos de cierta amplitud. La cuestión de fondo es si las redes de comunicación y/o cursos de agua son vertebradores del territorio o, por el contrario, tienden a impedir dicha vertebración. Su inclusión dentro de las UMZ los considera, implícitamente, como vertebradores.

7. Todos los polígonos anteriores son fusionados y la capa vectorial resultante es exportada a formato *raster* con resolución de 1 hectárea.

A continuación se aplica la regla de contigüidad de la definición de UMZ: «Un conjunto de áreas urbanas situadas todas ellas a menos de 200 metros».

8. La capa *raster* resultante de la transformación anterior se expande, y a continuación se contrae, en 1 píxel (100 m). Este proceso se

¹⁹ El algoritmo de construcción de las UMZ de la AEMA es una mezcla de procesos a partir de datos vectoriales y procesos a partir de datos *raster*. Aunque CLC es en su origen una base de datos vectorial, el punto de partida es CLC en formato *raster*, ya que, cuando se procedió a su elaboración, los años 1990 y 2000 no estaban disponibles en formato vectorial para toda Europa (Simon, Fons y Milego 2010: 5). Para mantener la homogeneidad metodológica en el tiempo, se partió de los datos en formato

raster y se convirtieron a vectorial cuando fue necesario. Cuando en el texto se habla de selección de polígonos en formato vectorial, debe entenderse que no se trata de los originales, sino de la transformación a este formato de las coberturas *raster*.

El IGN si ofrece para España, en su Centro de Descargas (CNIG 2012), los datos de CLC en formato vectorial para 1990 y 2000. Para estos dos años se ofrece hasta un nivel de 5 de descripción de clases (IGN 2002).

cuencial hace que, en la expansión, algunas áreas entren en contacto, permaneciendo *pegadas* tras la contracción. Las partes que no entran en contacto vuelven a su forma original. Como efecto secundario el proceso hace que las partes más angulosas de las áreas también entren en contacto y se produzca un suavizado de bordes en algunos lugares.

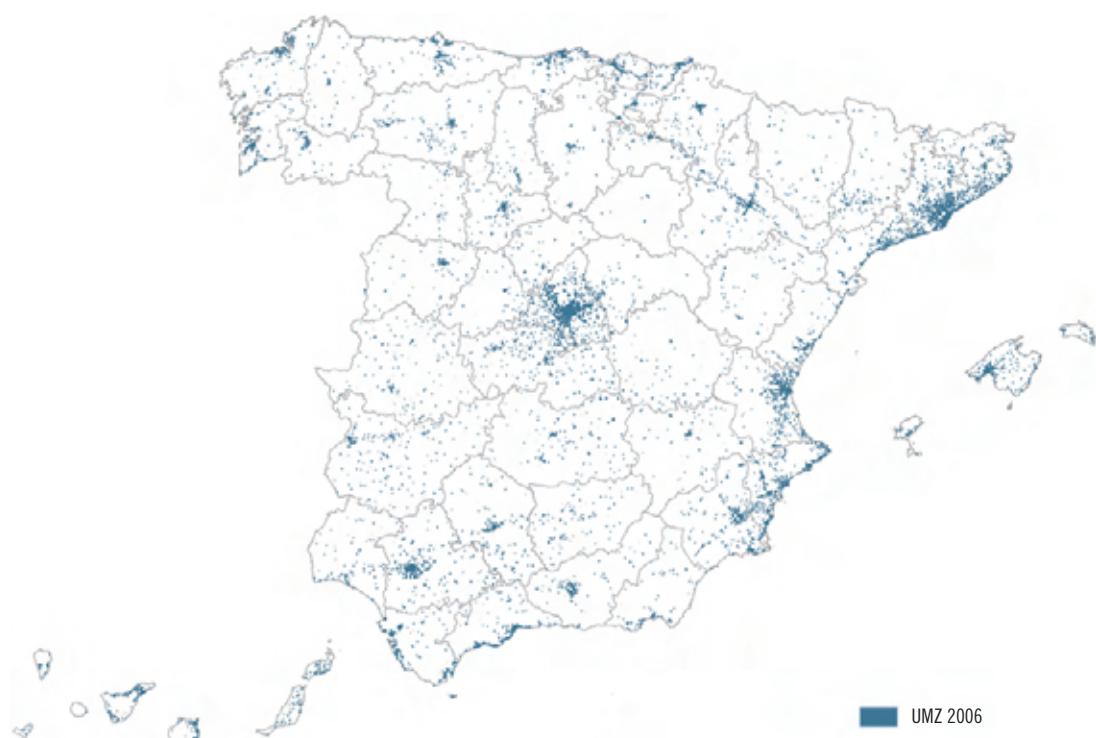
El resultado de este proceso es que las áreas urbanas, definidas a través de la sucesiva incorporación de polígonos que hemos descrito en los pasos 1 a 6, acaban siendo espacialmente contiguas si distan menos de dos píxeles entre sí, lo que en la práctica equivale a algo más de los 200 metros que aparecen en la definición, 283 metros, y ello sin modificación de la forma original, excepción hecha de las zonas de conexión y algunos bordes muy marcados en las áreas originales.

9. Finalmente, la capa resultante es exportada a formato vectorial y todos los polígonos con

una superficie menor de 25 hectáreas son eliminados. Se añaden dos nuevos campos: uno que proporciona un identificador único del área de la UMZ y otro que informa sobre el área. Para la versión del año 2000 se incluye además una estimación de la población a partir de la *grid* del JRC.

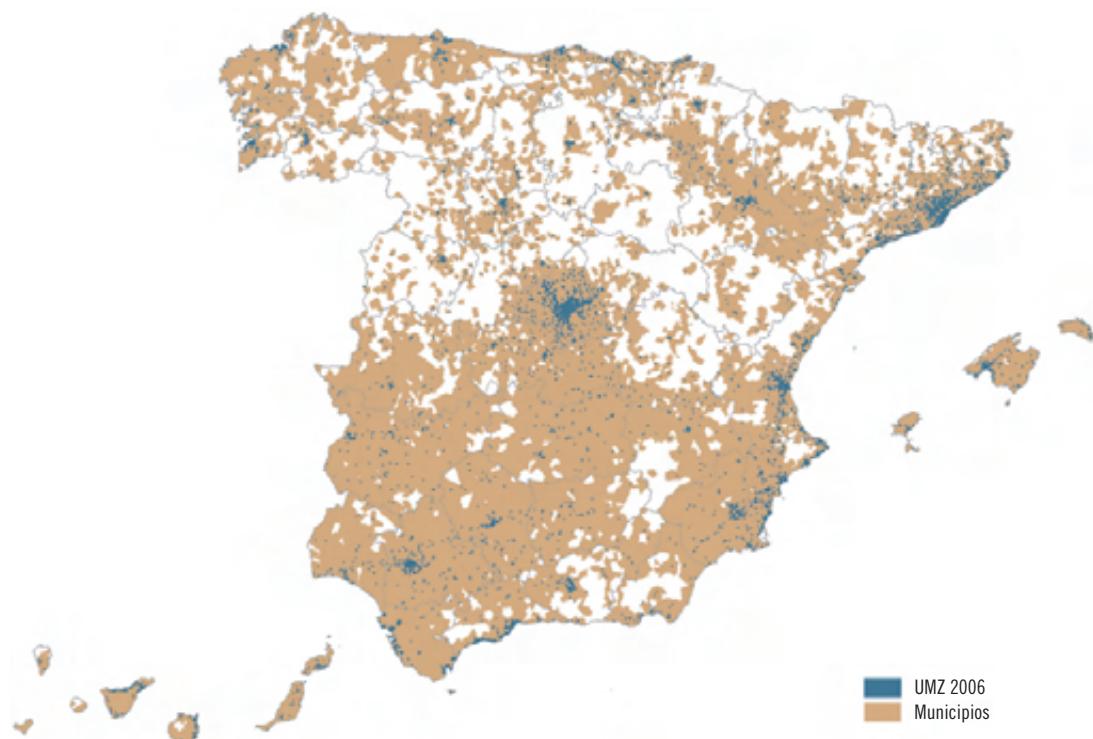
El mapa 3.1 muestra las UMZ de la AEMA para 2006, un total de 5.144. Aunque dicho número muestra la huella del hombre sobre el territorio, son sin duda un número excesivo para estudiar los procesos de urbanización y aglomeración de la población. Al igual que sucede con la demografía, un umbral mínimo debe introducirse en el análisis. De hecho, tan solo 1.543 de esas UMZ presentan una superficie de al menos 100 hectáreas, y solo 101 alcanzan las 1.000 hectáreas.

Este efecto es todavía más perceptible en el mapa 3.2, que muestra los 3.646 municipios que dan soporte a dichas UMZ, es decir, aquellos municipios con los que tienen intersección no nula; un 45% del total que alberga al 96%



Mapa 3.1 Zonas de morfología urbana de la AEMA (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de AEMA (2012a).



Mapa 3.2 Zonas de morfología urbana de la AEMA y municipios que las soportan (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de AEMA (2012a).

de la población, 42,9 millones de habitantes, en el 62,3% del territorio.

De todos estos, tan solo 711 municipios tienen al menos 10.000 habitantes y 529 alcanzan una densidad de población igual a los 150 habitantes por kilómetro cuadrado.

Desde nuestro punto de vista hay una característica importante de las UMZ de la AEMA que debemos mencionar. La utilización en su obtención de procesos a partir de datos *raster* da un resultado final de zonas urbanas *pixeladas*, similar al que se obtiene de las aglomeraciones o centros urbanos construidos a partir de la *grid* de población, y que

se mencionó en el capítulo 1. El mapa 3.3 muestra este efecto para el área de Madrid.

Al contrario de lo que sucede en la determinación de las aglomeraciones o centros urbanos en la metodología de Eurostat, en los que se parte de una *grid* de población y este efecto es inevitable, en este caso el resultado final deriva del proceso de elaboración de las UMZ. Hubiera sido posible evitarlo solo si no se hubiera empleado el proceso secuencial de expansión y contracción, que es el que da continuidad espacial a una misma UMZ. Las UMZ construidas a partir del SIOSE, y que se describen en el capítulo siguiente, no presentarán esta característica.



Mapa 3.3 Efecto *pixelado* sobre las zonas de morfología urbana de la AEMA. Área de Madrid (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de AEMA (2012a).

4

El Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España: SIOSE

4.1. EL PROYECTO SIOSE

El proyecto sobre el SIOSE nace del esfuerzo y coordinación realizado por la Administración General del Estado y las comunidades autónomas en la producción de CLC. Su objetivo es coincidente con CLC, la creación de una base de datos a nivel nacional y escala 1:25.000 sobre coberturas del territorio mediante la interpretación de imágenes recogidas por satélite. El apéndice 2 ofrece información detallada sobre aspectos técnicos y coberturas del SIOSE.

Podríamos decir que es la falta de resolución de CLC en muchos aspectos lo que hace plantearse la posibilidad de mejorar el mismo tipo de producto a partir de fuentes de información primaria similares, y en muchos casos idénticas. De hecho, SIOSE, dentro del PN07, dirigido y coordinado por el IGN-CNIG, integra a escala 1:25.000 la información de bases de datos de ocupación del suelo existentes en las comunidades autónomas y la Administración General del Estado, con los objetivos de *a*) producir información homogénea para todo el territorio nacional y *b*) evitar duplicidades, reduciendo costes, en los procesos de producción de información sobre ocupación del suelo.

Las características fundamentales del SIOSE que nos afectan en lo que hace referencia a este trabajo en relación con la estructura de CLC son básicamente dos: en primer lugar, la unidad mínima cartografiada (MMU) que, aunque variable en función de la cobertura, es mucho menor que la de CLC en todos los casos. La MMU varía entre 0,5 hectáreas en cultivos forzados, humedales

y vegetación de ribera hasta las 2 hectáreas de zonas agrícolas, forestales y naturales, pasando por 1 hectárea en las zonas urbanas; en segundo lugar, y mucho más importante para la aplicación en este trabajo, la técnica de asignación de información temática a cada polígono. Esta es la característica más innovadora del SIOSE.

La mayoría de los sistemas de información sobre ocupación del suelo utilizados en el análisis territorial se basan en clasificaciones fijas y asignación de cada polígono en que se divide el territorio, según unos determinados criterios de homogeneidad, a una sola clase a partir de una serie de reglas. Esta es la filosofía seguida por CLC: dadas 44 clases, al máximo nivel de desagregación, cada polígono pertenece a una, y solo a una, clase. Se trata de esta forma de un modelo jerárquico de asignación unívoca. Por el contrario en SIOSE subyace un modelo de datos con filosofía de orientación a objetos. Ello permite, a partir de dos entidades fundamentales (el polígono y un listado inicial de coberturas simples), describir las coberturas presentes dentro de cada polígono. El objetivo final de la base de datos no es clasificar los polígonos, sino describirlos de acuerdo con una serie de relaciones, reglas de consistencia y atributos. SIOSE, por tanto, no clasifica los polígonos en función de una nomenclatura, sino que posibilita la asignación de una o varias coberturas del suelo a un único polígono, mediante porcentajes de ocupación y atributos. Se trata de un sistema de información mucho más complejo que las clasificaciones temáticas tradicionales pero al mismo tiempo mucho más versátil y abierto, ya que es el investigador, en función de sus propias necesidades, el que debe diseñar la nomenclatura que necesita (Villa *et al.* 2008).

Mientras que en los modelos de tipo jerárquico, como CLC, existe un número determinado de clases distintas, siempre fijo, y el análisis de resultados suele hacerse en función de la superficie que ocupa cada clase, en los modelos orientados a objetos cada polígono almacena información sobre todas las coberturas presentes en el mismo, que se almacenan según determinadas reglas, con información sobre el porcentaje de ocupación de cada cobertura dentro del polígono. Por ejemplo, en SIOSE se representan aquellas coberturas con una superficie de al menos el 5% de la superficie del polígono. Esto significa que, si la MMU para las superficies artificiales es de 1 hectárea, se

representarán todos aquellos conjuntos de edificaciones, que es una de las coberturas simples consideradas, con una superficie superior a los 500 metros cuadrados. Por tanto, no se trata solo de un aumento notable de la resolución respecto a CLC, sino de una mejora sustancial en la descripción del territorio representado.

El número de coberturas simples del SIOSE es relativamente reducido: 40, de las cuales 7 corresponden a coberturas artificiales. El cuadro 4.1 ofrece el listado de las 40 coberturas simples y las superficies que ocupan en el territorio nacional, tanto en términos absolutos como relativos.²⁰

CUADRO 4.1: Coberturas simples del SIOSE2005

Código	Nombre	Etiqueta	Km ²	Porcentaje
100	Cobertura artificial		18.701	3,70
101	Edificación	EDF	5.651	1,12
102	Zona verde artificial y arbolado urbano	ZAU	1.633	0,32
103	Lámina de agua artificial	LAA	731	0,14
104	Vial, aparcamiento o zona peatonal sin vegetación	VAP	4.626	0,91
111	Otras construcciones	OCT	817	0,16
121	Suelo no edificado	SNE	3.921	0,77
131	Zonas de extracción o vertido	ZEV	1.323	0,26
200	Cultivos		190.623	37,67
210	Cultivos herbáceos		133.999	26,48
211	Arroz	CHA	1.338	0,26
212	Cultivos herbáceos distintos de arroz	CHL	132.660	26,22
220	Cultivos leñosos		49.720	9,83
221	Frutales		13.458	2,66
222	Frutales cítricos	LFC	3.404	0,67
223	Frutales no cítricos	LFN	10.054	1,99
231	Viñedo	LVI	10.771	2,13
232	Olivar	LOL	24.329	4,81
241	Otros cultivos leñosos	LOC	1.161	0,23
290	Prados	PRD	6.904	1,36
300	Pastizal	PST	89.716	17,73
310	Arbolado forestal		91.779	18,14
311	Frondosas		50.872	10,05
312	Frondosas caducifolias	FDC	23.012	4,55

²⁰ Las pequeñas discrepancias en superficie del cuadro 4.1 respecto a las ofrecidas en el cuadro A.2.1 derivan del de redondeo, ya que las ofrecidas aquí proceden de

una extracción propia de las tablas T_VALORES de la base de datos SIOSE2005 original, mientras que las del apéndice se toman directamente de IGN (2011).

CUADRO 4.1 (cont.): Coberturas simples del SIOSE2005

Código	Nombre	Etiqueta	Km ²	Porcentaje
313	Frondosas perennifolias	FDP	27.860	5,51
316	Coníferas	CNF	40.907	8,08
320	Matorral	MTR	85.455	16,89
330	Terrenos sin vegetación		25.302	5,00
331	Playas, dunas y arenas	PDA	354	0,07
333	Suelo desnudo	SDN	15.764	3,12
334	Zonas quemadas	ZQM	873	0,17
335	Glaciares y nieves permanentes	GNP	5	0,00
336	Ramblas	RMB	378	0,07
350	Roquedo		7.928	1,57
351	Acantilados marinos	ACM	162	0,03
352	Afloramientos rocosos y roquedos	ARR	6.706	1,33
353	Canchales	CCH	698	0,14
354	Coladas lávicas cuaternarias	CLC	362	0,07
400	Coberturas húmedas		994	0,20
410	Humedales continentales		106	0,02
411	Zonas pantanosas	HPA	74	0,01
412	Turberas	HTU	25	0,00
413	Salinas continentales	HSA	7	0,00
420	Humedales marinos		888	0,18
421	Marismas	HMA	743	0,15
422	Salinas marinas	HSM	144	0,03
500	Cobertura de agua		3.470	0,69
510	Aguas continentales		3.312	0,65
511	Cursos de agua	ACU	874	0,17
512	Láminas de agua		2.438	0,48
513	Lagos y lagunas	ALG	217	0,04
514	Embalses	AEM	2.221	0,44
520	Aguas marinas		159	0,03
521	Lagunas costeras	ALC	85	0,02
522	Estuarios	AES	73	0,01
523	Mares y océanos	AMO	0	0,00
Superficie total de España			506.041	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir del Equipo Técnico Nacional (ETN) SIOSE (2011e, 2012).

Estas coberturas simples se combinan de diferentes formas, constituyendo lo que SIOSE denomina *coberturas compuestas*. Estas pueden ser combinaciones arbitrarias de coberturas simples, o formar parte de una clasificación de coberturas compuestas predefinidas incluidas en SIOSE. Se trata de un conjunto de coberturas compuestas a las que se

les ha dado una identificación por su representatividad dentro del territorio. Por ejemplo, dentro de las coberturas compuestas predefinidas de artificial compuesto de tipo urbano mixto, encontramos las de *casco* (UCS, 811), *ensanche* (UEN, 812) y *discontinuo* (UDS, 813), informativas del tipo de estructura urbana de la que estamos hablando, o

los *asentamientos agrícolas residenciales* (AAA, 703), en un contexto más rural. Todas estas coberturas compuestas predefinidas están formadas por sus correspondientes coberturas simples, con sus porcentajes de ocupación y atributos. Adicionalmente las coberturas compuestas pueden anidarse, con lo que la estructura de la información puede ser realmente compleja.

El conjunto de coberturas compuestas predefinidas no es un listado cerrado, pero un acuerdo sobre las mismas otorga homogeneidad al tratamiento de la información. Destaca, asimismo, el enorme esfuerzo del SIOSE en el tratamiento de las coberturas artificiales ya que, del total de 45 coberturas compuestas predefinidas consideradas, 41 forman parte del artificial compuesto, con un gran detalle no solo en lo que a estructura urbana se refiere, sino también en lo referente a coberturas relacionadas con la actividad económica, el equipamiento dotacional o las infraestructuras (apéndice 2).

Un ejemplo visual ayudará a entender la estructura de la información en SIOSE y la utilización que le

hemos dado (Villa 2009). El mapa 4.1 muestra un polígono urbano. En términos de la clasificación jerárquica de CLC este polígono sería etiquetado como *tejido urbano discontinuo*, clase 1.1.2 al nivel 3 de desagregación, dentro de las *zonas urbanas*, clase 1.1 al nivel 2 de desagregación. Esta sería toda la información que obtendríamos de CLC.

SIOSE clasificaría el polígono como de Artificial Compuesto: Urbano Mixto: Discontinuo (UDS, 813), que es una de las coberturas compuestas predefinidas. El descriptor del polígono aportaría, sin embargo, mucha más información, y nos diría el porcentaje de ocupación dentro del polígono de cada una de las coberturas simples presentes en él. Así, por ejemplo, nos informaría de que solo un 50% de la superficie está realmente ocupada por *edificaciones* (EDF, 101), a las que asignaría un atributo, *vivienda unifamiliar aislada* (va, 23); el resto pertenece a otras coberturas simples: un 15% de *viales* (VAP, 104), un 30% de *cubierta vegetal* (FDC, 312, y MTR, 320) y un 5% de *lámina de agua artificial* (LAA, 103). De esta forma, a partir de un criterio genérico de homogeneidad que



Mapa 4.1 CLC versus SIOSE: tejido urbano

Fuente: Villa (2009).

define el polígono, obtenemos mucha más información de las coberturas que realmente contiene.

Resulta de interés destacar que, dada la estructura de la información en SIOSE, disponemos de dos tipos de superficie que aportan información complementaria: por una parte, tenemos la superficie del polígono, proporcionada directamente por SIOSE en la base de datos y, por otra, la superficie de la cobertura simple dentro del polígono, obtenida como el producto de su porcentaje de ocupación por la superficie del polígono. Así, por ejemplo, si el polígono del mapa 4.1 ocupara una superficie de 10 kilómetros cuadrados, la superficie realmente edificada sería solo de la mitad, 5 kilómetros cuadrados, ya que la superficie de las edificaciones se estima en la mitad de la del polígono. De esta forma las superficies del cuadro 4.1 no corresponden a superficies de polígonos SIOSE, sino a superficies de coberturas simples dentro de dichos polígonos.

Los mapas 4.2 y 4.3 muestran dos ejemplos adicionales de descriptores de polígonos SIOSE en el contexto de zonas agrícolas y forestales que, aunque son de una utilidad menos directa en nuestra

aplicación, muestran la complejidad de la información de este modelo de coberturas del suelo.

4.2. OBTENCIÓN DE UNA NOMENCLATURA JERÁRQUICA A PARTIR DEL SIOSE

La característica más novedosa del SIOSE, su modelo de datos, constituye también su principal limitación práctica para un manejo ágil y rápido de la información. Así, por ejemplo, para nuestro propósito final, la elaboración de UMZ a partir del SIOSE, la base de datos original es de muy difícil manejo, ya que un algoritmo similar al descrito en el epígrafe 3.2 debería establecerse en función del rótulo SIOSE de cada polígono de la base de datos, y un modelo jerárquico resulta mucho más versátil.

El IGN utiliza una nomenclatura jerárquica para SIOSE en su visor web: IberPix. Esta nomenclatura ofrece 23 clases en un solo nivel, de las cuales solo una clase es de tipo urbano, por lo que no parecía adecuada para nuestros propósitos. Otras nomenclaturas jerárquicas a partir del SIOSE es-



Mapa 4.2 CLC versus SIOSE: zonas agrícolas

Fuente: Villa (2009).

1 polígono no homogéneo:

Cultivos herbáceos:

(72% de la superficie del polígono)

Coberturas dentro del polígono:

- Suelo desnudo (60%)
- Cultivos herbáceos distintos del arroz (40%)

Cultivos leñosos: Frutales:

(28% de la superficie del polígono)

Coberturas dentro del polígono:

- Suelo desnudo (12%)
- Frutales cítricos (80%)
- Matorral (2%)
- Embalses (6%)



Mapa 4.3 CLC versus SIOSE: zonas forestales

Fuente: Villa (2009).

tán en desarrollo (Delgado *et al.* 2012), e incluso metodologías que permitan homogeneizar bases de datos sobre coberturas del suelo con diferentes nomenclaturas y estructuras están siendo objeto de atención por parte de diversos proyectos europeos (*Harmonization of the Land Use and Land Cover Databases [HLanDATA]* financiado por la Comisión Europea; *Eionet Action Group on Land monitoring in Europe [EAGLE]* coordinado por el European Topic Centre on Spatial Information and Analysis); sin embargo, hasta donde nosotros conocemos, no existe en la actualidad una nomenclatura jerárquica para SIOSE con carácter público. El IGN está ensayando una pasarela del SIOSE a CLC (Valcárcel 2011), pero hasta el momento la transición entre ambas bases de datos no es en modo alguno obvia, y un algoritmo de transformación no ha sido publicado.

Por estas razones, antes de proceder a la elaboración de las UMZ, decidimos dedicar una parte importante del esfuerzo de este trabajo a la elaboración de una nomenclatura jerárquica a partir del SIOSE, similar a la de CLC, con la que poder trabajar de forma más sencilla, y que tuviera aplicaciones en otros ámbitos. La nomenclatura jerárquica, a la que denominaremos *modelo jerárquico SIOSE*

1 polígono no homogéneo:

Arbolado forestal: Frondosas:

(55% de la superficie del polígono)

Coberturas dentro del polígono:

- Suelo desnudo (10%)
- Frondosas caducifolias (90%)

Arbolado forestal: Coníferas:

(45% de la superficie del polígono)

Coberturas dentro del polígono:

- Suelo desnudo (5%)
- Coníferas (95%)

(MJS), deberá respetar la geometría de la base de datos de partida, de forma que cada polígono SIOSE sea clasificado de forma única, es decir, cada polígono solo puede ser asignado a una clase de la nomenclatura jerárquica y, al mismo tiempo, todos los polígonos deben ser clasificados. De esta forma no perdemos la referencia a la base de datos original, y el MJS puede ser considerado como un modelo de coberturas del suelo en sí mismo o como una geometría intermedia, para la manipulación de forma más sencilla de los polígonos SIOSE, a los cuales siempre es posible acudir a posteriori para conocer la información detallada de cada polígono. El apéndice 3 ofrece una información algo más detallada de lo que se ofrece en esta sección sobre la generación de MJS y Cantarino y Goerlich (2013) ofrecen detalles técnicos del algoritmo y el resultado de un ejercicio de validación.

A grandes rasgos la pasarela del SIOSE a MJS consiste básicamente de tres etapas:

1. En primer lugar, dada la información contenida en SIOSE, se elabora una tabla de clases finales MJS, y se establece una correspondencia entre dichas clases finales y las coberturas SIOSE.

El resultado de este proceso fue la generación de una estructura jerárquica en 4 niveles y 83 coberturas finales en MJS. Este listado puede observarse en el cuadro A.3.1 del apéndice 3. El nivel 4 no es exhaustivo en el sentido de que hay clases a nivel 3 que no disponen de desagregación, pero se mantuvo debido a que la riqueza de información en SIOSE lo permite, y dado que agregar a posteriori siempre es más fácil. Dada esta tabla, se establece una correspondencia con la información en SIOSE.

A nivel 3 disponemos de 49 clases que son comparables de forma aproximada con CLC, aunque una correspondencia exacta no fue posible debido a la diferente estructura de partida de ambos modelos.

2. En segundo lugar, la complejidad del rótulo o etiqueta original de cada polígono SIOSE se simplifica en función de la tabla de correspondencias generada en la etapa anterior. Se trata de elaborar un descriptor de cada polígono sencillo, al que llamaremos código plano, que permita un tratamiento automatizado del código resultante en función de las coberturas de MJS y de determinadas reglas de asignación que se establecen en la siguiente etapa.
3. Finalmente, dado el código plano generado en la etapa anterior y la tabla de correspondencias entre las coberturas de dicho código y las clases MJS, la última etapa consiste en esta-

blecer una serie de reglas de asignación de cada código plano generado a una sola clase MJS, de forma que no quede ningún polígono sin asignar. Estas reglas deben ser puestas en práctica mediante un algoritmo automático, que en la práctica es iterativo, al no resolver todos los casos en la primera iteración.

Las reglas de asignación básicamente utilizan criterios de dominancia, simples o compuestos, así como criterios para resolver las ambigüedades. En el caso de las reglas compuestas se establecen umbrales de asignación variables, y se ejecutan secuencialmente de forma iterativa hasta que todos los polígonos SIOSE son asignados a una clase MJS. Estas reglas tratan de emular las especificaciones técnicas de CLC (Bossard, Feranec y Otahel 2000; Büttner, Feranec y Jaffrain 2006; AEMA 2007) y el Manual de Fotointerpretación del SIOSE (ETN SIOSE 2011d).

Las coberturas MJS a nivel 3, 49 clases, y su superficie, se muestran en el cuadro 4.2. Comparando dicha información con la del cuadro 4.1, referida a las coberturas simples de SIOSE, observamos cómo la transformación de un modelo orientado a objetos a un modelo jerárquico provoca un sesgo a la baja en la estimación de las superficies artificiales, simplemente porque parte de dichas superficies de pequeña entidad se diluyen en otras clases que las acaban englobando. Dada la elevada resolución del SIOSE, este efecto es de mucha menor entidad, como se aprecia comparando estos resultados con los del cuadro 3.1 referidos a CLC2006.

CUADRO 4.2: Superficie de las coberturas del MJS2005 al nivel 3

Coberturas MJS2005-nivel 3	Km ²	Porcentaje
1. Superficies artificiales	15.655	3,09
1.1. Zonas urbanas	6.318	1,25
1.1.1. Tejido urbano continuo: casco	1.659	0,33
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	4.660	0,92
1.2. Zonas de actividad	4.560	0,90
1.2.1. Actividad primaria	1.500	0,30
1.2.2. Actividad industrial: polígonos, industrias aisladas	1.744	0,34
1.2.3. Servicios: comercial, oficinas, complejos hoteleros	176	0,03
1.2.4. Equipamiento diverso/rotacional	378	0,07
1.2.5. Equipamiento deportivo/recreativo/cultural	762	0,15

CUADRO 4.2 (cont.): Superficie de las coberturas del MJS2005 al nivel 3

	Coberturas MJS2005-nivel 3	Km ²	Porcentaje
1.3. Infraestructuras		3.386	0,67
1.3.1. Transporte		2.625	0,52
1.3.2. Energía		118	0,02
1.3.3. Telecomunicaciones		4	0,00
1.3.4. Suministro de agua		256	0,05
1.3.5. Residuos, vertederos y escombreras		384	0,08
1.4. En construcción		1.391	0,27
1.4.1. Zonas urbanas		908	0,18
1.4.2. Estructuras de tipo público o industrial		251	0,05
1.4.3. Infraestructuras en construcción		232	0,05
2. Zonas agrícolas		222.352	43,94
2.1. Tierras de labor		134.930	26,66
2.1.1. Tierras de labor en secano		118.310	23,38
2.1.2. Terrenos regados permanentemente		15.286	3,02
2.1.3. Arrozales		1.334	0,26
2.2. Cultivos permanentes		45.739	9,04
2.2.1. Frutales cítricos		3.193	0,63
2.2.2. Frutales no cítricos		8.539	1,69
2.2.3. Olivares		23.249	4,59
2.2.4. Viñedos		9.897	1,96
2.2.5. Otros cultivos leñosos		861	0,17
2.3. Prados y praderas		6.164	1,22
2.3.1. Prados y praderas		6.164	1,22
2.4. Zonas agrícolas heterogéneas		35.519	7,02
2.4.1. Asociación de cultivos anuales con permanentes		3.366	0,67
2.4.2. Mosaico de cultivos anuales/permanentes/pastos		4.501	0,89
2.4.3. Terrenos agrícolas con vegetación natural		1.932	0,38
2.4.4. Sistemas agroforestales (dehesas)		25.719	5,08
3. Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos		263.495	52,07
3.1. Bosques		94.879	18,75
3.1.1. Bosques de frondosas		40.257	7,96
3.1.2. Bosques de coníferas		42.392	8,38
3.1.3. Bosque mixto		12.230	2,42
3.2. Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea		152.900	30,21
3.2.1. Pastizales naturales		66.688	13,18
3.2.2. Matorrales		86.212	17,04
3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación		15.716	3,11
3.3.1. Playas, dunas y arenales		371	0,07
3.3.2. Suelo desnudo		8.277	1,64
3.3.3. Zonas quemadas		895	0,18

CUADRO 4.2 (cont.): Superficie de las coberturas del MJS2005 al nivel 3

Coberturas MJS2005-nivel 3	Km ²	Porcentaje
3.3.4. Glaciares y nieves permanentes	2	0,00
3.3.5. Ramblas	315	0,06
3.3.6. Roquedo	5.855	1,16
4. Zonas húmedas	983	0,19
4.1. Zonas húmedas continentales	97	0,02
4.1.1. Humedales y zonas pantanosas	72	0,01
4.1.2. Turberas y prados turbosos	17	0,00
4.1.3. Salinas continentales	8	0,00
4.2. Zonas húmedas litorales	887	0,18
4.2.1. Marismas	738	0,15
4.2.2. Salinas marinas	149	0,03
5. Superficies de agua	3.556	0,70
5.1. Aguas continentales	3.402	0,67
5.1.1. Cursos de agua	788	0,16
5.1.2. Láminas de agua	2.614	0,52
5.2. Aguas marinas	155	0,03
5.2.1. Lagunas costeras	81	0,02
5.2.2. Estuarios	74	0,01
5.2.3. Mares y océanos	0	0,00
Superficie total de España	506.042	100,00

Nota: Las superficies proceden de una extracción de la base original SIOSE2005. La discrepancia en 1 km² respecto a la *superficie total* de España del cuadro 4.1 se debe a que la superficie de la cobertura Mares y océanos (código 523 en SIOSE2005), que se excluye de la Superficie Total de España, no es exactamente la misma en ambos modelos, el original SIOSE2005 y el MJS2005, por el método de asignación de coberturas.

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2011e, 2012).

En cualquier caso es importante señalar que el resultado final mantiene en todo momento la estructura geométrica de la base de datos original y, en consecuencia, podemos enlazar con el identificador original de polígono SIOSE, de forma que siempre es posible recuperar la información original SIOSE en términos de coberturas.

El mapa 4.4 ofrece un ejemplo ilustrativo. El polígono mostrado, con una superficie de 2.350 hectáreas, corresponde en MJS al nivel 4 a *aeropuertos*, con el código 1.3.1.4, dentro de las infraestructuras de transporte de la clase genérica de superficies artificiales.

A través del identificador de polígono SIOSE:

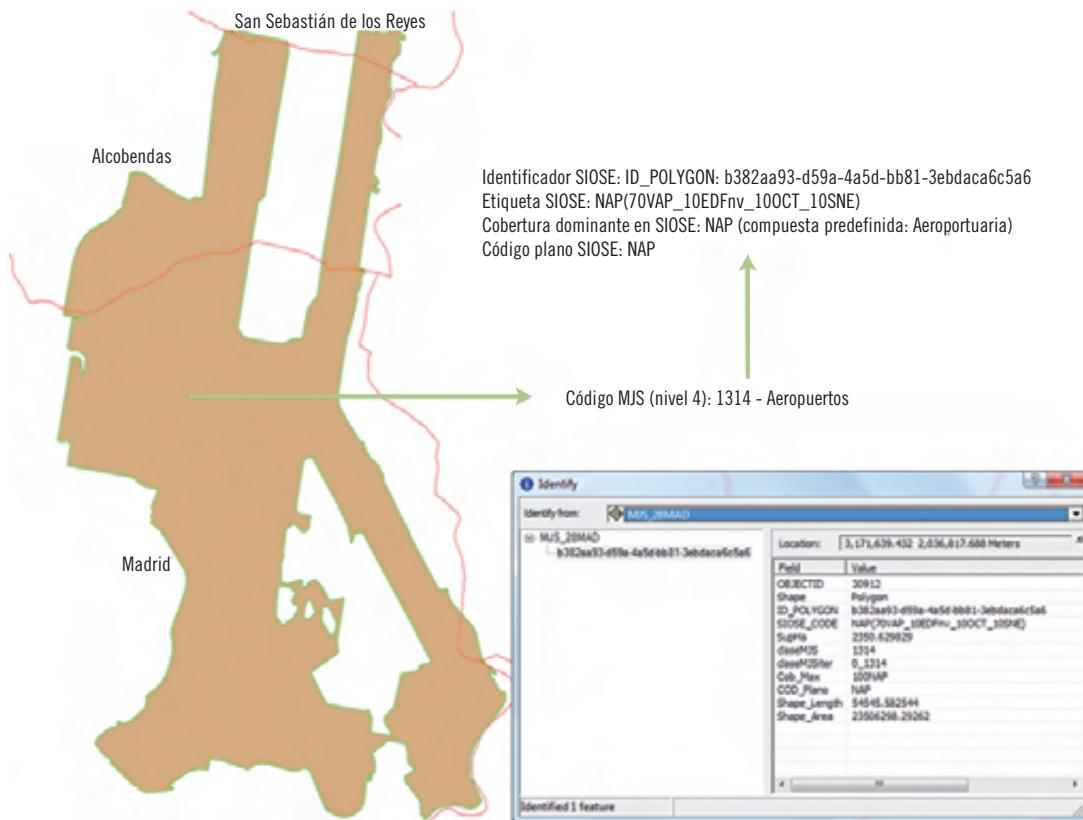
b382aa93-d59a-4a5d-bb81-3ebdaca6c5a6

podemos conocer el rótulo completo original del mismo:

NAP(70VAP_10EDFnv_10OCT_10SNE)

lo que nos indica que se trata de una cobertura compuesta predefinida SIOSE, NAP, *infraestructuras aeroportuarias* (código 884), y que dicha cobertura tiene correspondencia directa en las clases de MJS, ya que aparece como tal en el código plano generado.

A partir del rótulo original SIOSE podemos determinar las superficies correspondientes a cada cobertura simple SIOSE, y que en este caso corresponden a un 70% de viales, un 10% de edificaciones de tipo nave, un 10% de otras construcciones y un 10% de suelo no edificado.



Mapa 4.4 Relación entre el MJS y los polígonos originales

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012).

En el mapa 2.1 se utiliza MJS al nivel 1 como nomenclatura de representación, pero se ofrece las superficies originales de las coberturas simples del SIOSE al nivel 1 en la leyenda. Así pues es posible utilizar MJS como geometría intermedia, y referirse a la estructura original SIOSE en los cálculos cuando sea necesario.

4.3. GENERACIÓN DE ZONAS DE MORFOLOGÍA URBANA A PARTIR DEL SIOSE

4.3.1. PLANTEAMIENTO GENERAL

Una vez descrito en el epígrafe 3.2 la metodología para la delimitación de las UMZ por parte de la AEMA a partir de CLC, en este epígrafe exponemos la metodología seguida en este trabajo a partir del SIOSE. Para ello utilizamos el modelo

jerárquico SIOSE, MJS, expuesto en la sección anterior, al máximo nivel de desagregación, es decir, al nivel 4, lo que implica la consideración de 83 coberturas (cuadro A.3.1). Partir de un modelo de ocupación del suelo mucho más detallado, como es el MJS, permite redefinir algunas de las clases descritas por la AEMA, así como describir otras nuevas, ganando en precisión en cuanto a los tipos de coberturas del suelo incorporadas. Al mismo tiempo, siempre es posible volver al SIOSE original ya que, como hemos expuesto en el epígrafe anterior, MJS respeta escrupulosamente la geometría original del SIOSE.

En lo esencial mantenemos los criterios seguidos por la AEMA para la definición de las UMZ como «un conjunto de áreas urbanas situadas todas ellas a menos de 200 metros», así como los principios básicos establecidos por la metodología de la AEMA. Sin embargo, deberemos hacer las siguientes salvedades. En primer lugar, nuestra me-

todología se implementa mediante herramientas enteramente vectoriales, evitando así los cálculos *raster*, que dan lugar a la pérdida de los contornos originales de polígono, y a la descripción temática de las coberturas originales. Esto implica que la distancia de 200 metros debe interpretarse no en un sentido de contigüidad espacial, si no que las áreas urbanas situadas a menos de 200 metros llevarán el mismo identificado de UMZ, es decir, serán a todos los efectos consideradas la misma UMZ, aunque estén distantes entre sí menos de 200 metros.²¹

En segundo lugar, la metodología de la AEMA determina que se pierda parcialmente la carac-

terística residencial en la definición de sus UMZ pues, de acuerdo con la selección de coberturas, se incorporan a las clases principales coberturas con edificaciones no necesariamente residenciales, en particular la clase 1.2.1, *zonas industriales o comerciales* de CLC. De esta forma, un polígono industrial aislado puede formar una UMZ sin disponer de viviendas residenciales a su alrededor. La mayor desagregación de clases en MJS permite asignar un mayor protagonismo a las zonas urbanas con edificación residencial, como eje vertebrador de las UMZ. Por su importancia se ofrece en el cuadro 4.3 el listado de coberturas artificiales de MJS al nivel 4, mientras que el listado completo puede ser consultado en el cuadro A.3.1 del apéndice 3.

CUADRO 4.3: Coberturas artificiales del MJS2005 al nivel 4

1. Superficies artificiales

1.1. Zonas urbanas

1.1.1. Tejido urbano continuo: casco

1.1.2. Tejido urbano discontinuo

1.1.2.1. Ensanche

1.1.2.2. Discontinuo

1.2. Zonas de actividad

1.2.1. Actividad primaria

1.2.1.1. Explotaciones agrícolas, ganaderas o forestales

1.2.1.2. Piscifactorías

1.2.1.3. Minero extractivo

1.2.2. Actividad industrial: polígonos, industrias aisladas

1.2.2.1 Polígonos industriales

1.2.2.2. Industrias aisladas

1.2.2.3 Elementos anejos: naves, viales, aparcamientos

1.2.3. Servicios: comercial, oficinas, complejos hoteleros

1.2.3.1. Comercial y oficinas

1.2.3.2. Complejos hoteleros

1.2.4. Equipamiento diverso/dotacional

1.2.4.1. Administrativo institucional

1.2.4.2. Sanitario

1.2.4.3. Cementerio

1.2.4.4. Educación

1.2.4.5. Penitenciarío

1.2.5. Equipamiento deportivo/recreativo/cultural

²¹ Aunque en otro contexto, el problema es similar al hecho de que el Rincón de Ademuz pertenece a la provincia de Valencia o el Condado de Treviño a la de Burgos, o

al hecho de que muchos términos municipales tienen varios polígonos, no todos ellos contiguos.

CUADRO 4.3 (cont.): Coberturas artificiales del MJS2005 al nivel 4

1.2.5.1. Equipamiento deportivo, campo de golf
1.2.5.2. Parque recreativo, <i>camping</i>
1.2.5.3. Parque urbano
1.2.5.4 Cultural, religioso
1.3. Infraestructuras
1.3.1. Transporte
1.3.1.1. Redes viarias y terrenos asociados
1.3.1.2. Redes ferroviarias y terrenos asociados
1.3.1.3. Zonas portuarias
1.3.1.4. Aeropuertos
1.3.2. Energía
1.3.3. Telecomunicaciones
1.3.4. Suministro de agua
1.3.4.1 Depuradoras y potabilizadoras/desalinizadoras
1.3.4.2. Conducciones y canales
1.3.5. Residuos, vertederos y escombreras
1.3.5.1. Vertederos y escombreras
1.3.5.2. Plantas de tratamiento
1.4. En construcción
1.4.1 Zonas urbanas
1.4.1.1. Zonas urbanas en construcción
1.4.1.2. Zonas urbanas no edificadas (SNE)
1.4.2. Estructuras de tipo público o industrial
1.4.3. Infraestructuras en construcción

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012).

Con estas premisas, se plantea la siguiente definición de clases, que se explica con detalle más adelante:

1. *Clases principales (core classes, CC)*: exclusivamente las coberturas de tipo urbano, tanto continuo como discontinuo. Alrededor de estas clases principales se agrupan aquellas clases que se consideran que forman parte de la estructura urbana, de acuerdo con criterios basados en los tipos de coberturas y su relación de vecindad.
2. *Clases principales ampliadas (enlarged core classes, ECC)*, que se subdividen en dos tipos:
 - a) *Clases próximas a las principales (proximity core classes, PCC)*. Se trata de coberturas artificiales con una relación muy directa con las áreas urbanas, que deben presentar una separación máxima de 200 metros de las clases principales. Esta separación obedece a mantener íntegro el concepto de UMZ.
 - b) *Clases contiguas a las principales (neighbour core classes, NCC)*. Son zonas de cobertura artificial menos relevantes con la definición del conjunto urbano, y que deben presentar contigüidad con las clases principales o las clases próximas a las principales.
3. *Clases lineales (linear classes, LC)*: vías de comunicación y cursos de agua contiguos a todas las clases anteriores, y que deberán ser recortadas mediante un *buffer* apropiado.

4. *Clases completamente dentro de las clases principales (completely within core classes, WCC):* polígonos de cierto tipo de coberturas, entre las que se incluyen fundamentalmente las de tipo forestal, que quedan completamente englobadas dentro de las clases principales y las clases principales ampliadas, formando espacios vacíos o huecos (*gaps*).

4.3.2. DEFINICIÓN DE CLASES

Se ofrece a continuación la descripción de las coberturas incluidas en cada una de las clases. Los códigos corresponden a la codificación MJS a nivel 4, y tienen cuatro dígitos.

4.3.2.1. Clases principales

Constituyen el núcleo esencial de las UMZ y se reducen a las coberturas urbanas. De esta forma se define un núcleo urbano de viviendas imprescindible para toda UMZ, e impiadiendo que un polígono aislado con uso no residencial la forme. Las clases de MJS consideradas como clases principales son:

- 1.1.1.0. Tejido urbano continuo.
- 1.1.2.1. Tejido urbano discontinuo: ensanche.
- 1.1.2.2. Tejido urbano discontinuo.

Las zonas industriales o comerciales, incluidas en las UMZ de la AEMA, constituyen una clase muy heterogénea,²² que es excluida con generalidad dentro de las clases principales. Nuestra mayor desagregación de este tipo de coberturas (cuadro 4.3) nos permitirá incluirlas selectivamente en otras clases.

4.3.2.2. Clases principales ampliadas

Incluyen coberturas típicamente urbanas alrededor de las clases principales, y presentan dos tipos de selección:

²² Incluye edificios de tipos muy diversos, como centros comerciales, hospitales, residencias de ancianos, centros de investigación y educación (colegios y universidades), redes de telecomunicaciones, plantas de

a) Clases próximas a las clases principales

Aquellas clases cuyos límites de entidad se encuentran cercanos a las clases principales, no siendo necesariamente colindantes. Se ha establecido una separación máxima de 200 metros de las clases principales, manteniendo el criterio indicado anteriormente.

En esta clase se incorporan aquellos usos del suelo con una relación más intensa con el concepto urbano. En concreto, se incluyen las zonas de servicios (sanitarios, administrativos, educación), industriales (polígonos complejos o aislados) y zonas verdes urbanas. Se recupera así la clase 1.4.1 de CLC incluida en las clases principales por la AEMA en su definición de UMZ. También se han incluido en esta clase las estructuras urbanas en construcción, para las que SIOSE ofrece información independiente. Las clases de MJS consideradas dentro del criterio de proximidad son:

- 1.2.2.1. Polígonos industriales.
- 1.2.2.2. Industrias aisladas.
- 1.2.3.1. Comercial y oficinas.
- 1.2.4.1. Administrativo institucional.
- 1.2.4.2. Sanitario.
- 1.2.4.4. Educación.
- 1.2.5.3. Parque urbano.
- 1.4.1.1. Zonas urbanas en construcción.

b) Clases contiguas a las clases principales

Aquellas que son contiguas a las clases principales, aunque la contigüedad se extiende también a las clases próximas a estas. Estas clases incluyen las ya consideradas por la AEMA como clases principales ampliadas en su definición de UMZ: zonas portuarias, aeropuertos y zonas deportivas, recreativas y de ocio, y otras más específicas sobre las que tenemos información a partir del SIOSE. De esta forma se incluyen

tratamiento e instalaciones agrícolas. Excluye explícitamente industria extractiva, vertederos y lugares de culto (conventos o monasterios, que se asignan a la clase 1.4.2 de CLC).

explotaciones agrícolas, ganaderas o forestales, cementerios, centros penitenciarios, complejos hoteleros, culturales y religiosos, instalaciones de energía y telecomunicaciones, siempre y cuando cumplan la condición de contigüidad a una clase principal o a una clase próxima a una principal.

No se incluyen, sin embargo, aquellas estructuras que se consideran generalmente anejas a las zonas industriales, como naves y otras construcciones (depósitos, molinos, pozos, torres eléctricas...) de poca entidad.

Tampoco se incluye aquí el suelo no edificado pero sí las estructuras comerciales en construcción. Ninguna de ellas aparece de forma específica recogida en CLC. Las clases de MJS consideradas dentro del criterio de contigüidad son:

- 1.2.1.1. Explotaciones agrícolas, ganaderas o forestales.
- 1.2.3.2. Complejos hoteleros.
- 1.2.4.3. Cementerio.
- 1.2.4.5. Penitenciario.
- 1.2.5.1. Equipamiento deportivo, campo de golf.
- 1.2.5.2. Parque recreativo, *camping*.
- 1.2.5.4. Cultural, religioso.
- 1.3.1.3. Zonas portuarias.
- 1.3.1.4. Aeropuertos.
- 1.3.2.0. Energía.
- 1.3.3.0. Telecomunicaciones.
- 1.4.2.0. Estructuras de tipo público o industrial en construcción.
- 2.4.2.2. Mosaico de cultivos con edificación residencial.

4.3.2.3. Clases lineales

Se incluyen aquí las redes viarias y los cursos de agua, al igual que en las UMZ de la AEMA. Concretamente:

- 1.3.1.1. Redes viarias y terrenos asociados.
- 1.3.1.2. Redes ferroviarias y terrenos asociados.
- 5.1.1.0. Cursos de agua.

Estas entidades se deben añadir parcialmente, para evitar que un gran número de UMZ se fusionen a través de los elementos lineales. Dada la resolución del SIOSE, 300 metros, que es el *buffer* aplicado en las UMZ de la AEMA, es excesivo, y este fue reducido a 150 metros.

Algunos polígonos pertenecientes al conjunto de las clases contiguas a las clases principales (*zonas portuarias, aeropuertos...*) pueden quedar separados de las clases principales por estas entidades lineales y, por tanto, no forman parte de las UMZ en una primera selección. Para evitar tales situaciones, una vez añadidas las entidades lineales, se examina de nuevo la contigüidad de las clases contiguas a las clases principales, de forma que los polígonos contiguos a estas entidades lineales también son incluidos en las UMZ. El panel superior del mapa 4.5 muestra un ejemplo de esta situación.

Finalmente se ha de señalar que es posible que existan casos especiales en los que las redes viarias superen los 300 metros de anchura (150 m + 150 m de *buffer*); en esta situación es posible la aparición de un *gap* interno que no acabe formando parte de la UMZ. El panel inferior del mapa 4.5 muestra un ejemplo de esta situación.

4.3.2.4. Clases completamente dentro de las clases principales ampliadas

La sucesiva adición de las clases anteriores puede generar *gaps* o huecos que serán llenados en función del tipo de cobertura. Se trata, en principio, de bosques o matorrales y, por tanto, de coberturas no artificiales. La mayoría de ellas tienen una correspondencia directa con CLC y, aunque la AEMA no incluye pastizales o prados como elementos considerables para llenar los *gaps*, es posible que en alguna zona intraurbana sí aparezcan, por lo que se decidió su inclusión (código 3.2.1.2 MJS), al igual que las dehesas (código 2.4.4.0 MJS).

Además de estas coberturas no artificiales, se decidió la inclusión de algunas que sí lo son,



Recorte y contigüidad en redes varias

En marrón aparece la primera selección de polígonos de la UMZ, en verde los elementos lineales añadidos en una segunda etapa por contigüidad, y en morado los polígonos añadidos en una segunda etapa por contigüidad con las redes viarias.

Gaps generados por redes viarias que superan los 300 m de anchur:

En casos especiales en los que las redes viarias superan los 300 m de anchura es posible la aparición de gaps internos que pueden no acabar formando parte de las UMZ.



Mapa 4.5 Adición de elementos lineales a las UMZ

Fuente: Elaboración propia.

y que en la metodología de la AEMA están incluidas dentro de la clase genérica 1.2.1 de CLC, *Zonas industriales o comerciales* y, en consecuencia, pertenecen allí a las clases principales. De nuevo, nuestro mayor detalle de las coberturas artificiales nos permite distinguir dentro de este tipo de coberturas. En concreto, incluimos en esta clase las depuradoras, potabilizadoras, desalinizadoras y plantas de tratamiento, que no parece que sean relevantes para definir servicios de zonas urbanas, por lo que fueron excluidas de las clases de proximidad o vecindad, pero han sido incluidas en el caso de que queden finalmente rodeadas por estas clases. Igualmente se incluyen en esta clase estructuras anejas a industrias (código 1.2.2.3 MJS) y zonas urbanas no edificadas (código 1.4.1.2 MJS).²³

Finalmente también se incorporan a esta clase las láminas de agua artificiales (código

5.1.2.3. MJS) que, en caso de estar rodeadas de tejido urbano, pueden ser asimilables a parques urbanos o zonas de ocio y deportivas incluidas previamente. El criterio de inclusión, solo en el caso de que estén rodeadas de polígonos ya pertenecientes a las UMZ, permite excluir balsas de riego, que pertenecen a la misma clase, pero no forman parte del tejido urbano. El panel superior del mapa 4.6 muestra un ejemplo de este tipo: el caso de una cubeta de agua en un campo de golf.

Las clases de MJS consideradas dentro del criterio de estar completamente dentro de las clases principales ampliadas son:

- 1.2.2.3. Elementos anejos en industrias.
- 1.3.4.1. Depuradoras y potabilizadoras/ desalinizadoras.
- 1.3.5.2. Plantas de tratamientos de residuos.

²³ Otras coberturas artificiales, como las piscifactorías (código 1.2.1.2 MJS), superficies mineroextractivas (código 1.2.1.3 MJS), conducciones o canales (código 1.3.4.2

MJS), vertederos y escombreras (código 1.3.5.1 MJS) o infraestructuras en construcción (código 1.4.2.0 MJS) no se incluyen en ningún caso.

- 1.4.1.2. Zonas urbanas no edificadas (SNE).
- 2.4.4.0. Dehesas.
- 3.1.1.1. Bosques de frondosas caducifolias.
- 3.1.1.2. Bosques de frondosas perennifolias.
- 3.1.1.3. Mezcla de caducifolias/perennifolias.
- 3.1.2.0. Bosques de coníferas.
- 3.1.3.0. Bosque mixto.
- 3.2.1.2. Pastizales no de alta montaña.
- 3.2.2.1. Matorral esclerófilo/mesófilo.
- 3.2.2.2. Matorral boscoso.
- 5.1.2.3. Cubetas artificiales.

Finalmente se debe señalar que es posible que los *gaps* no se rellenen completamente, por lo que las UMZ resultantes pueden tener finalmente huecos. En el caso de *gaps* complejos, compuestos por varios tipos de entidades, solo quedan seleccionadas finalmente aquellas que se han considerado como clases de relleno, de modo que un *gap* puede no quedar cerrado completamente. El panel inferior del mapa 4.6 muestra un caso de

este tipo en el que el *gap* inicial, en el panel izquierdo en marrón claro, no acaba de ser rellenado completamente por la incorporación de nuevos polígonos, panel de la derecha.

El cuadro 4.4 resume el conjunto de coberturas MJS consideradas en la construcción de las UMZ, su clase y su correspondencia directa, si la tiene, con CLC.

4.3.3. GENERACIÓN DE LAS ZONAS DE MORFOLOGÍA URBANA

Dadas las coberturas anteriores y su clase, el proceso de construcción de las UMZ requiere los siguientes pasos básicos:

1. Se seleccionan de MJS todos los polígonos de las clases principales (CC).
2. Se seleccionan de MJS las clases principales ampliadas, y se añaden primero las de proximidad, y luego las de contigüidad. La adición de polígonos vecinos genera, potencialmente, nuevos vecinos, por lo que este paso debe ejecutarse de forma iterativa.

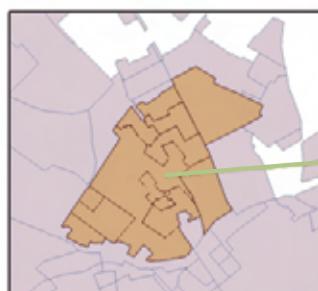


Cubeta de agua artificial

En azul polígono SIOSE de lámina de agua artificial que corresponde a un estanque de un campo de golf, y que será finalmente incluido dentro de una UMZ.

Rellenado incompleto de *gaps*

Hay casos en los que los que el *gap* no queda cerrado completamente debido a que no todos los polígonos dentro de *gap* pertenecen a las clases consideradas para el relleno.



Mapa 4.6 Clases de entidades completamente dentro de las clases ampliadas

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 4.4: Correspondencia de coberturas MJS/CLC en la construcción de las UMZ

Código MJS	Descripción	Clase UMZ	Código CLC
1110	Tejido urbano continuo: casco	CC	111
1121	Tejido urbano discontinuo: ensanche	CC	112
1122	Tejido urbano discontinuo	CC	112
1211	Explotaciones agrícolas, ganaderas o forestales	ECC/NCC	-
1221	Polygonos industriales	ECC/PCC	121
1222	Industrias aisladas	ECC/PCC	121
1223	Elementos anejos en industrias	WCC	121
1231	Comercial y oficinas	ECC/PCC	121
1232	Complejos hoteleros	ECC/NCC	121
1241	Administrativo institucional	ECC/PCC	121
1242	Sanitario	ECC/PCC	121
1243	Cementerio	ECC/NCC	112, 121, 142
1244	Educación	ECC/PCC	121
1245	Penitenciaro	ECC/NCC	121
1251	Equipamiento deportivo, campo de golf	ECC/NCC	142
1252	Parque recreativo, <i>camping</i>	ECC/NCC	142
1253	Parque urbano	ECC/PCC	141
1254	Cultural, religioso	ECC/NCC	142
1311	Redes viarias y terrenos asociados	LC	122
1312	Redes ferroviarias y terrenos asociados	LC	122
1313	Zonas portuarias	ECC/NCC	123
1314	Aeropuertos	ECC/NCC	124
1320	Energía	ECC/NCC	121
1330	Telecomunicaciones	ECC/NCC	121
1341	Depuradoras y potabilizadoras/desalinizadoras	WCC	121
1352	Plantas de tratamiento de residuos	WCC	121
1411	Zonas urbanas en construcción	ECC/PCC	-
1412	Zonas urbanas no edificadas (SNE)	WCC	-
1420	Estructuras de tipo público o industrial en construcción	ECC/NCC	133
2422	Mosaico de cultivos con edif. residencial	ECC/NCC	242
2440	Dehesas	WCC	244
3111	Bosques de frondosas caducifolias	WCC	311
3112	Bosques de frondosas perennifolias	WCC	311
3113	Mezcla de caducifolias/perennifolias	WCC	311
3120	Bosques de coníferas	WCC	312
3130	Bosque mixto	WCC	313
3212	Pastizales no de alta montaña	WCC	321
3221	Matorral esclerófilo/mesófilo	WCC	322, 323
3222	Matorral boscoso	WCC	324
5110	Cursos de agua	LC	511
5123	Cubetas artificiales	WCC	512

Fuente: Elaboración propia.

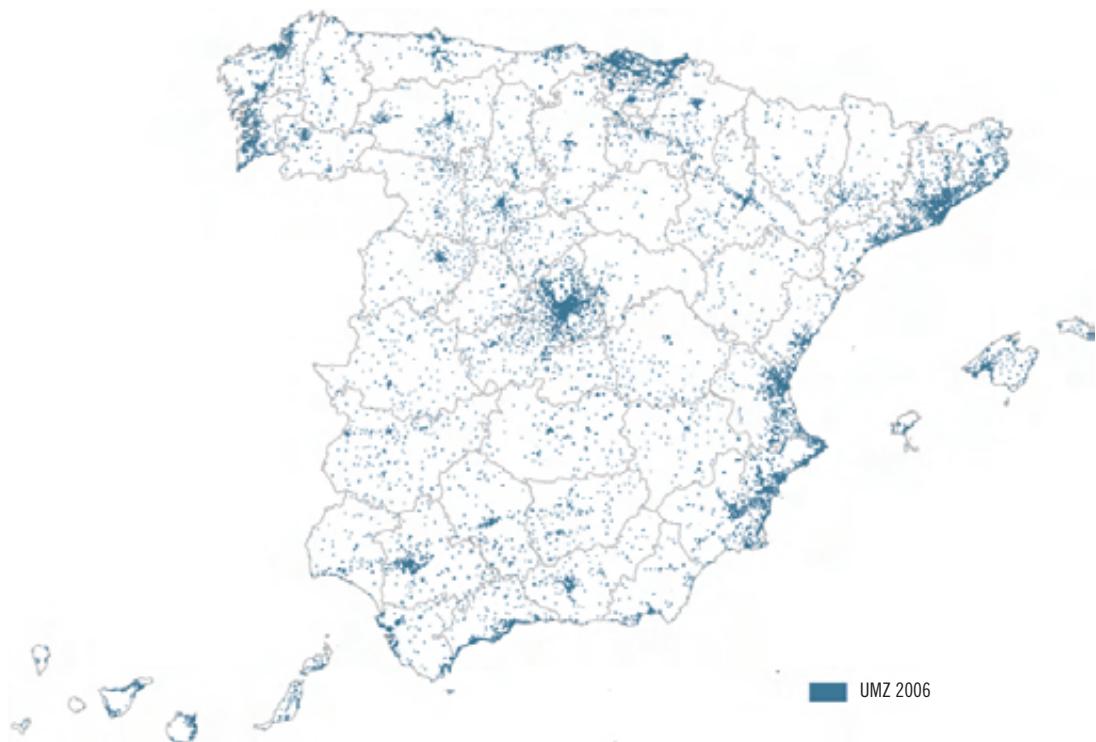
3. Se seleccionan de MJS las clases lineales correspondientes a redes de transporte y cursos de agua (LC).
4. Se añaden las entidades lineales que son vecinas de las clases principales ampliadas. A continuación se recortan con un *buffer* de 150 metros alrededor de dichas clases.
5. Se vuelve a analizar la contigüidad de las clases principales ampliadas correspondientes, por si la adición de entidades lineales diera lugar a nuevas contigüidades.
6. Se seleccionan de MJS las coberturas que pueden llenar huecos en las clases principales ampliadas (WCC).
7. Se determinan los huecos (*gaps*) dentro de las clases principales ampliadas, y todos los polígonos de estos huecos que pertenecen a coberturas seleccionadas previamente se incorporan, rellenando los *gaps* en la medida de lo posible.
8. A continuación, se agregan vectorialmente los polígonos que se encuentren separados menos de 200 metros para formar las UMZ. A ese conjunto de polígonos, no necesariamente contiguos desde el punto de vista espacial, se le asigna un *identificador único*.

Este proceso de agregación vectorial es sustancialmente distinto al empleado por la AEMA en la generación de sus UMZ, ya que la AEMA utiliza un método *raster* basado en la expansión y

contracción de celdas (*expansion and shrinking*) y que altera los contornos originales de los polígonos en las zonas de contactos y bordes angulosos. Por el contrario, el procedimiento vectorial permite agrupar las UMZ contiguas sin alterar los límites originales y sin perder la información de los polígonos vectoriales de los que procede. Esta característica, que explotaremos en la elaboración de indicadores urbanos en el capítulo siguiente, nos permite examinar las coberturas de las UMZ, tanto en términos de las coberturas MJS como en términos de las coberturas SIOSE, de forma que siempre es posible referirse a la base de datos de partida. Nuestra única alteración de lindes se debe al *buffer* de 150 metros aplicado a las entidades lineales.

El proceso descrito generó 28.935 UMZ, algunas de ellas de tamaño muy reducido, dada la resolución del SIOSE, para ser consideradas como zonas urbanas. Estableciendo una superficie mínima de 20 hectáreas para las UMZ, estas quedan reducidas a 5.589, un número ligeramente superior a las ofrecidas por la AEMA, lo que se justifica porque nuestro umbral de tamaño es ligeramente inferior; de hecho, fijando la superficie mínima en 25 hectáreas, el número de UMZ quedan reducidas a 4.707. De estas UMZ 1.433 presentan una superficie de al menos 100 hectáreas, y solo 116 alcanzan las 1.000. El conjunto de UMZ que superan las 20 hectáreas se muestra en el mapa 4.7.

En el capítulo siguiente, cuando asignemos población a las UMZ, estableceremos umbrales mínimos de superficie y tamaño poblacional para examinar el grado de urbanización de nuestro país y ofrecer indicadores urbanos que combinen demografía y coberturas del suelo.



Mapa 4.7 Zonas de morfología urbana construidas a partir del SIOSE/MJS2005

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012f).

5

La distribución de la población urbana

Una vez delimitadas las UMZ a partir de las coberturas SIOSE, por el procedimiento descrito en el capítulo anterior, este capítulo ofrece algunas aplicaciones de la información generada. En primer lugar, les asignaremos población a partir de la *grid* de población de Goerlich y Cantarino (2012); ello nos permitirá, dados unos umbrales mínimos de tamaño, acotar los procesos de urbanización sobre el territorio. En segundo lugar, examinaremos la estructura municipal detrás de las UMZ, vinculando de esta forma nuestros resultados a otros que determinan las zonas urbanas a partir de la estructura municipal existente. En tercer lugar, ofreceremos algunos indicadores urbanos.

5.1. ASIGNACIÓN DE POBLACIÓN A LAS ZONAS DE MORFOLOGÍA URBANA

El proceso de asignación de población a las UMZ tiene su punto de partida en la *grid* de población de Goerlich y Cantarino (2012) para el año 2006, que ha sido descrita en el capítulo 2 y recoge la totalidad del padrón municipal: 44.708.964 habitantes. Todo nuestro proceso es vectorial, de forma que comienza, a partir de la capa de las 5.589 UMZ, mediante la intersección de dicha capa con la *grid* de población.²⁴

²⁴ En general, nuestros procesos son, en su mayoría, vectoriales, lo que es una diferencia importante respecto a los métodos utilizados frecuentemente por la AEMA, que tiende a favorecer los procesos *raster*, mucho más eficientes desde el punto de vista computacional. Los

Es necesario establecer un criterio de asignación para la población en las celdas que son cortadas por los polígonos SIOSE en los límites de las UMZ. Dadas las coberturas que integran las UMZ, el criterio genérico adoptado es que la población de las celdas de la *grid* pertenece a las UMZ con las que tienen intersección no nula de forma que, si la intersección es con una sola UMZ, toda la población de la celda se asigna a la misma. No se trata pues de un reparto proporcional por área, ya que parece natural suponer que, para una resolución de 1 kilómetro cuadrado, toda o la mayor parte de la población de una celda se localiza en la UMZ. Este criterio general debe adaptarse a los diversos casos que aparecen al intersectar las UMZ con la *grid* de población:

- Cuando la intersección provoca que una celda con población tenga superficie en más de una UMZ, la población se reparte de forma proporcional al área, no de las UMZ en la celda, sino respecto a la superficie total de zonas urbanas dentro de la celda de población. De esta forma se reparte toda la población de la celda entre las diversas UMZ que aparecen en ella.
- La regla anterior solo se aplica para las UMZ cuya intersección con las celdas de la *grid* generan polígonos con una superficie superior

procesos vectoriales suelen ser más precisos en este contexto, aunque siempre es necesario establecer un criterio para el tratamiento de los polígonos que son *cortados* en los procesos *GIS* cuando los sistemas zonales son incompatibles.

a 10 hectáreas. Esto evita que se asigne población a espacios tremadamente reducidos y que pueden no tener carácter residencial.²⁵

- En el caso de las celdas en los límites costeros, de frontera o con límites en los territorios mancomunados, es necesario establecer criterios diferentes, ya que en estos casos las celdas no son completas, sus superficies son inferiores al kilómetro cuadrado y hay que tener cuidado en no perder población al poder aparecer, sobre todo en la costa, concentraciones importantes. De esta forma, cuando la superficie de la celda es inferior a 90 hectáreas, el 90% de la superficie de una celda completa, las restricciones por superficie se revisan; en caso contrario, se aplica la regla inicial.

Primero, se desechan los polígonos inferiores a 0,1 hectáreas de superficie, para evitar esquirlas o pequeñas secciones de UMZ que provienen de desajustes geométricos en el proceso de intersección. Segundo, en el resto de casos si, tras el proceso de intersección, solo hay una UMZ, se le asigna a ella toda la población y, si hay varias, se asigna de forma proporcional al área de las UMZ dentro de la celda. La diferencia es que en este caso no se aplica la restricción de superficie, que asigna población solo a aquellos polígonos con superficie superior a las 10 hectáreas.

Con este proceso la población asignada a las 5.589 UMZ iniciales asciende a 40.106.072 habitantes,

pero la mayoría de UMZ presenta un tamaño poblacional muy reducido. En realidad en muchos de estos casos podríamos hablar de pequeños núcleos urbanos en el contexto de áreas rurales o periurbanas, y parece razonable establecer un umbral mínimo de población para la consideración de las UMZ como áreas realmente urbanas.

Por comparabilidad con los resultados recogidos en el capítulo 1, establecemos una población mínima para su consideración como UMZ de al menos 5.000 habitantes. Con este criterio disponemos de 735 UMZ, que ocupan 6.614 kilómetros cuadrados de superficie y en las que habitan 35.348.163 personas, el 79,1% del total. La densidad promedio de las UMZ es, por tanto, de 5.344 habitantes por kilómetro cuadrado aunque, como es de esperar, presentan una elevada heterogeneidad. La distribución por tamaños puede observarse en el cuadro 5.1, y su geografía en el mapa 5.1.²⁶

El cuadro 5.1 permite observar que algo menos de la mitad de las UMZ tienen una población entre los 5.000 y 10.000 habitantes, representando tan solo el 6,2% de la población urbana definida con este criterio. Por el contrario, en el otro extremo de la distribución, 56 UMZ tienen más de 100.000 habitantes, acogiendo al 66,9% de la población urbana. Por su parte, la superficie está repartida de forma algo más homogénea; en cualquier caso la densidad de población, en términos de las superficies de las UMZ, es monótonamente creciente con el tamaño poblacional, destacando el elevado valor de las áreas urbanas más grandes.

²⁵ El origen de esta excepción procede de un análisis de sensibilidad del algoritmo de distribución de la población, ya que aparecían casos en los que la intersección era con una sola UMZ, el polígono generado en la intersección era de tamaño muy reducido y toda la población de la celda se asignaba, previsiblemente de forma incorrecta, a dicho polígono. En estos casos se determinó una superficie mínima de 10 hectáreas o, lo que es lo mismo, el 10% del tamaño de la celda, para que ese polígono fuera candidato a soportar población de la celda. En estos casos, y cuando la celda presenta polígonos de varias UMZ, los polígonos con superficie inferior a las 10 hectáreas entran en el cómputo de la superficie, pero no se les asigna población, por lo que en estos casos es posible que una mínima cantidad de población de la celda quede sin asignar.

²⁶ La superficie procede directamente de los polígonos SIOSE en la base de datos original, y no de una reprojeción propia de las UMZ obtenidas, dado que el proceso de obtención de las mismas permite enlazar con los identificadores de polígono SIOSE que forma parte de las UMZ y, salvo los elementos lineales, no se ha alterado la geometría de los polígonos originales. En el caso de los elementos lineales, se calculó el porcentaje de superficie del polígono que se adjudica a las UMZ y se aplicó ese porcentaje a la superficie original en la base de datos SIOSE. El procedimiento es idéntico al descrito en Goerlich (2013), y permite ser consistente con las superficies ofrecidas por SIOSE, a pesar de que la reprojeción a LAEA genera una diferencia de solo 30,19 kilómetros cuadrados respecto a la superficie ofrecida por SIOSE a partir de la proyección UTM (*Universal Transverse Mercator*) en el huso correspondiente.

CUADRO 5.1: Zonas de morfología urbana: población de al menos 5.000 habitantes

Tamaños de población	UMZ		Población		Superficie		Densidad
	Número	%	Habitantes	%	Km ²	%	
[5.000, 10.000)	320	43,5	2.197.041	6,2	688	10,4	3.194
[10.000, 20.000)	190	25,9	2.648.849	7,5	698	10,6	3.793
[20.000, 50.000)	124	16,9	3.799.617	10,7	965	14,6	3.938
[50.000, 100.000)	45	6,1	3.041.679	8,6	677	10,2	4.490
[100.000, 500.000)	49	6,7	10.473.595	29,6	1.952	29,5	5.367
> = 500.000	7	1,0	13.187.382	37,3	1.634	24,7	8.069
Total general	735	100,0	35.348.163	100,0	6.614	100,0	5.344

Fuente: Elaboración propia.



Mapa 5.1 Zonas de morfología urbana a partir del SIOSE2005 con población de al menos 5.000 habitantes (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012f) y Goerlich y Cantarino (2012).

De las 7 UMZ con más de 500.000 habitantes, solo 3 superan el millón y se corresponden con las grandes áreas metropolitanas de Madrid, Barcelona y Valencia. Ellas engloban el 28,7% de la población urbana, algo más de 10 millones de habitantes, y el 17,6% de la superficie del

conjunto de UMZ, con una densidad media de 8.729 habitantes.

El epígrafe siguiente establece una vinculación entre las UMZ y los municipios que las soporan, analizando con detalle las más grandes, y

ofreciendo algunos indicadores urbanos que se derivan de la información generada.

5.2. ZONAS DE MORFOLOGÍA URBANA Y ESTRUCTURA MUNICIPAL

Aunque las UMZ derivadas en el capítulo anterior han sido construidas a partir de criterios morfológicos, sin ninguna relación con la estructura municipal que hay detrás, es conveniente vincular la definición de las áreas urbanas a las unidades administrativas menores en las que se divide el Estado, para asociar dichas áreas al poder político y administrativo de carácter local.

Cuando intersectamos las 735 UMZ representadas en el mapa 5.1, encontramos que detrás de ellas hay 1.476 municipios que se representan en el mapa 5.2. Naturalmente la superficie de los términos municipales es muy superior a la de las UMZ que contienen.

El apéndice 5 ofrece, a título de ejemplo, las tres UMZ generadas con mayor población (Madrid, Barcelona y Valencia) con la estructura municipal detrás de cada una de ellas, así como su población y la superficie que ocupan. El listado completo de las 735 UMZ generadas está disponible en formato electrónico con la misma estructura.²⁷ Asignamos a cada una de ellas un identificador: UMZ### seguido de un número correlativo después de ordenar las UMZ en orden decreciente según la población, y un nombre que corresponde al del municipio más poblado dentro de la UMZ. Obsérvese que este nombre puede no ser único, ya que un municipio puede estar presente en varias UMZ. Así, por ejemplo, el término municipal de Murcia está presente en 7 UMZ; en alguna de ellas es el único municipio de la UMZ, lo que indica núcleos de población importantes dentro del término municipal que no

son contiguos y, en otras, comparte la UMZ con otros municipios.

La UMZ con más municipios asociados es la de Barcelona, con 67 municipios, seguida de la de Bilbao, que no alcanza el millón de habitantes, con 51 municipios, y de la de Valencia, que con millón y medio de habitantes engloba a 49 municipios. La UMZ más poblada, la de Madrid, con 4,8 millones de habitantes, abarca solo a 30 municipios, los mismos que la de San Sebastián, que apenas supera los 400.000 habitantes. El cuadro 5.2 ofrece la distribución de UMZ por número de municipios implicados.

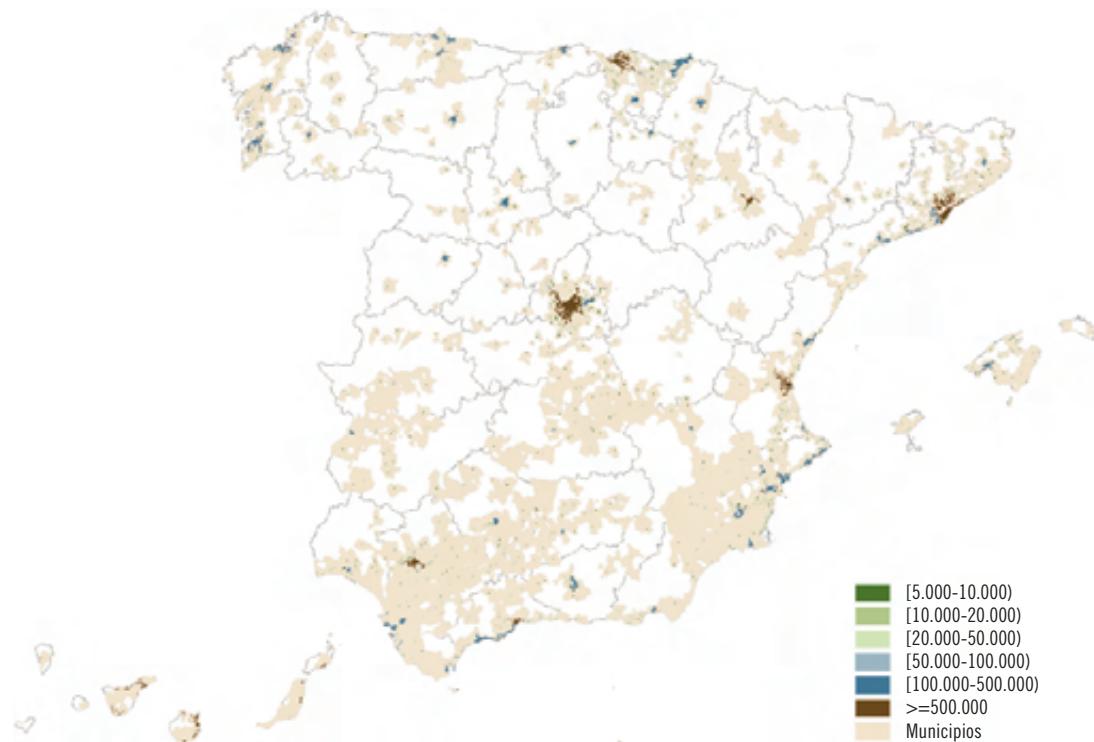
Más de la mitad de zonas de morfología urbana, el 55,6%, tienen un solo término municipal de soporte; se trata de UMZ pequeñas, que no alcanzan a representar el 20% de la población y superficie del total. En el otro extremo, solo 6 UMZ engloban a más de 20 municipios; aunque no coinciden con las mayores en términos de población, sí incluyen las que superan el millón de habitantes, y entre ellas representan más un tercio de toda la población urbana según nuestras estimaciones, casi 12 millones de personas. Es importante recordar aquí, tal y como puede apreciarse a partir de la inspección del apéndice 5, que la población de las UMZ no coincide con la población de los municipios que las soportan, y que toda la población de un municipio no es necesariamente asignada a las UMZ a las que pertenece su término municipal; en este sentido tenemos, dentro de un mismo municipio, población urbana y otra que no lo es.²⁸

Claramente nuestra aproximación genera zonas urbanas plurimunicipales más reducidas que la clasificación de las áreas urbanas del Ministerio de Fomento que hemos descrito en el capítulo 1 de este trabajo. La razón es que nuestro enfoque no parte de los términos municipales, sino de las coberturas del suelo, y utiliza fundamentalmente

²⁷ La petición de la información ha de realizarse a publicaciones@ivie.es.

²⁸ Este tipo de fenómenos ocurre siempre que trabajamos con sistemas zonales incompatibles. Así, en Goerlich y Cantarino (2013b) se ofrecen estimaciones de población rural y urbana a nivel municipal de forma que, dentro de un mismo municipio, podemos encontrar un porcentaje

de población rural y un porcentaje de población urbana; todo ello sin perjuicio de que un determinado criterio clasifique el municipio como rural o como urbano, pero la clasificación de un municipio como rural no implica que toda su población sea rural si partimos de unidades geográficas menores que el municipio.



Mapa 5.2 Zonas de morfología urbana a partir del SIOSE2005 con población de al menos 5.000 habitantes y municipios que las soportan (2006)

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012f) y Goerlich y Cantarino (2012).

CUADRO 5.2: Zonas de morfología urbana por número de municipios que las soportan

Municipios por UMZ	UMZ		Población		Superficie	
	Número	%	Habitantes	%	Km ²	%
1	409	55,6	6.980.507	19,7	1.270	19,2
2	164	22,3	4.067.663	11,5	950	14,4
3	62	8,4	2.735.025	7,7	544	8,2
4-5	51	6,9	3.273.182	9,3	752	11,4
6-10	31	4,2	4.063.995	11,5	930	14,1
11-20	12	1,6	2.331.865	6,6	553	8,4
Más de 20	6	0,8	11.895.926	33,7	1.615	24,4
Total general	735	100,0	35.348.163	100,0	6.614	100,0

Fuente: Elaboración propia.

criterios morfológicos. Si lo que se desea es una clasificación que tenga como soporte básico los términos municipales, nuestra propuesta de zonas de morfología urbana puede tomarse como punto de partida y, a partir de ella, estudiar las contigüidades de los términos municipales que sirven de soporte a las UMZ de forma que finalmente ningún municipio pertenezca a dos

zonas. Este es un criterio razonable de agrupar municipios que, dadas las coberturas presentes en las UMZ, se basaría en última instancia en criterios de contigüidad y proximidad de coberturas artificiales. A partir de ahí sería posible ver qué población del conjunto de municipios es urbana, en el sentido de residir dentro las UMZ, y qué población reside fuera de dichas zonas.

5.3. INDICADORES URBANOS: DEMOGRAFÍA Y COBERTURAS DEL SUELO

La información generada permite la construcción de indicadores urbanos que pongan en relación la demografía y las coberturas del suelo en las zonas urbanas. En primer lugar, es posible construir indicadores de densidad no relacionados con lindes administrativos, sino con la superficie ocupada por el área urbana o diversas coberturas dentro de ella.

Restringiendo el análisis a las UMZ con al menos 100.000 habitantes, es decir, a las 56 áreas más pobladas que engloban al 70% de la población considerada como urbana bajo nuestros criterios, el gráfico 5.1 ofrece diversas densidades de población: por una parte, la densidad en función de toda la superficie de la UMZ; por otra parte, densidades en función de coberturas simples SIOSE: densidad por superficie edificada y densidad por

el total de superficie artificial. Lógicamente la densidad por superficie artificial y por el total de la UMZ es muy similar en la mayoría de los casos, con un coeficiente de correlación de 0,97, dada la propia composición de las zonas urbanas. Sin embargo la densidad por superficie edificada presenta ciertas diferencias respecto a las otras densidades, con coeficientes de correlación de 0,78 respecto a la superficie artificial y de 0,71 respecto a la superficie de la UMZ. La razón hay que buscarla tanto en la diferente composición de coberturas dentro de las UMZ como en la diferente composición de la edificación, residencial *versus* no residencial, y dentro de la residencial en función de las alturas construidas.

La zona urbana con mayor densidad, en todos los conceptos considerados, es la de Cádiz, con valores muy elevados respecto al resto; una UMZ que engloba solamente al municipio de Cádiz y que recoge toda su población. La razón hay que buscarla en la peculiar situación de este municipio, constreñido por el mar y con una gran parte de su superfi-

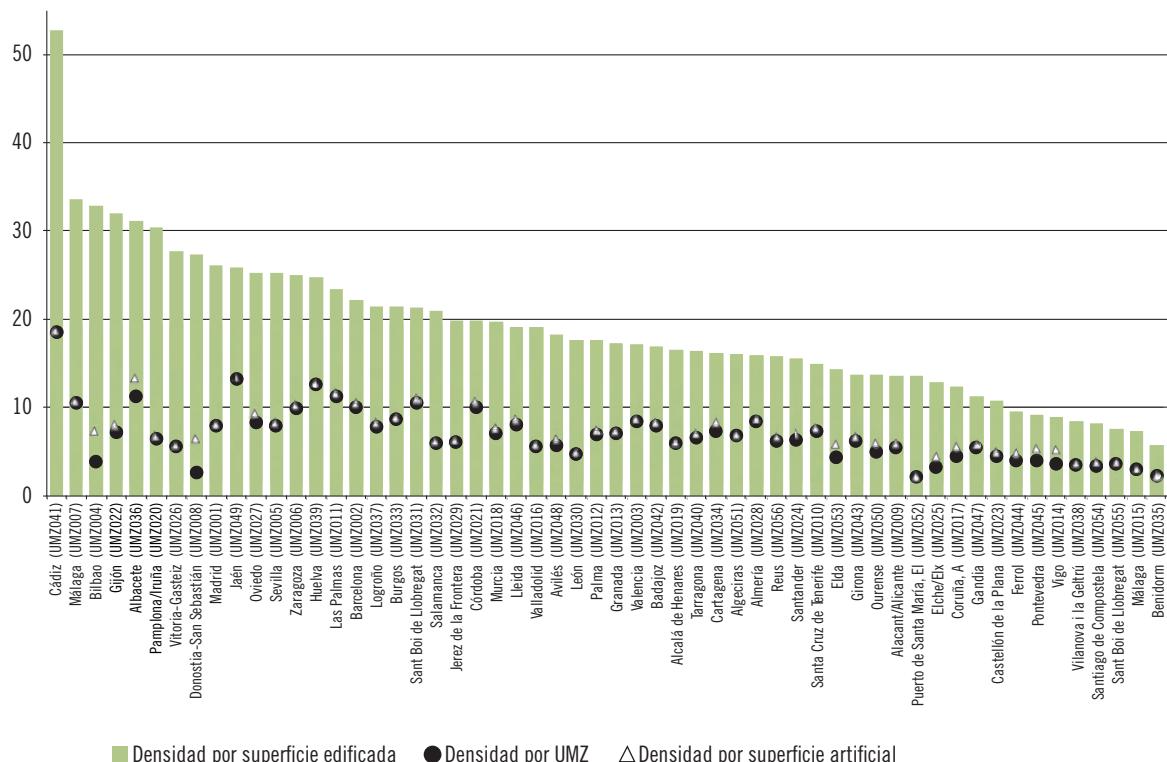


Gráfico 5.1 Densidades (habitantes/km²) según diversas superficies en las UMZ (millares)

Fuente: Elaboración propia.

cie construida: la superficie de la UMZ representa el 57% de la superficie total del municipio.

El gráfico 5.2 presenta los metros cuadrados de zona verde por habitante. Dada la composición de las UMZ y la estructura de coberturas del SIOSE, podemos distinguir entre varios tipos de zonas verdes. Por una parte, SIOSE incluye entre sus coberturas simples *zona verde artificial* y *arbolado urbano* (ZAU, 102), pero, dada la composición de las UMZ, también podemos incluir como zonas verdes las coberturas simples de *arbolado forestal* (310), *pastizales* (PST, 300) y *matorrales* (MTR, 320), que se incluyen mayoritariamente cuando están completamente dentro de las clases principales ampliadas. Resulta importante distinguir entre los diferentes tipos de zonas verdes. Así, el gráfico 5.2 ordena las UMZ en orden decreciente de metro cuadrado de zona verde total por habitante, distinguiendo según los tipos antes mencionados.

La UMZ con más metros cuadrados de zona verde por habitante, en todos los conceptos, resulta ser

Benidorm, en Alicante, donde se observa una clara dominancia de las *zonas verdes artificiales* y *de arbolado urbano* (ZAU, 102); sin embargo en muchas otras áreas urbanas las zonas verdes naturales cobran una mayor importancia. Esto es especialmente cierto en las UMZ del norte de España, como Donostia-San Sebastián, Bilbao, Vigo, Pontevedra o A Coruña, áreas con población dispersa, construcciones de poca altura y amplios espacios verdes naturales entre las edificaciones.

Aunque el gráfico 5.2 restringe su atención a las áreas urbanas de al menos 100.000 habitantes, si examinamos este indicador para áreas de tamaño inferior, observaremos que ciudades de tamaño intermedio presentan valores más elevados; así, ampliado la selección a las UMZ de al menos 50.000 habitantes, observamos que las 6 primeras del *ranking* pertenecen al intervalo entre 50 y 100 habitantes, con Estepona, en la provincia de Málaga, la primera en el *ranking*, y en 5 de ellas se superan los 100 metros cuadrados de zona verde por habitante.

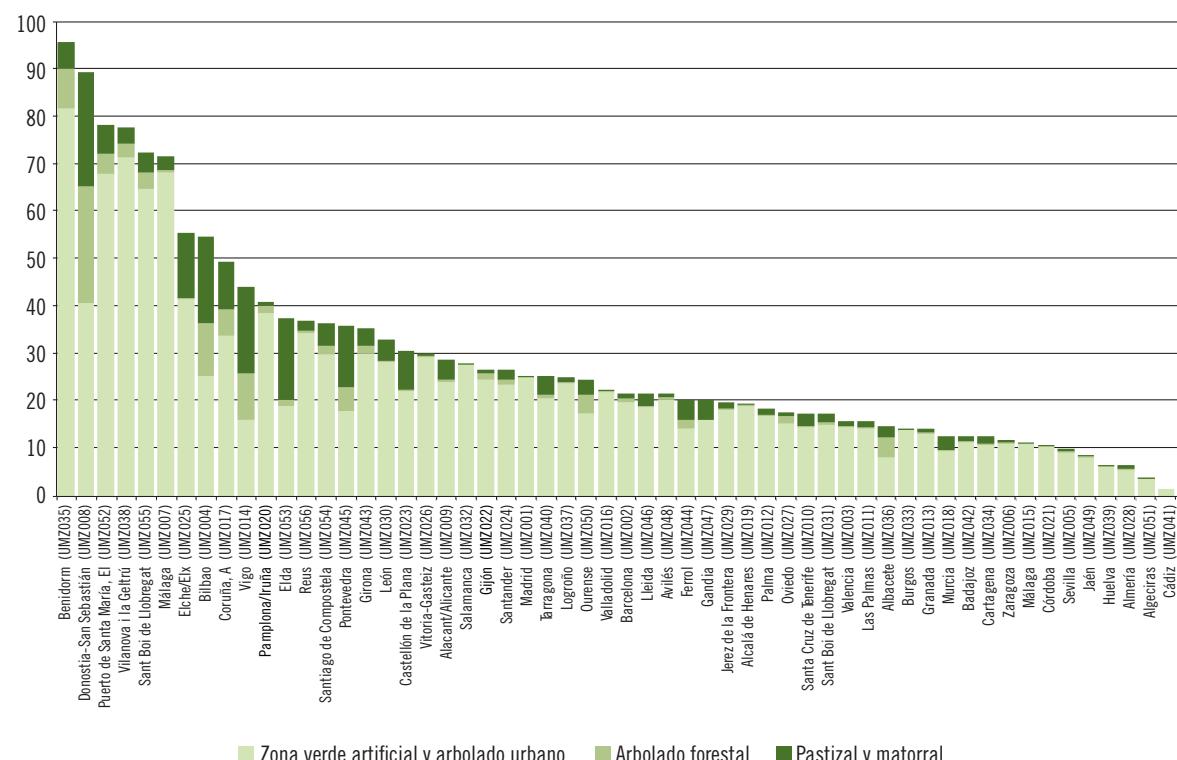


Gráfico 5.2 Zonas verdes por habitante (m²)

Fuente: Elaboración propia.

Si ampliamos la consideración a las UMZ de al menos 20.000 habitantes, observaremos que las dos primeras del *ranking* pertenecen al intervalo de entre 20 y 50.000 habitantes: Zarautz, en la provincia de Guipúzcoa, que engloba a 10 municipios, y la UMZ de Tarragona-El Vendrell-Torredembarra, englobando a un total de 8 municipios. En ambos se superan ligeramente los 180 metros cuadrados de zona verde por habitante.

Los indicadores de los gráficos 5.1 y 5.2 toman como base las coberturas simples del SIOSE, determinadas a partir de las superficies de los polígonos elementales que constituyen las UMZ. Sin embargo, estas fueron construidas a partir de las coberturas del modelo jerárquico SIOSE; por ello, es posible también ofrecer indicadores a partir de las coberturas de dicho modelo de datos.²⁹ El gráfico 5.3 ofrece un ejemplo.

El cuadro 4.3 muestra las coberturas del MJS al máximo nivel de desagregación. Al nivel 3 una de las coberturas es el espacio destinado a equipamiento deportivo, recreativo o cultural (clase 1.2.5), que incluye los parques urbanos pero también otro tipo de superficies, como parques recreativos o espacios culturales y religiosos. Naturalmente, para que un polígono sea clasificado como perteneciente a esta cobertura, su composición tiene que ser dominante a partir de la tabla de correspondencias entre las clases finales MJS y las coberturas SIOSE, pero esta es una característica común a todos los modelos jerárquicos de coberturas del suelo. Aceptando esta limitación, el gráfico 5.3 ofrece el *ranking* de las UMZ según los metros cuadrados de superficie destinada a equipamiento deportivo, recreativo o cultural (clase 1.2.5) por habitante. A la cabeza se sitúa el área urbana de Málaga, con casi 40 metros cuadrados por habitante. Las grandes áreas

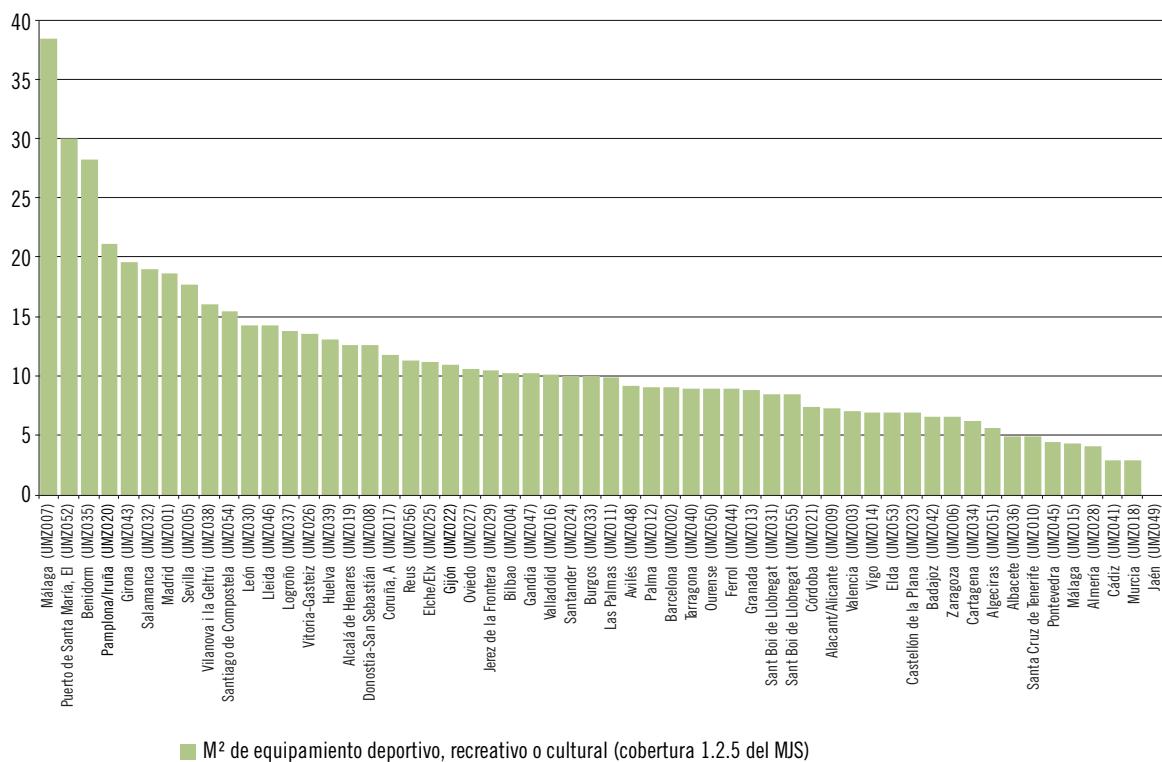


Gráfico 5.3 Superficie destinada a equipamiento deportivo, recreativo o cultural (m²)

Fuente: Elaboración propia.

²⁹ También sería posible, en principio, ofrecer indicadores a partir de las coberturas compuestas predefinidas del

modelo SIOSE original, que presta una gran atención a los aspectos urbanos.

urbanas, por encima de los 500.000 habitantes, no figuran entre los primeros puestos. La primera de ellas que encontramos es Madrid, en el puesto 6, seguida de Sevilla, en la siguiente posición. La segunda UMZ en población, Barcelona, aparece en el puesto 32, y la tercera, Valencia, en el puesto 41, de las 56 áreas consideradas.

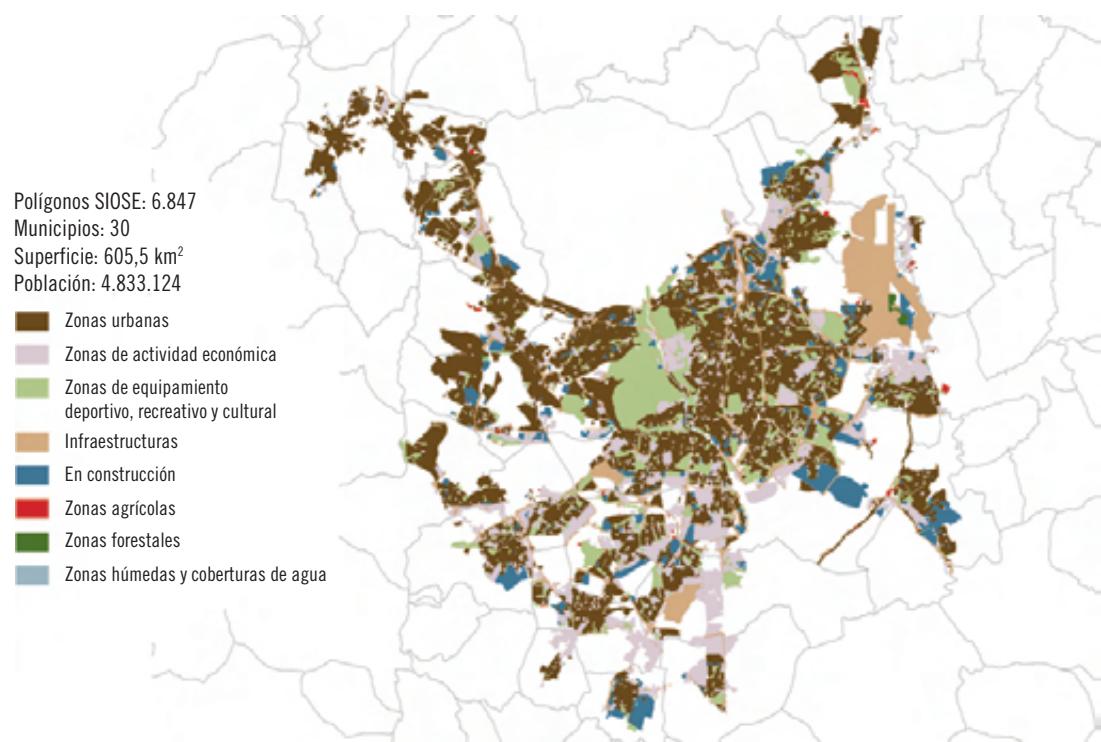
Finalmente, consideramos la estructura de coberturas de las tres UMZ que tienen más de un millón de habitantes: Madrid, Barcelona y Valencia.

En el mapa 5.3 se ofrece el área urbana de Madrid, lo que permite examinar su extensión y, en los gráficos 5.4 y 5.5, la estructura porcentual de coberturas de acuerdo con las coberturas simples SIOSE y las clases MJS.

El mapa 5.4 y los gráficos 5.6 y 5.7 ofrecen la misma información para el área urbana de Barcelona, y el mapa 5.5 y los gráficos 5.8 y 5.9 para el área urbana de Valencia. Es posible generar esta información para todas las UMZ elaboradas en este trabajo.

En general, las zonas urbanas del MJS, clase 1.1 al nivel 2, representan alrededor del 50% de la superficie de las UMZ, y estas representan una superficie mayor que la destinada a edificación en términos de las coberturas simples del SIOSE. Por su parte, las zonas de actividad, clase 1.2 de MJS, representan aproximadamente 1/3 de la superficie y las infraestructuras, clase 1.3 de MJS, alrededor del 10%. La estructura de coberturas en términos del modelo jerárquico SIOSE es mucho más estable que en términos de las coberturas simples de la base de datos original SIOSE.

Así, la superficie destinada a edificación resulta ser tan solo un 31% en la UMZ de Madrid, pero alcanza hasta el 49% en la de Valencia. Por su parte, las zonas verdes artificiales solo ocupan un 13% en Valencia, pero alcanzan hasta el 21% en Madrid. Los viales, aparcamientos y zonas peatonales sin vegetación tienen una importancia relativa similar en las tres UMZ, alrededor del 20% de la superficie total, y el suelo no edificado solo tiene una presencia significativa en el área de Madrid, con un 18% de superficie.



Mapa 5.3 UMZ de Madrid

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012).

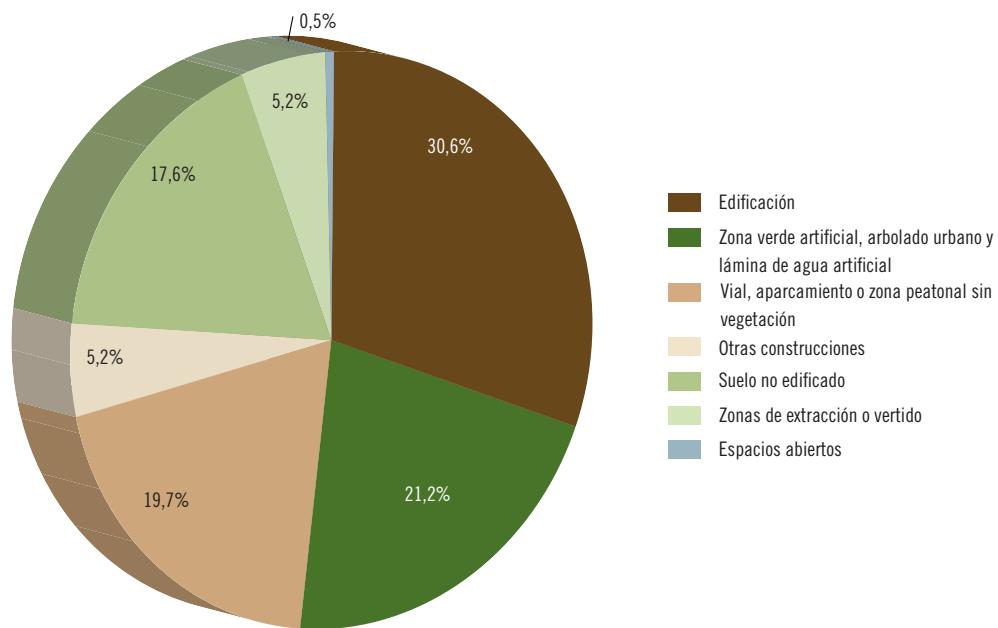


Gráfico 5.4 UMZ de Madrid: coberturas simples SIOSE

Fuente: Elaboración propia.

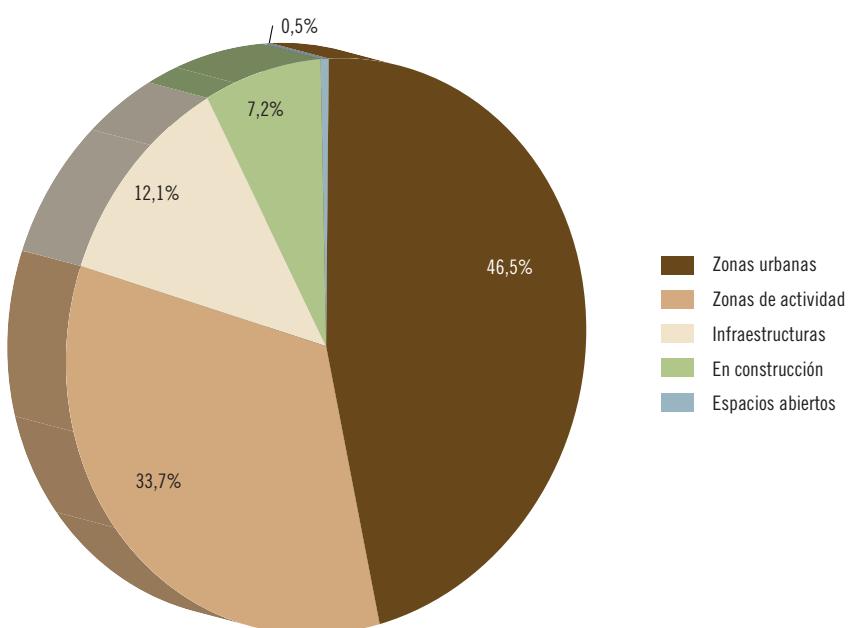
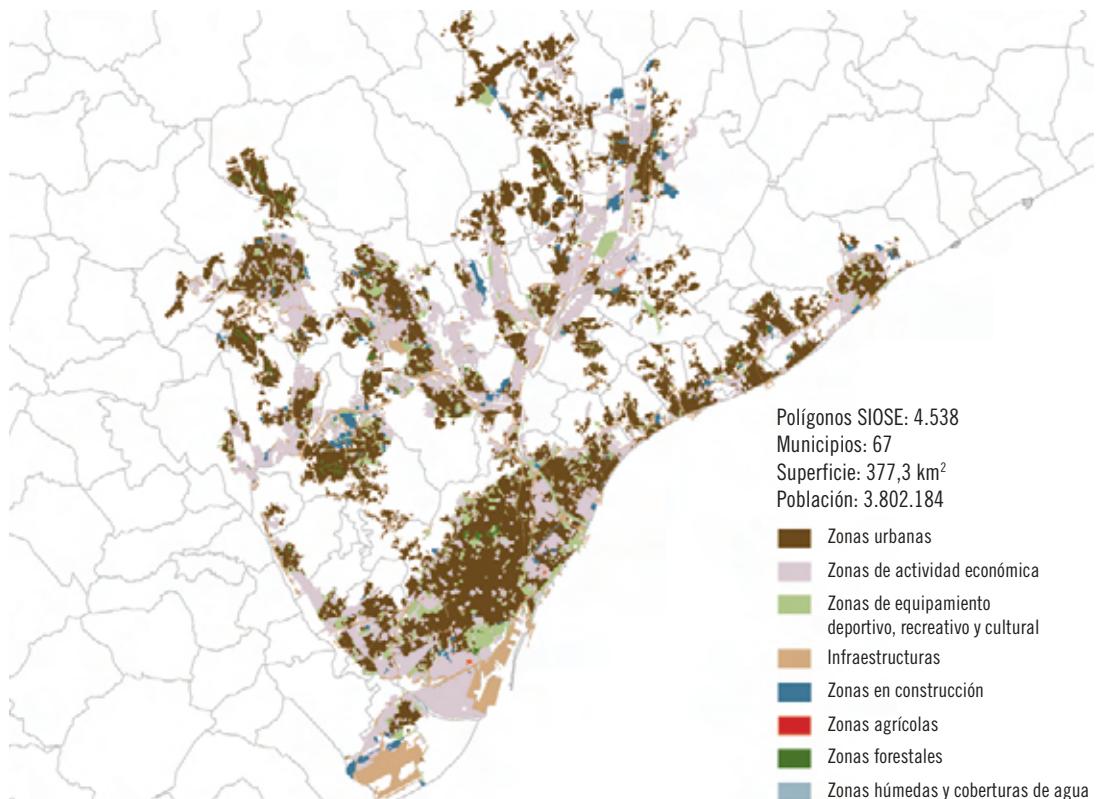


Gráfico 5.5 UMZ de Madrid: coberturas MJS

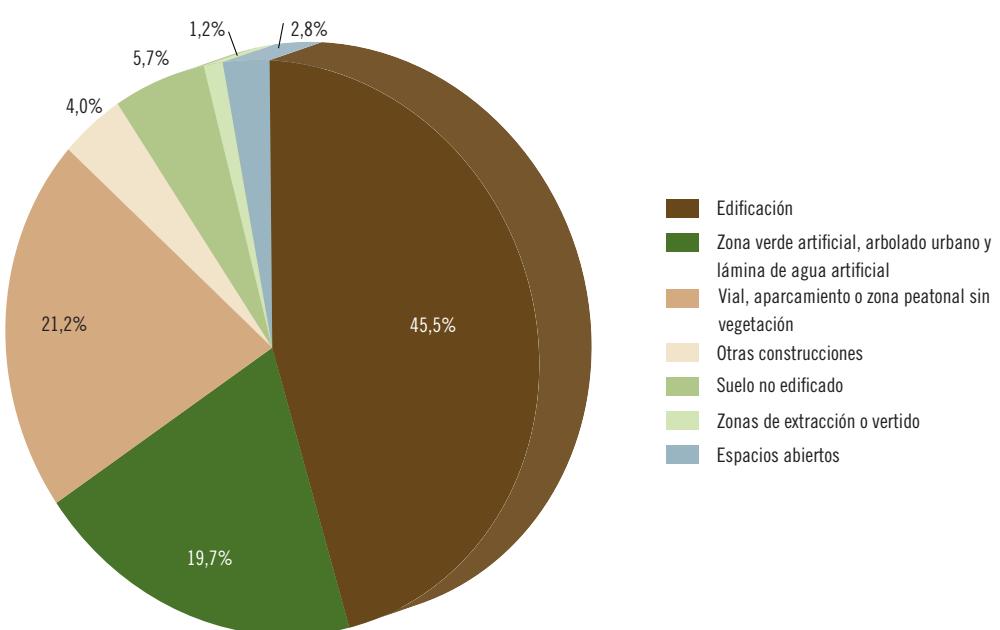
Fuente: Elaboración propia.

Los espacios abiertos, entendidos como los que no son clasificados como coberturas artificiales, son claramente marginales y en ningún caso llegan al 3% de la superficie total. Esto no es

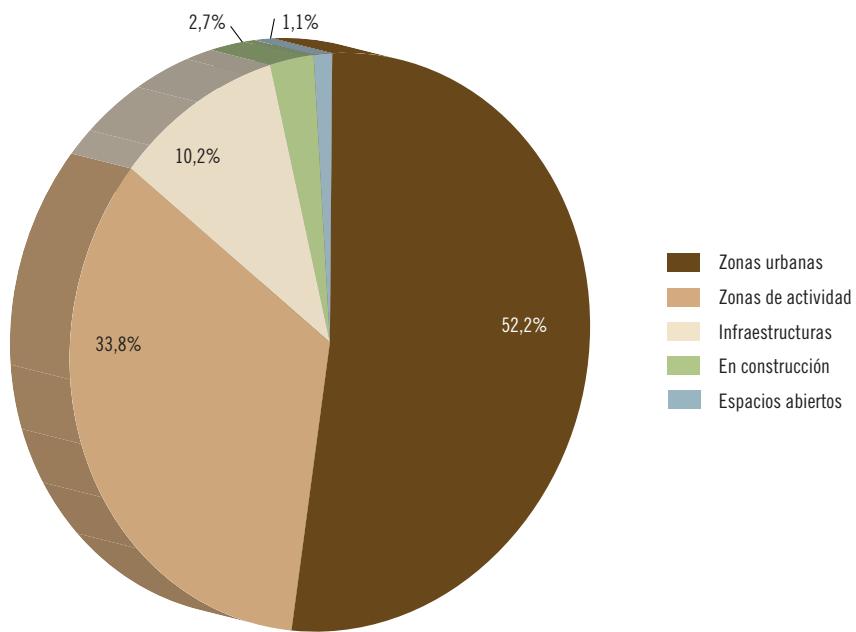
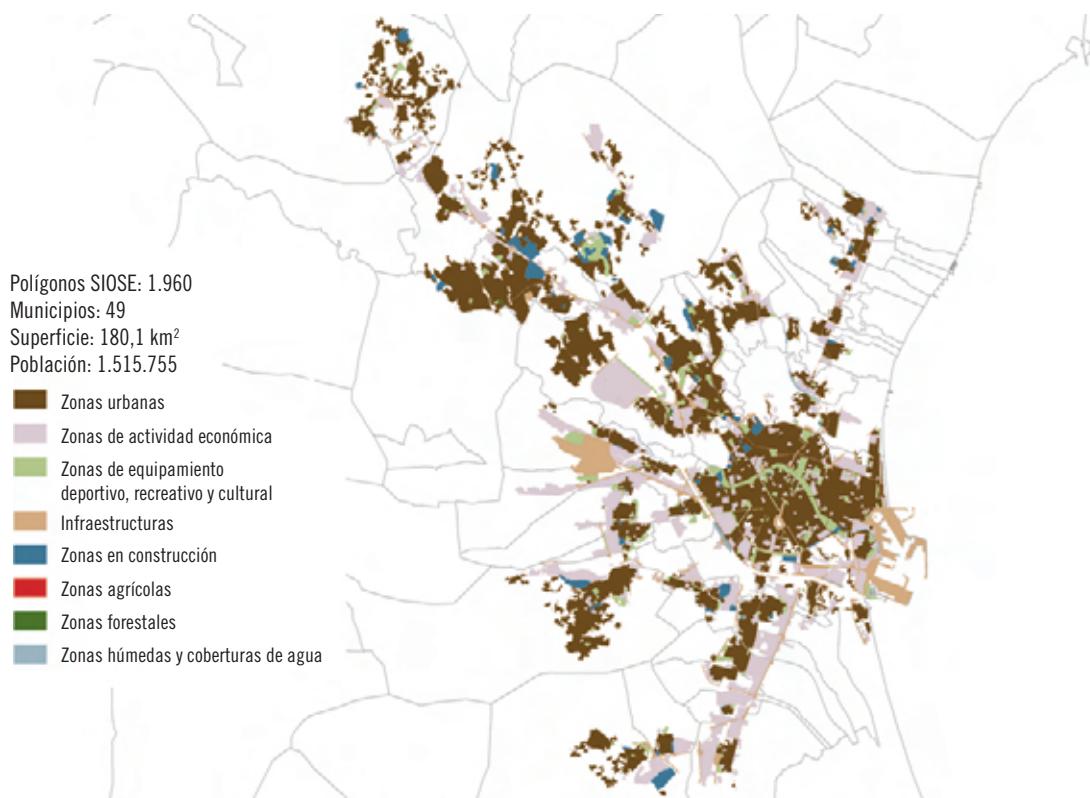
siempre así; un examen de diversas UMZ muestra una gran heterogeneidad en la composición de coberturas; así, por ejemplo, en las áreas urbanas del norte de España, con población más

**Mapa 5.4** UMZ de Barcelona

Fuente: Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012f).

**Gráfico 5.6** UMZ de Barcelona: coberturas simples SIOSE

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 5.7** UMZ de Barcelona: coberturas MJS*Fuente:* Elaboración propia.**Mapa 5.5** UMZ de Valencia*Fuente:* Elaboración propia a partir de ETN SIOSE (2012f).

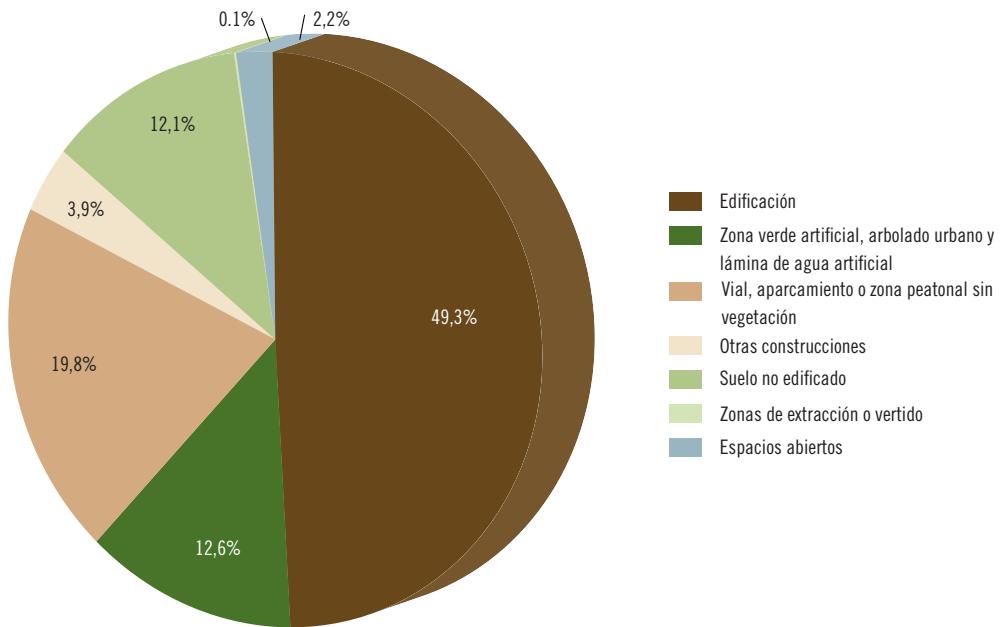


Gráfico 5.8 UMZ de Valencia: coberturas simples SIOSE

Fuente: Elaboración propia.

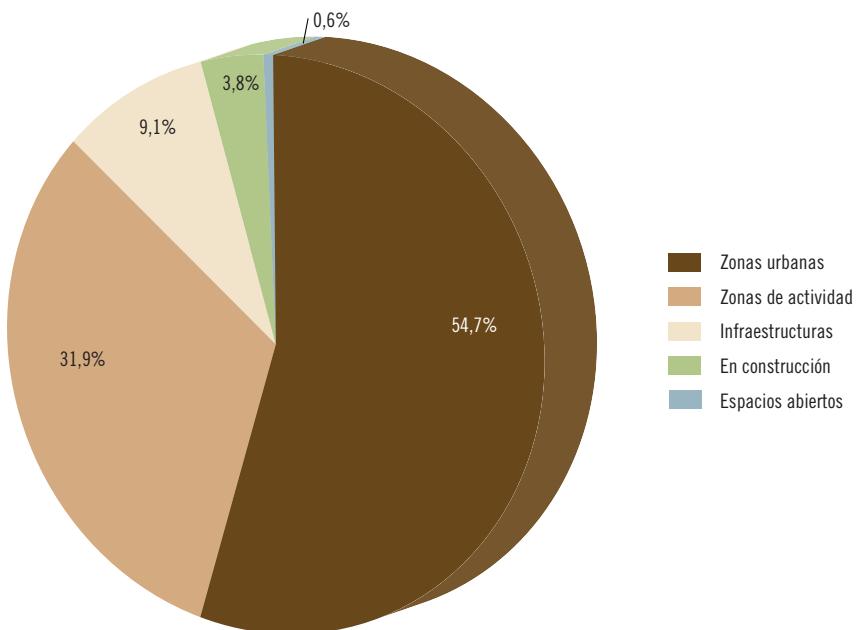


Gráfico 5.9 UMZ de Valencia: coberturas MJS

Fuente: Elaboración propia.

dispersa y amplias zonas verdes naturales, los espacios abiertos pueden llegar a constituir una parte significativa del total del área urbana, lo

que no es sino una muestra de la diversidad del mundo urbano en nuestro país.

Resumen y conclusiones

La mayoría de la población vive en ambientes urbanos; sin embargo, carecemos de una definición clara y precisa sobre el espacio que podemos delimitar como urbano y aquel que no lo es. Definiciones tradicionales (OCDE 1994, 2010b) y modernas (Ministerio de Fomento 2011, OCDE 2012a) descansan en exceso en la demografía y en los lindes administrativos que constituyen el marco de referencia para la recopilación de las estadísticas demográficas. La razón hay que buscarla, en parte, en la facilidad de aplicación una vez conocemos cifras de población y unas superficies de referencia sobre las que se asienta.

Este trabajo realiza una propuesta de áreas de morfología urbana que se abstrae tanto de la demografía como de los lindes administrativos. Nuestra aproximación tiene un claro precedente en las bases de datos impulsadas por la AEMA, en particular en la información sobre coberturas del suelo (Simon, Fons y Milego 2010). La idea de partida es clara: los procesos de urbanización están altamente relacionados, no solo con la demografía, sino también con la transformación del territorio (ESPON [Bengs y Schmidt-Thomé 2007]), y esta huella del hombre sobre el terreno que habita debe ser visible en las recientes bases de coberturas y usos del suelo. Si en el contexto de la sostenibilidad del crecimiento se han acuñado términos como la huella ecológica (Kitzes *et al.* 2008; Global Footprint Network 2009), en los procesos de urbanización podríamos hablar de la huella que impermeabiliza el suelo (*soil sealing footprint*), en el sentido de que los procesos de urbanización van asociados a porcentajes crecientes de suelo impermeabilizado por la acción del hombre sobre el territorio.

La reciente disponibilidad del SIOSE, con mucha mayor resolución que *CORINE Land Cover*, base de datos de ocupación del suelo de referencia europea, nos permite acometer el proceso de generación de áreas urbanas sin referencia inicial a la demografía, y sin partir de artificiales lindes administrativos, sino de los polígonos homogéneos de coberturas del suelo proporcionados por SIOSE. Ambos aspectos, demografía y relación con la administración del Estado a nivel local, pueden ser incorporados a posteriori, tal y como muestra el capítulo 5.

Nuestra propuesta de áreas urbanas, que descansa sobre criterios morfológicos y se encuentra referida a 2006, se ofrece en el apéndice 5 de este trabajo. Se incorpora también una estimación de la población asociada a cada zona de morfología urbana (UMZ), así como los municipios que le dan soporte. La asignación de población a las áreas urbanas ha sido posible gracias a la disponibilidad de la *grid* de población de Goerlich y Cantarino (2012). La relación entre el hábitat humano y su entorno requiere de sistemas de información flexibles en los que la combinación y el análisis de estadísticas se realicen con facilidad y eficiencia. En este contexto las *grids* resultan ser un sistema de referencia zonal tremadamente versátil, y permiten asignar población a áreas no directamente relacionadas con los sistemas de recopilación de la información demográfica.

Esta clasificación puede compararse con otras iniciativas de organismos oficiales, por ejemplo la propuesta del Ministerio de Fomento (2011), y puede tomarse como punto de partida si lo que se desea es una jerarquía de áreas urbanas totalmen-

te delineada a partir de términos municipales, de forma que un municipio no pueda pertenecer a dos o más áreas de forma simultánea.³⁰

Entre los aspectos importantes que nuestra propuesta ignora, por no estar directamente relacionada con las coberturas del suelo y por ausencia de información reciente con carácter general para toda España, son los aspectos funcionales ligados a la movilidad intradía, conectado a su vez con la accesibilidad de infraestructuras de transporte urbano. La determinación de radios de influencia de los centros de trabajo es un aspecto que necesariamente deberá ser abordado en el futuro para una correcta delimitación de las áreas urbanas (OCDE 2012a).

El complejo sistema de información de la base de datos de coberturas del suelo utilizada, SIOSE, hizo necesario el desarrollo de una nomenclatura propia que permitiera la transformación del SIOSE en un modelo jerárquico, MJS, similar a

CLC pero con una resolución mucho más elevada. Este modelo, que no pierde el enlace a la base de datos original, puede ser visto como una geometría intermedia o como un modelo de coberturas del suelo en sí mismo, y constituye un importante producto colateral de este trabajo.

Como conclusión final, podemos decir que la propuesta de áreas de morfología urbana presentada en este informe deberá ser contrastada frente a otras tipologías obtenidas a partir de otros enfoques, con el objeto de alcanzar el consenso sobre la «acepción de lo urbano» que reclamábamos al comienzo del trabajo. En cualquier caso, dichas áreas urbanas tienen un enorme potencial de investigación. Dado el calendario previsto para la actualización del SIOSE, los métodos aplicados por nosotros pueden ser rutinariamente utilizados para actualizar el modelo jerárquico y las áreas de morfología urbana, y a partir de aquí estudiar cambios en el tamaño y coberturas del suelo urbano.³¹

³⁰ En el caso de que un municipio pertenezca a dos o más UMZ, lo que subsiste es la existencia de núcleos urbanos diferenciados, y de cierta importancia, dentro de un mismo municipio, dado que la división administrativa municipal no es la más adecuada para estudiar los procesos de urbanización sobre el territorio.

³¹ La información generada a lo largo de este estudio, en particular el modelo jerárquico SIOSE, las UMZ, su enlace a los polígonos originales SIOSE y la estructura municipal que hay detrás de las áreas urbanas se encuentran disponibles para los investigadores que lo soliciten en publicaciones@ivie.es.

Apéndices

A.1. COBERTURAS DE CORINE LAND COVER

El programa CORINE (*Coordination of Information on the Environment*) fue establecido por la Comisión Europea en 1985 (CE/338/85) con el objetivo de recopilar, coordinar y homogeneizar la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales a nivel europeo, y todo ello en el contexto de los Sistemas de Información Geográfica (GIS).³²

El proyecto sobre coberturas del suelo, *CORINE Land Cover* (CLC), tiene como objetivo fundamental la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre coberturas del territorio mediante la interpretación de imágenes recogidas por los satélites Landsat y Spot.³³ Desde 1995 CLC es responsabilidad de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA; European Environment Agency, EEA), la cual distribuye los datos en su sitio web. Actualmente existen tres ediciones de CLC con fechas de referencia 1990, CLC90, 2000, CLC2000, y 2006, CLC2006; se encuentra en proceso una nueva actualización para 2012

³² GIS: *Geographical Information System*. Los acrónimos utilizados en el texto se corresponden a su original en inglés, por la internacionalización de su uso y para evitar equivocos.

³³ Otros proyectos dentro del programa CORINE son CORINE Air, CORINE Coastal Erosion o CORINE Biotopes.

³⁴ Este es el fichero inicial de distribución, descargado el 13 de septiembre de 2010; posteriormente el CNIG ha sustituido el fichero único por dos ficheros: uno para la Península, Illes Balears, las ciudades de Ceuta y Melilla, con las características técnicas señaladas, y otro para Canarias, en sistema de referencia geodésico REGCAN95 (compatible con WGS84) y proyección UTM en el huso 28N.

El sistema de referencia geodésico oficial para Canarias es REGCAN95, completamente compatible con los

dentro del programa GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*).

Los resultados de CLC que aparecen en este trabajo proceden de la edición de 2006, CLC2006; del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). El fichero de trabajo es único para toda España, incluida Canarias, y se ofrecen en formato vectorial *shapefile* de ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), sistema de referencia geodésico ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*) y proyección UTM (*Universal Transverse Mercator*) en el huso 30N.³⁴

Las principales características técnicas de CLC2006 son las siguientes:

- *Escala cartográfica*: 1:100.000.
- *Unidad mínima cartografiable* (MMU): 25 hectáreas.
- *Anchura mínima de elementos lineales*: 100 metros.
- *Modelo de datos*: jerárquico: 3 niveles y 44 clases al nivel 3.³⁵
- *Sistema geodésico de referencia*: ETRS89.

sistemas ETRS89 y WGS84. De hecho REGCAN95 no está implementado en ArcGIS 9.3, por lo que el IGN, cuando ofrece datos georreferenciados para Canarias, incluye un archivo de georreferenciación en WGS84, cuya transformación a ETRS89 es inmediata para la precisión con la que trabajamos.

³⁵ Existe una versión de CLC con cinco niveles y mayor resolución, no disponible con generalidad para todo el territorio (IGN 2002). Adicionalmente, el desarrollo del Atlas Urbano Europeo (*Urban Atlas*) ha generado una nomenclatura a cinco niveles basada en CLC en la que se ofrece mucho mayor detalle para las coberturas artificiales, que es desagregada en 17 clases frente a las 11 de CLC (Unión Europea 2011).

- *Sistema cartográfico de proyección: UTM (Universal Transverse Mercator), huso 30 extendido.*

El cuadro A.1.1 ofrece la descripción de contenidos de los 3 niveles y las 44 coberturas de CLC. El fichero de trabajo consta de 155.770 polígonos (155.732 descontando los 38 de la clase

5.2.3 Mares y océanos), y ofrece la superficie por polígono (en hectáreas). El tamaño medio por polígono resulta ser de 3,3 kilómetros cuadrados, pero la dispersión en tamaños es extremadamente elevada, con una desviación típica de 42 kilómetros cuadrados, un tamaño mínimo de tan solo 0,53 áreas y un tamaño máximo de 7.695 kilómetros cuadrados.

CUADRO A.1.1: Coberturas de *CORINE Land Cover* al nivel 3

1. Superficies artificiales

1.1. Zonas urbanas

1.1.1. Tejido urbano continuo

1.1.2. Tejido urbano discontinuo

Se incluyen: Estructura urbana abierta

Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas

1.2. Zonas industriales, comerciales y de transportes

1.2.1. Zonas industriales o comerciales

Se incluyen: Zonas industriales

Grandes superficies de equipamientos y servicios

1.2.2. Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados

Se incluyen: Autopistas, autovías y terrenos asociados

Complejos ferroviarios

1.2.3. Zonas portuarias

1.2.4. Aeropuertos

1.3. Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción

1.3.1. Zonas de extracción minera

1.3.2. Escombreras y vertederos

1.3.3. Zonas en construcción

1.4. Zonas verdes artificiales, no agrícolas

1.4.1. Zonas verdes urbanas

1.4.2. Instalaciones deportivas y recreativas

Se incluyen: Campos de golf

Resto de instalaciones deportivas y recreativas

2. Zonas agrícolas

2.1. Tierras de labor

2.1.1. Tierras de labor en secano

2.2.2. Terrenos regados permanentemente

Se incluyen: Cultivos herbáceos en regadío

Otras zonas de irrigación

2.2.3. Arrozales

2.2. Cultivos permanentes

2.2.1. Viñedos

Se incluyen: Viñedos en secano

Viñedos en regadío

2.2.2. Frutales

CUADRO A.1.1 (cont.): Coberturas de CORINE Land Cover al nivel 3

Se incluyen:	Frutales en secano
	Frutales en regadío, y dentro de ellos:
	Cítricos
	Frutales tropicales
	Otros frutales en regadío
2.2.3. Olivares	
Se incluyen:	Olivares en secano
	Olivares en regadío
2.3. Prados y praderas	
2.3.1. Prados y praderas	
2.4. Zonas agrícolas heterogéneas	
2.4.1. Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	
Se incluyen:	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano
	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío
2.4.2. Mosaico de cultivos	
Se incluyen:	Mosaico de cultivos en secano, y dentro de ellos:
	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano
	Mosaico de cultivos permanentes en secano
	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano
	Mosaico de cultivos en regadío, y dentro de ellos:
	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío
	Mosaico de cultivos permanentes en regadío
	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío
	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío
2.4.3. Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural y seminatural	
Se incluyen:	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural
	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural
	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural
2.4.4. Sistemas agroforestales	
Se incluyen:	Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado
	Cultivos agrícolas con arbolado adehesado
3. Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos	
3.1. Bosques	
3.1.1. Bosques de frondosas	
Se incluyen:	Perennifolias
	Caducifolias y marcescentes
	Otras frondosas de plantación
	Mezcla de frondosas
	Bosques de ribera
	Laurisilva macaronésica
3.1.2. Bosques de coníferas	
Se incluyen:	Bosques de coníferas con hojas aciculares

CUADRO A.1.1 (cont.): Coberturas de CORINE Land Cover al nivel 3

Bosques de coníferas con hojas de tipo cupresáceo
3.1.3. Bosque mixto
3.2. Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea
3.2.1. Pastizales naturales
Se incluyen: Pastizales supraforestales, y dentro de ellos:
Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocanábricos
Pastizales supraforestales mediterráneos
Otros pastizales, y dentro de ellos:
Otros pastizales templado oceánicos
Otros pastizales mediterráneos
3.2.2. Landas y matorrales mesófilos
Se incluyen: Landas y matorrales en climas húmedos
Vegetación mesófila
Fayal-brezal macaronésico
3.2.3. Matorrales esclerófilos
Se incluyen: Matorrales esclerófilos mediterráneos, y dentro de ellos:
Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso
Matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos
Matorrales xerófilos macaronésicos
3.2.4. Matorral boscoso de transición
Se incluyen: Matorral boscoso de frondosas
Matorral boscoso de coníferas
Matorral boscoso de bosque mixto
3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación
3.3.1. Playas, dunas y arenas
Se incluyen: Playas y dunas
Ramblas con poca o sin vegetación
3.3.2. Roquedo
Se incluyen: Rocas desnudas con fuerte pendiente (acantilados, etc.)
Afloramientos rocosos y canchales
Coladas lávicas cuaternarias
3.3.3. Espacios con vegetación escasa
Se incluyen: Xeroestepa subdesértica
Cáravas y/o zonas en proceso de erosión
Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa
3.3.4. Zonas quemadas
3.3.5. Glaciares y nieves permanentes
4. Zonas húmedas
4.1. Zonas húmedas continentales
4.1.1. Humedales y zonas pantanosas
4.1.2. Turberas y prados turbosos
4.2. Zonas húmedas litorales
4.2.1. Marismas
4.2.2. Salinas
4.2.3. Zonas llanas intermareales
5. Superficies de agua
5.1. Aguas continentales
5.1.1. Cursos de agua

CUADRO A.1.1 (cont.): Coberturas de *CORINE Land Cover* al nivel 3

Se incluyen:	Ríos y cauces naturales
	Canales artificiales
5.1.2. Láminas de agua	
Se incluyen:	Lagos y lagunas
	Embalses
5.2. Aguas marinas	
5.2.1. Lagunas costeras	
5.2.2. Estuarios	
5.2.3. Mares y océanos	

Fuente: IGN (2010a).

La superficie por clase y su estructura porcentual para toda España se muestran en el cuadro A.1.2 en kilómetros cuadrados. Dada la proyección y huso geográfico del fichero de trabajo, es necesario tener en cuenta que la proyección UTM no conserva superficies, y que no todas las superficies de este

trabajo utilizan el mismo sistema de proyección y/o huso geográfico. El apéndice 3 comenta brevemente sobre estas cuestiones que están frecuentemente ausentes, tanto en trabajos que incorporan información geográfica como incluso en documentos de carácter más técnico (IGN 2007a).

CUADRO A.1.2: Superficies de las coberturas de *CORINE Land Cover 2006* al nivel 3

Coberturas CLC-Nivel 3	Km ²	Porcentaje
1. Superficies artificiales	10.195	2,00
1.1. Zonas urbanas	6.340	1,25
1.1.1. Tejido urbano continuo	2.937	0,58
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.403	0,67
1.2. Zonas industriales, comerciales y de transportes	1.979	0,39
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.468	0,29
1.2.2. Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	212	0,04
1.2.3. Zonas portuarias	108	0,02
1.2.4. Aeropuertos	191	0,04
1.3. Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	1.528	0,30
1.3.1. Zonas de extracción minera	756	0,15
1.3.2. Escombreras y vertederos	59	0,01
1.3.3. Zonas en construcción	713	0,14
1.4. Zonas verdes artificiales, no agrícolas	348	0,07
1.4.1. Zonas verdes urbanas	67	0,01
1.4.2. Instalaciones deportivas y recreativas	282	0,06
2. Zonas agrícolas	254.042	49,94
2.1. Tierras de labor	121.124	23,81
2.1.1. Tierras de labor en secano	97.637	19,19
2.1.2. Terrenos regados permanentemente	22.036	4,33
2.1.3. Arrozales	1.451	0,29
2.2. Cultivos permanentes	36.001	7,08
2.2.1. Viñedos	8.394	1,65
2.2.2. Frutales	8.930	1,76
2.2.3. Olivares	18.677	3,67

CUADRO A.1.2 (cont.): Superficies de las coberturas de CORINE Land Cover 2006 al nivel 3

	Coberturas CLC-Nivel 3	Km ²	Porcentaje
2.3. Prados y praderas		6.515	1,28
2.3.1. Prados y praderas		6.515	1,28
2.4. Zonas agrícolas heterogéneas		90.403	17,77
2.4.1. Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes		1.427	0,28
2.4.2. Mosaico de cultivos		38.863	7,64
2.4.3. Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural y seminatural		25.078	4,93
2.4.4. Sistemas agroforestales		25.036	4,92
3. Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos		240.017	47,18
3.1. Bosques		91.796	18,04
3.1.1. Bosques de frondosas		37.779	7,43
3.1.2. Bosques de coníferas		38.913	7,65
3.1.3. Bosque mixto		15.103	2,97
3.2. Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea		135.389	26,61
3.2.1. Pastizales naturales		26.716	5,25
3.2.2. Landas y matorrales mesófilos		9.452	1,86
3.2.3. Matorrales esclerófilos		52.387	10,30
3.2.4. Matorral boscoso de transición		46.834	9,21
3.3. Espacios abiertos con poca vegetación o sin ella		12.832	2,52
3.3.1. Playas, dunas y arenas		481	0,09
3.3.2. Roquedo		2.418	0,48
3.3.3. Espacios con vegetación escasa		9.368	1,84
3.3.4. Zonas quemadas		554	0,11
3.3.5. Glaciares y nieves permanentes		11	0,00
4. Zonas húmedas		1.114	0,22
4.1. Zonas húmedas continentales		550	0,11
4.1.1. Humedales y zonas pantanosas		544	0,11
4.1.2. Turberas y prados turbosos		6	0,00
4.2. Zonas húmedas litorales		565	0,11
4.2.1. Marismas		298	0,06
4.2.2. Salinas		198	0,04
4.2.3. Zonas llanas intermareales		69	0,01
5. Superficies de agua		5.973	0,66
5.1. Aguas continentales		3.000	0,59
5.1.1. Cursos de agua		492	0,10
5.1.2. Láminas de agua		2.508	0,49
5.2. Aguas marinas		2.972	0,07
5.2.1. Lagunas costeras		210	0,04
5.2.2. Estuarios		137	0,03
5.2.3. Mares y océanos		2.625	-
Total		511.340	-
Superficie total de España		508.715	100,00

Notas: La superficie constaba como campo (en ha), para cada polígono, en el fichero descargado. La superficie total de España no considera la cobertura 5.2.3 Mares y océanos. La estructura porcentual no tiene en cuenta dicha cobertura y se calcula sobre la superficie total de España.

Fuente: IGN (2010b).

A.2. EL MODELO DE DATOS DEL SIOSE: COBERTURAS SIMPLES, COMPUESTAS Y ATRIBUTOS

A pesar del gran avance que ha constituido CLC, como primera base de datos de ocupación del suelo de ámbito europeo y duración prolongada en el tiempo, permitiendo estudiar la evolución de la cubierta terrestre europea en los últimos veinte años, su falta de resolución en algunos aspectos clave hizo pronto patente la necesidad de una mayor información que la proporcionada por CLC, al menos a escala nacional. Por esta razón, en 2005 la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN) puso en marcha el denominado *Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España* (SIOSE), con el objeto de generar una base de datos de ocupación y uso del suelo para toda España a escala 1:25.000 con imágenes de referencia correspondientes a 2005 (SIOSE2005). Aunque los datos de ocupación han sido ampliamente desarrollados en dicha base de datos, la parte de usos está actualmente todavía en elaboración.

El SIOSE se enmarca dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio en España (PNOT), que dirige y coordina el IGN/CNIG. Para la producción del SIOSE se dividió el territorio nacional en áreas con una ocupación del suelo homogénea en cuanto a cobertura del suelo se refiere, siguiendo un complejo modelo de datos previamente establecido, y que ha sido descrito de forma somera en el capítulo 4 de este trabajo. Estas áreas se representaron gráficamente mediante polígonos, a partir de la fotointerpretación de las imágenes del satélite Spot5 para el año 2005, que constituye la referencia geométrica y temporal de la primera versión de la base de datos (SIOSE2005). No obstante se incorporaron al proyecto multitud de bases de datos, incluyendo las ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), imágenes del satélite Landsat y otras bases de

datos de ocupación del suelo de mayor escala aportadas por las comunidades autónomas en un sistema de integración multiescala. Adicionalmente se realizó un amplio trabajo de campo con el objetivo de comprobar la realidad existente en el terreno, y que ha dado lugar a una base de datos de fotografías georreferenciadas y uniformemente distribuidas por todo el territorio nacional, que pueden visualizarse en el visor de imágenes IberPix del IGN.

En la actualidad solo está disponible a nivel nacional SIOSE2005, que es la base de datos utilizada en este estudio, estando ya en sus fases finales de producción SIOSE2009 y previendo una nueva actualización a 2012 coincidente con la producción de CLC.

Los datos del SIOSE2005 utilizados en este trabajo fueron suministrados por el CNIG, mediante descarga *ftp* tras su solicitud.³⁶ La distribución es por comunidades autónomas, excepto Andalucía que se distribuye en cuatro trozos, y el formato es GeoDataBase (GDB) personal compatible con ArcGIS de ESRI, es decir, una base de datos Access con la geometría de polígonos integrada en formato vectorial.³⁷ Cada comunidad autónoma incorpora un fichero adicional de metadatos en formato *xml*. Adicionalmente se suministra una base de datos Access que contiene, a nivel nacional, diferentes tablas planas con información de las diferentes coberturas, y que no incorpora la geometría; su finalidad es la realización de consultas sencillas sobre coberturas del suelo que no requieran salida gráfica. El sistema de referencia geodésico es ETRS89, excepto Canarias donde se utiliza el WGS84 (*World Geodetic System 1984*), y la proyección es UTM en el huso correspondiente, es decir, 28N para Canarias, 29N para Galicia, 31N para Cataluña e Illes Balears y 30N para el resto de España.

Las principales características técnicas del SIOSE2005 son las siguientes:

³⁶ Desde aquí queremos agradecer al Equipo Técnico Nacional SIOSE, en particular a María Elena Caballero y Julián Delgado, su disponibilidad a facilitarnos la información, incluso antes de estar a disposición del público, al objeto de familiarizarnos con esta compleja estructura de organizar la información sobre coberturas del suelo.

Desde octubre de 2011 la información del SIOSE2005 puede ser descargada gratuitamente desde Centro de Descargas del CNIG.

³⁷ El software GIS compatible con el SIOSE se describe en ETN SIOSE (2011b).

- *Escala cartográfica:* 1:25.000.
- *Unidad mínima cartografiable (MMU):*
 - 0,5 hectáreas: cultivos forzados, coberturas húmedas, playas, vegetación de ribera y acantilados marinos.
 - 1 hectárea: zonas urbanas y láminas de agua.
 - 2 hectáreas: zonas agrícolas, forestales y naturales.
- *Anchura mínima de elementos lineales:* 15 metros.
- *Modelo de datos:* orientado a objetos: 40 clases simples y 46 clases compuestas predefinidas.
- *Sistema geodésico de referencia:* ETRS89, excepto Canarias, que utiliza WGS84.
- *Sistema cartográfico de proyección:* UTM, huso correspondiente a cada comunidad autónoma (Canarias H28, Galicia H29, Cataluña e Illes Balears H31 y el resto de la Península, junto con Ceuta y Melilla, H30).

El mapa A.2.1 ofrece una imagen visual de la diferente resolución geométrica del SIOSE frente a CLC.

La característica más innovadora del SIOSE es su modelo de datos orientado a objetos, es decir, frente al modelo jerárquico tradicional seguido por CLC de asignación de una única cobertura a todo un polígono en función de la cobertura dominante, el SIOSE se basa en un modelo de datos con filosofía de orientación a objetos. Partiendo de dos entidades fundamentales (el polígono y la cobertura asociada al mismo), el SIOSE describe las coberturas de cada polígono a partir de una clasificación inicial de coberturas simples, y mediante una serie de parámetros, atributos, relaciones y reglas de consistencia (ETN SIOSE 2011a, 2011c, 2011d, 2011e).

De esta forma, el SIOSE no se limita a una mera clasificación de polígonos en función de una única nomenclatura; por ejemplo, la que aparece en el



Mapa A.2.1 Comparación de la resolución geométrica entre SIOSE2005 y CLC2006

Fuente: Elaboración propia a partir de CLC2006 (IGN 2010b) y SIOSE2005 (ETN SIOSE 2012).

cuadro A.1.1 relativa a CLC. Por el contrario, posibilita la asignación de una o múltiples coberturas, incluyendo coberturas compuestas, susceptibles de anidación, para un único polígono, mediante porcentajes de ocupación y atributos, y todo ello sujeto a unas reglas precisas. Por tanto, el SIOSE ofrece una información mucho más compleja que las clasificaciones temáticas tradicionales a las

que estamos acostumbrados, pero a su vez es mucho más versátil, ya que puede ser adaptada a las necesidades del propio investigador.³⁸

El cuadro A.2.1 ofrece el listado de coberturas simples y sus agrupaciones. Solo las coberturas que tienen etiqueta definida son coberturas simples SIOSE2005, 40 en total. Se ofrece tam-

CUADRO A.2.1: Coberturas simples del SIOSE2005

Código	Nombre	Etiqueta	Km ²	Porcentaje
100 Cobertura artificial			18.702	3,70
101	Edificación	EDF	5.651	1,12
102	Zona verde artificial y arbolado urbano	ZAU	1.633	0,32
103	Lámina de agua artificial	LAA	731	0,14
104	Vial, aparcamiento o zona peatonal sin vegetación	VAP	4.626	0,91
111	Otras construcciones	OCT	817	0,16
121	Suelo no edificado	SNE	3.921	0,77
131	Zonas de extracción o vertido	ZEV	1.323	0,26
200 Cultivos			190.622	37,67
210	Cultivos herbáceos		133.998	26,48
211	Arroz	CHA	1.338	0,26
212	Cultivos herbáceos distintos de arroz	CHL	132.660	26,22
220	Cultivos leñosos		49.720	9,83
221	Frutales		13.458	2,66
222	Frutales cítricos	LFC	3.404	0,67
223	Frutales no cítricos	LFN	10.054	1,99
231	Viñedo	LVI	10.771	2,13
232	Olivar	LOL	24.330	4,81
241	Otros cultivos leñosos	LOC	1.161	0,23
290	Prados	PRD	6.904	1,36
300 Pastizal		PST	89.716	17,73
310 Arbolado forestal			91.779	18,14
311	Frondosas		50.872	10,05
312	Frondosas caducifolias	FDC	23.012	4,55
313	Frondosas perennifolias	FDP	27.860	5,51
316	Coníferas	CNF	40.907	8,08
320 Matorral		MTR	85.455	16,89

³⁸ El documento resumen sobre SIOSE2005 del IGN (2011) ofrece información sencilla sobre explotaciones alternativas de la información contenida en SIOSE,

incluyendo la nomenclatura diseñada para la visualización de los datos SIOSE en el visor de cartografía IberPix del IGN.

CUADRO A.2.1 (cont.): Coberturas simples del SIOSE2005

Código	Nombre	Etiqueta	Km ²	Porcentaje
330	Terrenos sin vegetación		25.302	5,00
331	Playas, dunas y arenas	PDA	354	0,07
333	Suelo desnudo	SDN	15.764	3,12
334	Zonas quemadas	ZQM	873	0,17
335	Glaciares y nieves permanentes	GNP	5	0,00
336	Ramblas	RMB	378	0,07
350	Roquedo		7.928	1,57
351	Acantilados marinos	ACM	162	0,03
352	Afloramientos rocosos y roquedos	ARR	6.706	1,33
353	Canchales	CCH	698	0,14
354	Coladas lávicas cuaternarias	CLC	362	0,07
400	Coberturas húmedas		994	0,20
410	Humedales continentales		110	0,02
411	Zonas pantanosas	HPA	74	0,01
412	Turberas	HTU	25	0,00
413	Salinas continentales	HSA	11	0,00
420	Humedales marinos		884	0,17
421	Marismas	HMA	740	0,15
422	Salinas marinas	HSM	144	0,03
500	Cobertura de agua		3.470	0,69
510	Aguas continentales		3.312	0,65
511	Cursos de agua	ACU	874	0,17
512	Láminas de agua		2.438	0,48
513	Lagos y lagunas	ALG	217	0,04
514	Embalses	AEM	2.221	0,44
520	Aguas marinas		158	0,03
521	Lagunas costeras	ALC	85	0,02
522	Estuarios	AES	73	0,01
523	Mares y océanos	AMO	0	0,00
Superficie total de España			506.040	100,00

Fuente: ETN SIOSE (2011e, 2012).

bién la superficie de cada cobertura simple y su distribución porcentual; por definición la suma de estas superficies, proporciona la superficie total de España.

El cuadro A.2.2 ofrece las coberturas compuestas predefinidas dentro del modelo de datos SIOSE2005. Se trata de un tipo especial de coberturas a las que se les ha asignado un nombre iden-

tificativo por su representatividad en el territorio; no es, pues, una clasificación cerrada y otros países podrían identificar otras coberturas compuestas predefinidas en función de sus peculiares características. Al igual que en el cuadro A.2.1 solo las coberturas con etiqueta definida son coberturas compuestas predefinidas SIOSE2005. Destaca la gran desagregación prestada al artificial compuesto. Se ofrece igualmente la superficie de cada cobertura

CUADRO A.2.2: Coberturas compuestas predefinidas del SIOSE2005

Código	Nombre	Etiqueta	Km ²	Porcentaje
701	Dehesa	DHS	24.373	58,97
702	Olivar viñedo	OVD	247	0,60
703	Asentamiento agrícola residencial	AAR	1.765	4,27
704	Huerta familiar	UER	393	0,95
800	Artificial compuesto		14.556	35,22
810	Urbano mixto		6.323	15,30
811	Casco	UCS	1.629	3,94
812	Ensanche	UEN	2.643	6,39
813	Discontinuo	UDS	2.051	4,96
820	Industrial		1.799	4,35
821	Polígono industrial ordenado	IPO	949	2,30
822	Polígono industrial sin ordenar	IPS	330	0,80
823	Industria aislada	IAS	520	1,26
830	Primario		1.617	3,91
831	Agrícola/Ganadero	PAG	727	1,76
832	Forestal	PFT	22	0,05
833	Minero extractivo	PMX	859	2,08
834	Piscifactoría	PPS	9	0,02
840	Terciario		266	0,64
841	Comercial y oficinas	TCO	144	0,35
842	Complejo hotelero	TCH	51	0,12
843	Parque recreativo	TPR	27	0,07
844	Camping	TCG	44	0,11
850	Equipamiento/Dotacional		1.238	3,00
851	Administrativo institucional	EAI	128	0,31
852	Sanitario	ESN	43	0,10
853	Cementerio	ECM	54	0,13
854	Educación	EDU	174	0,42
855	Penitenciario	EPN	11	0,03
856	Religioso	ERG	37	0,09
857	Cultural	ECL	47	0,11
858	Deportivo	EDP	280	0,68
859	Campo de golf	ECG	230	0,56
860	Parque urbano	EPU	234	0,57

CUADRO A.2.2 (cont.): Coberturas compuestas predefinidas del SIOSE2005

Código	Nombre	Etiqueta	Km ²	Porcentaje
870	Infraestructuras		3.313	8,02
880	Transporte		2.815	6,81
881	Red viaria	NRV	2.256	5,46
882	Red ferroviaria	NRF	337	0,82
883	Portuario	NPO	68	0,16
884	Aeroportuario	NAP	154	0,37
890	Energía		137	0,33
891	Eólica	NEO	69	0,17
892	Solar	NSL	7	0,02
893	Nuclear	NCL	8	0,02
894	Eléctrica	NEL	21	0,05
895	Térmica	NTM	18	0,04
896	Hidroeléctrica	NHD	7	0,02
897	Gaseoducto/Oleoducto	NGO	7	0,02
900	Telecomunicaciones	NTC	5	0,01
910	Suministro de agua		280	0,68
911	Depuradoras y potabilizadoras	NDP	35	0,08
913	Desalinizadoras	NDS	242	0,59
912	Conducciones y canales	NCC	3	0,01
920	Residuos		76	0,18
921	Vertederos y escombreras	NVE	63	0,15
922	Plantas de tratamiento	NPT	13	0,03
Superficie total			41.334	100,00

Fuente: ETN SIOSE (2011e, 2012).

compuesta predefinida y su distribución porcentual. Por definición estas superficies no tienen por qué sumar la superficie de España, al contrario de lo que sucede con las coberturas simples.

A pesar de su similar nombre, la superficie de artificial compuesto (código 800) no tiene por qué corresponderse con la superficie de coberturas artificiales (código 100); de hecho, esta última muestra una superficie notablemente superior a la primera. La razón es sencilla una vez familiarizados con el modelo de datos SIOSE2005; las coberturas compuestas de asentamiento agrícola residencial (código 703) y huerta familiar (código

704) deben incluir obligatoriamente edificaciones (código 101), que es una cobertura simple del grupo de coberturas artificiales (código 100) (ETN SIOSE 2011c, 2011d).

Finalmente, el cuadro A.2.3 ofrece los atributos existentes dentro del SIOSE2005, y el tipo de los mismos. Estos atributos pueden ir asociados a coberturas simples, y es posible encontrar en ellas más de uno. Resulta de interés observar cómo los atributos aportan información adicional sobre las coberturas pero no sobre los usos; por ejemplo, en el atributo de *tipo de edificación*, se indica si se trata de un *edificio aislado* o

CUADRO A.2.3: Atributos de las coberturas simples del SIOSE2005

Código	Tipo	Nombre	Etiqueta
10	Distribución espacial		
11		Asociación	A
12		Mosaico regular	M
13		Mosaico regular	I
20	Tipo edificación		
21		Edificio aislado	ea
22		Edificio entre medianeras	em
23		Vivienda unifamiliar aislada	va
24		Vivienda unifamiliar adosada	vd
25		Nave	nv
28	En construcción	En construcción	ec
30	Irrigación		
31		Secano	sc
32		Regadío regado	rr
33		Regadío no regado	rn
35	Abancalado	Abancalado	ab
36	Es forzado	Forzado	fz
40	Plantación	Plantación	pl
41	Formación de ribera	Formación de ribera	fr
44	Función de cortafuegos	Función de cortafuegos	fc
45	Cortas	Cortas	ct
46	Procedencia de cultivo	Procedencia de cultivos	pc
47	Alta montaña	Alta montaña	am
48	Es roturado no agrícola	Roturado no agrícola	ra
49	Es zona erosionada	Zonas erosionadas	ze
50	Es cuaternaria	Cuaternarias	cu

Fuente: ETN SIOSE (2011e).

una *vivienda unifamiliar adosada*, pero no se nos informa de si el uso dado a la edificación es residencial o comercial, lo que podría ser de importancia en muchos ámbitos.

El concepto de *uso* hace referencia al tipo de actividad socioeconómica y a las particularidades legales que se dan en el polígono de referencia. El modelo de datos sobre usos está actualmente en desarrollo en ETN SIOSE (2011e: 12). En muchos casos el uso no es directamente deducible mediante fotointerpretación, por lo que se

requiere información adicional, así como convenciones y acuerdos en aras a la comparabilidad en el tiempo y en el espacio. Una base de datos sobre usos del suelo, más allá de las coberturas físicas, es esencial para pasar de una foto fija a modelos dinámicos de movilidad de la población (Martin 2010; Bright y Bhaduri 2010; Hofstetter 2011).

Las superficies de los cuadros A.2.1 y A.2.2 se han tomado del IGN (2011) y han sido obtenidas en el sistema geodésico, proyección y huso

geográfico en el que las bases de datos fueron generadas. Al igual que en el caso de CLC, debe hacerse notar que la proyección UTM no conserva superficies.

La base de datos completa ocupa 13,7 *gigabytes* y consta de 2.477.593 polígonos, por lo que el tamaño medio por polígono es de 0,2 kilómetros cuadrados. Frente a la resolución temática de las 44 clases de CLC, el número de coberturas diferentes que aparecen en el SIOSE2005 es de 820.632; se entiende por coberturas diferentes combinaciones distintas de clases, es decir, existen en el SIOSE2005 820.632 polígonos diferentes.

A.3. UNA NOMENCLATURA JERÁRQUICA A PARTIR DEL SIOSE

Ya hemos señalado en el apéndice anterior cómo la característica más innovadora del SIOSE es su modelo de datos, es decir, el conjunto de reglas que permiten describir el contenido de cada polígono en función de determinadas coberturas, sus atributos y porcentajes de ocupación. Esta potencia y versatilidad requiere que, ante cualquier problema que se analice, el investigador deba plantearse a priori cómo organizar la información. Ello dificulta en cierta medida su utilización de forma rápida y puede crear problemas de comparabilidad de resultados, ya que dos investigadores enfrentados a un problema similar pueden decidir organizaciones de la información con criterios diferentes, todos ellos razonables.

Por esta razón, antes de plantearse la elaboración de las UMZ, se decidió dedicar una parte importante del esfuerzo de este trabajo a la elaboración de una nomenclatura jerárquica a partir del SIOSE, similar a la de CLC, con la que poder trabajar de forma más sencilla, y que tuviera aplicaciones en otros ámbitos, al mismo tiempo que no se perdía en el proceso la rica información original del SIOSE. Los detalles técnicos y de validación de este proceso pueden encontrarse en Cantarino y Goerlich (2013).

Tan solo conocemos una nomenclatura jerárquica derivada del SIOSE, la utilizada por el IGN

en la visualización de esta información en su visor web: IberPix. Esta nomenclatura ofrece 23 clases y, tras su examen, fue abandonada ya que es evidente que no puede satisfacer óptimamente las necesidades de una nomenclatura de tipo jerárquico equivalente a las que se dispone en CLC que, como ya hemos indicado, son 44. Así, por ejemplo, una clase de especial relevancia para nosotros como es la que describe el tejido urbano se encuentra reducida a un único tipo *urbano* (código 810 en IberPix) sin mayor concreción. Por otra parte, el procedimiento de asignación desde el código SIOSE a estas clases simples de IberPix no está explicitado, y no es fácilmente deducible del análisis de los resultados en el visor.

Nuestro planteamiento general fue el de crear una serie de rutinas que, en primer lugar, simplificaran el rótulo SIOSE, es decir, la etiqueta que describe los contenidos del polígono en función de las coberturas y sus porcentajes de ocupación, y que, en segundo lugar, basándose en una regla de tipo iterativo, *clasificara los polígonos SIOSE de forma única* (cada polígono solo puede ir a una clase de la nomenclatura jerárquica) y *exhaustiva* (todos los polígonos deben finalmente ser clasificados).

El proceso se programó de forma completa en *Python*, que permite el acceso al geoprocessador de ArcGIS 9.3 de ESRI. El paso a la nomenclatura jerárquica final, y que denominaremos *modelo jerárquico SIOSE* (MJS), nunca pierde el identificador único de polígono SIOSE y, en consecuencia, siempre es posible enlazar con la información original.

La asignación de cada polígono SIOSE a una clase MJS consiste básicamente en tres etapas:

1. Generar una tabla de clases finales MJS con sus correspondencias en coberturas SIOSE.
2. Obtener un código plano sencillo de coberturas a partir de un rótulo complejo SIOSE original.
3. Establecer reglas de asignación entre el código plano y las clases finales de MJS, así como un proceso práctico de aplicación de las mismas.

A.3.1. COBERTURAS DEL MODELO JERÁRQUICO SIOSE

Se generó una tabla con estructura jerárquica a 4 niveles y 83 coberturas finales en el MJS, y que pueden observarse en el cuadro A.3.1. El nivel 4 no es exhaustivo en el sentido de que hay clases a nivel 3 que no disponen de desagregación, pero se mantuvo debido a que la riqueza de información del SIOSE lo permite.

A nivel 3 disponemos de 49 coberturas que son comparables de forma aproximada con CLC, aunque una correspondencia exacta no fue posible. En efecto, algunas coberturas SIOSE no tienen equivalencia directa con CLC, y se han creado clases MJS exclusivas e independientes de CLC. Este es el caso, por ejemplo, de la cobertura SIOSE Suelo no Edificado (código 1.2.1), imposible de asignar según el esquema de CLC, por lo que se ha creado una clase

CUADRO A.3.1: Coberturas del MJS2005 al nivel 4

1. Superficies artificiales

1.1. Zonas urbanas

1.1.1. Tejido urbano continuo: casco

1.1.2. Tejido urbano discontinuo

1.1.2.1. Ensanche

1.1.2.2. Discontinuo

1.2. Zonas de actividad

1.2.1. Actividad primaria

1.2.1.1. Explotaciones agrícolas, ganaderas o forestales

1.2.1.2. Piscifactorías

1.2.1.3. Minero extractivo

1.2.2. Actividad industrial: polígonos, industrias aisladas

1.2.2.1. Polígonos industriales

1.2.2.2. Industrias aisladas

1.2.2.3. Elementos anejos: naves, viales, aparcamientos

1.2.3. Servicios: comercial, oficinas, complejos hoteleros

1.2.3.1. Comercial y oficinas

1.2.3.2. Complejos hoteleros

1.2.4. Equipamiento diverso/dotacional

1.2.4.1. Administrativo institucional

1.2.4.2. Sanitario

1.2.4.3. Cementerio

1.2.4.4. Educación

1.2.4.5. Penitenciarío

1.2.5. Equipamiento deportivo/recreativo/cultural

1.2.5.1. Equipamiento deportivo, campo de golf

1.2.5.2. Parque recreativo, camping

1.2.5.3. Parque urbano

1.2.5.4. Cultural, religioso

1.3. Infraestructuras

1.3.1. Transporte

1.3.1.1. Redes viarias y terrenos asociados

1.3.1.2. Redes ferroviarias y terrenos asociados

1.3.1.3. Zonas portuarias

1.3.1.4. Aeropuertos

1.3.2. Energía

1.3.3. Telecomunicaciones

CUADRO A.3.1 (cont.): Coberturas del MJS2005 al nivel 4

1.3.4. Suministro de agua
1.3.4.1 Depuradoras y potabilizadoras/desalinizadoras
1.3.4.2. Conducciones y canales
1.3.5. Residuos, vertederos y escombreras
1.3.5.1. Vertederos y escombreras
1.3.5.2. Plantas de tratamiento
1.4. En construcción
1.4.1 Zonas urbanas
1.4.1.1. Zonas urbanas en construcción
1.4.1.2. Zonas urbanas no edificadas (SNE)
1.4.2. Estructuras de tipo público o industrial
1.4.3. Infraestructuras en construcción
2. Zonas agrícolas
2.1. Tierras de labor
2.1.1. Tierras de labor en secano
2.1.2. Terrenos regados permanentemente
2.1.2.1. Cultivo normal
2.1.2.2. Cultivo forzado
2.1.3. Arrozales
2.2. Cultivos permanentes
2.2.1. Frutales cítricos
2.2.1.1. Secano
2.2.1.2. Regadío
2.2.2. Frutales no cítricos
2.2.2.1. Secano
2.2.2.2. Regadío
2.2.3. Olivares
2.2.3.1. Secano
2.2.3.2. Regadío
2.2.4. Viñedos
2.2.4.1. Secano
2.2.4.2. Regadío
2.2.5. Otros cultivos leñosos
2.2.5.1. Secano
2.2.5.2. Regadío
2.3. Prados y praderas
2.3.1. Prados y praderas
2.4. Zonas agrícolas heterogéneas
2.4.1. Asociación de cultivos anuales con permanentes
2.4.2. Mosaico de cultivos anuales/permanententes/pastos
2.4.2.1. Sin edificación residencial
2.4.2.2. Con edificación residencial
2.4.3. Terrenos agrícolas con vegetación natural
2.4.4. Sistemas agroforestales (dehesas)
3. Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos
3.1. Bosques
3.1.1. Bosques de frondosas
3.1.1.1. Bosques de frondosas caducifolias
3.1.1.2. Bosques de frondosas perennifolias

CUADRO A.3.1 (cont.): Coberturas del MJS2005 al nivel 4

3.1.1.3. Mezcla de caducifolias/perennifolias
3.1.2. Bosques de coníferas
3.1.3. Bosque mixto
3.2. Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea
3.2.1. Pastizales naturales
3.2.1.1. Supraforestales (alta montaña)
3.2.1.2. Otros pastizales
3.2.2. Matorrales
3.2.2.1. Matorral esclerófilo/mesófilo
3.2.2.2. Matorral boscoso
3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación
3.3.1. Playas, dunas y arenales
3.3.2. Suelo desnudo
3.3.3. Zonas quemadas
3.3.4. Glaciares y nieves permanentes
3.3.5. Ramblas
3.3.6. Roquedo
3.3.6.1. Acantilados marinos
3.3.6.2. Afloramientos rocosos, roquedos y canchales
3.3.6.3. Coladas lávicas cuaternarias
4. Zonas húmedas
4.1. Zonas húmedas continentales
4.1.1. Humedales y zonas pantanosas
4.1.2. Turberas y prados turbosos
4.1.3. Salinas continentales
4.2. Zonas húmedas litorales
4.2.1. Marismas
4.2.2. Salinas marinas
5. Superficies de agua
5.1. Aguas continentales
5.1.1. Cursos de agua
5.1.2. Láminas de agua
5.1.2.1. Lagos y lagunas
5.1.2.2. Embalses
5.1.2.3. Cubetas artificiales
5.2. Aguas marinas
5.2.1. Lagunas costeras
5.2.2. Estuarios
5.2.3. Mares y océanos

Fuente: Elaboración propia a partir del SIOSE2005 (ETN SIOSE 2012).

específica MJS, Zonas Urbanas no Edificadas (código 1.4.1.2).

A partir del cuadro A.3.1 se establece una tabla de correspondencias exhaustiva entre todas las

coberturas, simples y compuestas predefinidas, junto con sus atributos SIOSE con las clases MJS. La mayor parte de los atributos no han sido mantenidos en el proceso de asignación, al no tener una correspondencia directa en las clases

MJS consideradas. Sí se han mantenido todos los atributos de artificial y los que diferencian secanos de regadíos en cultivos.

A.3.2. CÓDIGO PLANO A PARTIR DEL RÓTULO ORIGINAL SIOSE

Como ya hemos indicado, cada polígono SIOSE incluye un rótulo formado por varias coberturas, simples y/o compuestas predefinidas y sus atributos, así como sus porcentajes de ocupación. Estas combinaciones pueden incluir diversos niveles de anidamiento.

Este rótulo complejo inicial se expande en un código sencillo en el que cada cobertura aparece solo una vez y lleva asociado el porcentaje total de ocupación de superficie dentro del polígono.

Los tipos de coberturas originales que componen el rótulo SIOSE son:

- *Coberturas simples:* se mantienen sin modificar en el código plano.
- *Coberturas compuestas predefinidas:* en general, esta es la cobertura que se mantiene en el código plano, no considerándose de forma individualizada su contenido interior. Por ejemplo, la cobertura SIOSE de Artificial Compuesto, Urbano Mixto: Casco (código 811) tiene correspondencia directa en el listado de clases MJS: Tejido Urbano Continuo: Casco (código 1.1.1.0.) y, en consecuencia, no analizamos las coberturas simples artificiales existentes dentro de la cobertura compuesta predefinida. La única excepción es la cobertura SIOSE Olivar-Viñedo (código 702), que se desagrega en sus porcentajes correspondientes de coberturas simples Viñedo (código 231) y Olivar (código 232).
- *Coberturas compuestas no predefinidas:* tipo mosaico, regular o irregular, o asociación. En general, se traslada al código plano las coberturas simples y/o compuestas siguiendo las reglas anteriores, recalculando los porcentajes de ocupación si es necesario.

A.3.3. REGLAS DE ASIGNACIÓN Y SU APLICACIÓN

Dado el código plano de cada polígono SIOSE y la tabla de correspondencias entre las coberturas de dicho código y las clases de MJS, el último paso consiste en establecer una serie de reglas de asignación de cada código plano generado a una sola clase MJS, de forma que no quede ningún polígono sin asignar.

Se establecieron dos tipos de reglas de asignación: una regla de dominancia simple, que consiguió clasificar la mayor parte de los polígonos, y una regla compuesta, aplicada de forma iterativa hasta que todos los polígonos son clasificados.

- *Regla de dominancia simple:* básicamente consiste, dado un umbral, en determinar la cobertura SIOSE con mayor porcentaje o dominancia sobre el resto de las existentes en el código plano y, a través de la tabla de correspondencias, asignarle la clase MJS correspondiente.

En caso de conflicto, se determinan dos coberturas con idénticos porcentajes (50/50, 45/45...) y, al objeto de resolver la ambigüedad, se aplicó un criterio basado en la preferencia para la cobertura de *mayor valoración económica*; de esta forma se supone que la economía es el factor dominante en la clasificaciones del territorio.

En líneas generales la preferencia es:

Artificial > Zonas Agrícolas > Vegetación Natural > Zonas Húmedas > Superficies de Agua

Aunque esta opción puede ser discutible, resulta fácil de implementar y cualquier otro criterio estaría sujeto a arbitrariedades similares.

- *Regla compuesta:* cuando un polígono no es clasificado según una regla de dominancia simple en una primera pasada de la rutina de clasificación, entonces es necesario modificar los umbrales mínimos y las reglas

de preferencia en la asignación de coberturas SIOSE a las clases MJS. El objetivo es minimizar las clases heterogéneas, tan abundantes en CLC: por ejemplo, las Zonas Agrícolas Heterogéneas (código 2.4 al nivel 2 de CLC), los Bosques Mixtos (código 3.1.3) o el Matorral Boscoso de Transición (código 3.2.4).

Para ello se acudió a las especificaciones técnicas de CLC (Bossard, Feranec y Otahel 2000; Büttner, Feranec y Jaffrain 2006; AEMA 2007) y al Manual de Fotointerpretación del SIOSE (ETN SIOSE 2011d). Por ejemplo, las especificaciones técnicas de CLC establecen que el Tejido Urbano Discontinuo (código 112) debe tener una extensión de cobertura impermeable por la acción humana entre un 30% y un 80% de la superficie del polígono. Este criterio puede relacionarse con coberturas simples del SIOSE de Edificación (código 101) y/o Vial, Aparcamiento o Zona Peatonal sin Vegetación (código 104), o bien con coberturas compuestas predefinidas de Artificial Compuesto de Urbano Mixto de tipo Ensanche (código 812) o Discontinuo (código 813).

Fuera del ámbito urbano ocurre algo parecido con las coberturas forestales, donde dominan las frondosas sobre las coníferas, estas sobre los pastizales, y todos ellos sobre las zonas rocosas. Por ejemplo, dadas las especificaciones técnicas de CLC, un polígono con un 60% de pastizal y un 40% de frondosas caducifolias sería clasificado como Bosque de Frondosas (código 311).

Así, se establecen una serie de reglas compuestas con umbrales variables que, organizadas en conjuntos homogéneos de coberturas, se ejecutan secuencialmente y de forma iterativa hasta que todos los polígonos SIOSE quedan asignados a una clase MJS.

En cada iteración se rebajan los umbrales de asignación. En la iteración 7 tan solo queda

por asignar un porcentaje inferior al 0,5% del total de polígonos; en la iteración 8 solo quedan unos 400 polígonos. Se trata de polígonos sin una mayoría clara, de difícil asignación como, por ejemplo, el correspondiente al siguiente código plano:

18LOLsc_17PST_14UER_11LFNrr_09PAG_08M
TR_08CHLrr_07LVlsc_04LFNsc_04UDS

Y solo se ha dado un caso que ha alcanzado la iteración 9 en un polígono de Andalucía. De esta forma resolvemos de forma inequívoca la atribución de todos los polígonos SIOSE a una de las clases de MJS. Los casos resueltos en las últimas iteraciones son pues poco numerosos e involucran a una pequeña superficie; por ello, mantenemos este criterio de asignación y evitamos la utilización de técnicas alternativas, que implicarían conceptos de contigüidad o proximidad. Cantarino y Goerlich (2013) presentan un ejercicio de validación de MJS frente al SIOSE e IberPix similar al realizado por Gallego (2001) y que muestra buenos resultados.

En cualquier caso el resultado final mantiene el identificador original de polígono SIOSE, de forma que siempre es posible recuperar la información original SIOSE en términos de coberturas.

La superficie por clase, y su estructura porcentual a nivel 3 para toda España, se muestra en el cuadro A.3.2 en kilómetros cuadrados. Comparando la información de dicho cuadro con la del cuadro A.2.1, referida a las coberturas simples del SIOSE, observamos cómo la transformación de un modelo orientado a objetos a un modelo jerárquico provoca un sesgo a la baja en la estimación de las superficies artificiales, simplemente porque parte de dichas superficies de pequeña entidad se diluyen en otras clases que las acaban englobando. Se trata de un efecto ya observado por Gallego y Bamps (2008) en relación con la determinación de superficies a partir de CLC. Dada la elevada resolución del SIOSE, este efecto es de mucha menor entidad, como se aprecia comparando estos resultados con los del cuadro A.1.2 referidas a CLC2006.

CUADRO A.3.2: Superficie de las coberturas del MJS2005 al nivel 3

Coberturas Modelo Jerárquico SIOSSE2005-nivel 3		Km ²	Porcentaje
1. Superficies artificiales		15.655	3,09
1.1. Zonas urbanas		6.318	1,25
1.1.1. Tejido urbano continuo: casco		1.659	0,33
1.1.2. Tejido urbano discontinuo		4.660	0,92
1.2. Zonas de actividad		4.560	0,90
1.2.1. Actividad primaria		1.500	0,30
1.2.2. Actividad industrial: polígonos, industrias aisladas		1.744	0,34
1.2.3. Servicios: comercial, oficinas, complejos hoteleros		176	0,03
1.2.4. Equipamiento diverso/dotacional		378	0,07
1.2.5. Equipamiento deportivo/recreativo/cultural		762	0,15
1.3. Infraestructuras		3.386	0,67
1.3.1. Transporte		2.625	0,52
1.3.2. Energía		118	0,02
1.3.3. Telecomunicaciones		4	0,00
1.3.4. Suministro de agua		256	0,05
1.3.5. Residuos, vertederos y escombreras		384	0,08
1.4. En construcción		1.391	0,27
1.4.1. Zonas urbanas		908	0,18
1.4.2. Estructuras de tipo público o industrial		251	0,05
1.4.3. Infraestructuras en construcción		232	0,05
2. Zonas agrícolas		222.352	43,94
2.1. Tierras de labor		134.930	26,66
2.1.1. Tierras de labor en secano		118.310	23,38
2.1.2. Terrenos regados permanentemente		15.286	3,02
2.1.3. Arrozales		1.334	0,26
2.2. Cultivos permanentes		45.739	9,04
2.2.1. Frutales cítricos		3.193	0,63
2.2.2. Frutales no cítricos		8.539	1,69
2.2.3. Olivares		23.249	4,59
2.2.4. Viñedos		9.897	1,96
2.2.5. Otros cultivos leñosos		861	0,17
2.3. Prados y praderas		6.164	1,22
2.3.1. Prados y praderas		6.164	1,22
2.4. Zonas agrícolas heterogéneas		35.519	7,02
2.4.1. Asociación de cultivos anuales con permanentes		3.366	0,67
2.4.2. Mosaico de cultivos anuales/permanentes/pastos		4.501	0,89
2.4.3. Terrenos agrícolas con vegetación natural		1.932	0,38
2.4.4. Sistemas agroforestales (dehesas)		25.719	5,08
3. Zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos		263.495	52,07
3.1. Bosques		94.879	18,75
3.1.1. Bosques de frondosas		40.257	7,96
3.1.2. Bosques de coníferas		42.392	8,38
3.1.3. Bosque mixto		12.230	2,42
3.2. Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea		152.900	30,21
3.2.1. Pastizales naturales		66.688	13,18
3.2.2. Matorrales		86.212	17,04
3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación		15.716	3,11
3.3.1. Playas, dunas y arenales		371	0,07

CUADRO A.3.2: Superficie de las coberturas del MJS2005 al nivel 3

Coberturas Modelo Jerárquico SIOSE2005-nivel 3	Km ²	Porcentaje
3.3.2. Suelo desnudo	8.277	1,64
3.3.3. Zonas quemadas	895	0,18
3.3.4. Glaciares y nieves permanentes	2	0,00
3.3.5. Ramblas	315	0,06
3.3.6. Roquedo	5.855	1,16
4. Zonas húmedas	983	0,19
4.1. Zonas húmedas continentales	97	0,02
4.1.1. Humedales y zonas pantanosas	72	0,01
4.1.2. Turberas y prados turbosos	17	0,00
4.1.3. Salinas continentales	8	0,00
4.2. Zonas húmedas litorales	887	0,18
4.2.1. Marismas	738	0,15
4.2.2. Salinas marinas	149	0,03
5. Superficies de agua	3.556	0,70
5.1. Aguas continentales	3.402	0,67
5.1.1. Cursos de agua	788	0,16
5.1.2. Láminas de agua	2.614	0,52
5.2. Aguas marinas	155	0,03
5.2.1. Lagunas costeras	81	0,02
5.2.2. Estuarios	74	0,01
5.2.3. Mares y océanos	0	0,00
Superficie total de España	506.042	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir del SIOSE2005 (ETN SIOSE 2012). Las superficies proceden de una extracción de la base original SIOSE2005. La discrepancia en 2 km² respecto a la superficie total de España del cuadro A.2.1 se debe a que dicho valor procede de la suma de las coberturas simples, cuyos valores se toman directamente de ETN SIOSE (2012), mientras que los de este cuadro proceden de una extracción propia, y de que la superficie de la cobertura Mares y océanos (código 523), que se excluye de la superficie total de España, no es exactamente la misma en ambos modelos (el original SIOSE2005 y el MJS2005) por el método de asignación de coberturas; ETN SIOSE (2011e, 2012).

A.4. SISTEMAS DE REFERENCIA GEOGRÁFICA EN LA UNIÓN EUROPEA. LA DIRECTIVA COMUNITARIA INSPIRE

El proceso de armonización y convergencia con Europa abarca multitud de aspectos, muchos de los cuales no son perceptibles directamente por el ciudadano. Al contrario de lo que sucede con la utilización de una moneda común, el euro, cuyos efectos son claramente palpables en la vida cotidiana, la armonización estadística llevada a cabo bajo las directrices de Eurostat no es algo que tenga una incidencia directa sobre los ciudadanos, pero esta homogeneización en el tratamiento de la información es absolutamente esencial para progresar de forma coordinada. La percepción de la realidad depende de lo que medimos y cómo lo medimos y, para compararnos y poner en marcha políticas comunes, es absolutamente esencial que esta medición estadística se realice de forma homogénea.

Con la información geográfica sucede lo mismo que con la estadística: debemos alcanzar un acuerdo sobre el sistema geográfico de referencia que debemos utilizar, si queremos que nuestra medida de la geografía tenga una base común sobre la que compartir la información y, en consecuencia, sea comparable en todo el territorio europeo. Históricamente los diversos países han desarrollado sistemas de referencia geodésicos locales a partir de los cuales construían su cartografía. Estos sistemas representaban bien el territorio de una determinada área, pero no eran comparables con otras zonas. En España, hasta el RD 1071/2007 de 27 de julio, estuvo vigente el sistema geodésico de referencia regional ED50 (*European Datum 1950*), basado en el elipsoide internacional de Hayford 1924, pero a partir de ese momento se adoptó el sistema de referencia geodésico global europeo, el ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*), basado en el elipsoide GRS80 (*Geodetic Reference System 1980*).

De forma similar a lo que ocurre cuando cambiamos la base de la Contabilidad Nacional (CN) o del índice de precios al consumo (IPC), una vez adoptado el nuevo sistema de referencia geodésico, es necesario resolver el problema de la migración de toda la cartografía al nuevo sistema, un proceso que no es sencillo y que todavía no ha finalizado en nuestro país (IGN 2007b, 2007c, 2007d, 2007e). Precisamente, porque el cambio de un sistema de referencia geográfico a otro es muy costoso en la práctica, los países han sido reacios a dicha migración, lo que ha jugado en contra de la estandarización a nivel internacional. En la actualidad, todavía conviven en nuestro sistema cartográfico los dos sistemas mencionados: el ED50, que se extinguirá, y el ETRS89.

El fichero de líneas de límite municipales utilizado en el trabajo tenía a Canarias en fichero aparte en WGS84 (compatible con REGCAN95 y ETRS89), por lo que hubo que convertir todas las líneas de límite a un fichero único en ETRS89. La información original, procedente del CNIG, estaba en coordenadas geográficas (sin proyección).

Las bases para la homogenización del sistema geográfico de referencia en la Unión Europea (UE) se establecen en el *workshop* sobre Sistemas de Referencia Espacial para Europa que, bajo los auspicios de la Comisión Europea y el Centro Común de Investigación (JRC, Joint Research Center), tiene lugar en Marne-La Valle (Francia) el 29-30 de noviembre de 1999 (Annoni y Luzet 2000). A este *workshop* inicial seguirían otros dos que han sido fundamentales en la armonización posterior. El primero sobre *Proyecciones Cartográficas para Europa*, fue celebrado en Marne-La Valle (Francia) el 14-15 de diciembre de 2000 (Annoni *et al.* 2003), y el segundo sobre *Grids de Referencia para Europa*, en Ispra (Italia) el 27-29 de octubre de 2003 (Annoni 2005). Fueron estos encuentros los que sentaron los pilares del sistema geográfico de referencia europeo que todavía hoy está en construcción.

Las recomendaciones de estos *workshops* a la Comisión Europea que no son de aplicación en este informe fueron las siguientes:

— Adopción del ETRS89 como *datum* geodésico: expresar y almacenar información

geográfica, en tanto en cuanto sea posible, en coordenadas elipsoidales con referencia al elipsoide GRS80.

— Dado que el almacenamiento de información geográfica en coordenadas elipsoidales no es suficiente para multitud de aplicaciones prácticas, para las que se requieren proyecciones cartográficas y sistemas de coordenadas planas, se establecieron tres sistemas de coordenadas cartesianas en función de la aplicación concreta:

- El sistema de coordenadas Lambert Azimutal Equal Area, ETRS89-LAEA, para análisis estadístico espacial y presentación de resultados cuando se requiera la verdadera área de los polígonos en la representación.
- El sistema de coordenadas Lambert Conformal Conic, ETRS89-LCC, para cartografía a escala igual o menor a 1:500.000.
- El sistema de coordenadas Transverse Mercator, ETRS89-TMzn, para cartografía a escala superior a 1:500.000, donde zn se refiere al huso o zona en cuestión.

La proyección ETRS89-TMzn es idéntica a la UTM; en realidad esta es una especialización de la primera, por lo que en la práctica utilizamos esta en el huso correspondiente, que abarca 6 grados de longitud.

Estos trabajos acabaron por traducirse en una Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo (2007/2/CE) por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE, *Infrastructure for Spatial Information in Europe*), que entró en vigor el 15 de mayo de 2007 y está siendo implementada en varias etapas, hasta su completa implantación en 2019. La directiva INSPIRE aspira a crear una *infraestructura de datos espaciales* (SDI) en el ámbito de la UE, con el fin último de intercambiar información geográfica, fundamentalmente de carácter medioambiental, y facilitar el acceso público a la información espacial en Europa. INSPIRE recoge en sus directrices las recomendaciones anteriores sobre el sistema geográfico

de referencia, las proyecciones y los sistemas de coordenadas planas que acabamos de mencionar (INSPIRE 2010a, 2010b), y ha sido transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 14/2010 o Ley de las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE).

La proyección de trabajo utilizada ha sido la proyección LAEA, que mantiene las áreas. Este sistema de proyección no es recogido por el RD 1071/2007, de 27 de julio, que regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, que sí contempla, sin embargo, los otros dos sistemas mencionados: ETRS89-LCC y ETRS89-TM. La razón es una preferencia por una mayor precisión en la forma representada que en el área, ya que en ambos casos se hace énfasis en la representación cartográfica, más que en el análisis espacial. La proyección UTM es muy precisa en la representación de pequeñas superficies y, dentro del huso correspondiente, la distorsión es mínima para grandes superficies. También son mínimas, sin embargo, las distorsiones en el área dentro de cada huso. Por estas razones la proyección UTM ha ganado una tremenda popu-

laridad en la representación cartográfica, siendo probablemente la más utilizada en grandes escalas. Sin embargo, esta proyección no mantiene, por construcción, el área constante en todo el mapa. No obstante, cuando se han necesitado superficies de polígonos SIOSE2005, estas han sido tomadas directamente de la base de datos, y no se han recalculado en la proyección LAEA.

A.5. ZONAS DE MORFOLOGÍA URBANA: ESTRUCTURA MUNICIPAL

En este apéndice se ofrecen, a título de ejemplo, las tres zonas de morfología urbana generadas con mayor población: Madrid, Barcelona y Valencia; en los tres casos se supera el millón de habitantes. Se incluye su identificador de código y nombre, así como la población estimada y su superficie.

Se incluye, para cada zona, los municipios que dan soporte a dicha UMZ, así como la población del municipio, lo que da una idea de cuál es el dominante dentro de cada una de ellas.³⁹

CUADRO A.5.1: Áreas de morfología urbana y su estructura municipal

Madrid			Población	Superficie (km ²)	Municipios
UMZ001	Madrid		4.833.124	605,47	30
28006	Alcobendas		104.118		
28007	Alcorcón		164.633		
28009	Algete		18.176		
28014	Arganda del Rey		45.085		
28022	Boadilla del Monte		37.926		
28026	Brunete		8.645		
28044	Colmenarejo		7.308		
28045	Colmenar Viejo		40.878		
28049	Coslada		83.233		
28058	Fuenlabrada		193.715		
28061	Galapagar		28.924		
28065	Getafe		156.320		

³⁹ El listado completo de las 735 UMZ generadas está disponible en formato electrónico con la misma

estructura. La petición de la información ha de realizarse a publicaciones@ivie.es.

CUADRO A.5.1 (cont.): Áreas de morfología urbana y su estructura municipal

Madrid		Código	Nombre	Población	Superficie (km²)	Municipios
28072		28072	Hoyo de Manzanares	7.210		
28073		28073	Humanes de Madrid	15.589		
28074		28074	Leganés	182.471		
28079 Madrid				3.128.600		
28080		28080	Majadahonda	62.270		
28086		28086	Molar, El	5.373		
28090		28090	Moralzarzal	10.604		
28092		28092	Móstoles	206.301		
28104		28104	Paracuellos de Jarama	7.586		
28106		28106	Parla	95.087		
28113		28113	Pinto	39.432		
28115		28115	Pozuelo de Alarcón	79.581		
28123		28123	Rivas-Vaciamadrid	53.459		
28127		28127	Rozas de Madrid, Las	75.719		
28130		28130	San Fernando de Henares	40.048		
28134		28134	San Sebastián de los Reyes	67.351		
28152		28152	Torrelodones	19.843		
28181		28181	Villaviciosa de Odón	26.076		
Barcelona						
UMZ002		UMZ002	Barcelona	3.802.184	377,29	67
08003		08003	Alella	9.013		
08005		08005	Ametlla del Vallès, L'	7.517		
08009		08009	Argentona	11.161		
08015		08015	Badalona	221.520		
08019 Barcelona				1.605.602		
08023		08023	Bigues i Riells	7.564		
08029		08029	Cabrera de Mar	4.174		
08030		08030	Cabril	6.536		
08033		08033	Caldes de Montbui	15.941		
08041		08041	Canovelles	15.012		
08054		08054	Castellbisbal	11.272		
08073		08073	Cornellà de Llobregat	84.289		
08077		08077	Esplugues de Llobregat	46.808		
08086		08086	Franqueses del Vallès, Les	15.817		
08096		08096	Granollers	58.940		
08101		08101	Hospitalet de Llobregat, L'	248.150		
08105		08105	Llagosta, La	13.674		
08107		08107	Lliçà d'Amunt	12.938		
08108		08108	Lliçà de Vall	6.033		
08115		08115	Martorell	4.938		
08118		08118	Masnou, El	21.833		
08120		08120	Matadepera	8.169		

CUADRO A.5.1 (cont.): Áreas de morfología urbana y su estructura municipal

Barcelona				
Código	Nombre	Población	Superficie (km ²)	Municipios
08121	Mataró	118.748		
08123	Molins de Rei	23.374		
08124	Mollet del Vallès	51.713		
08125	Montcada i Reixac	32.153		
08126	Montgat	9.427		
08135	Montmeló	8.921		
08136	Montornès del Vallès	14.516		
08156	Palau-solità i Plegamans	13.310		
08158	Papiol, El	3.733		
08159	Parets del Vallès	16.413		
08167	Polinyà	6.764		
08169	Prat de Llobregat, El	63.069		
08172	Premià de Mar	27.860		
08180	Ripollet	35.427		
08181	Roca del Vallès, La	9.418		
08184	Rubí	70.006		
08187	Sabadell	200.545		
08194	Sant Adrià de Besòs	32.585		
08200	Sant Boi de Llobregat	81.368		
08205	Sant Cugat del Vallès	73.774		
08209	Sant Fost de Campsentelles	7.409		
08210	Sant Feliu de Codines	5.412		
08211	Sant Feliu de Llobregat	42.486		
08214	Vilassar de Dalt	8.334		
08217	Sant Joan Despí	31.485		
08219	Vilassar de Mar	19.051		
08221	Sant Just Desvern	15.327		
08230	Premià de Dalt	9.890		
08238	Sant Quirze del Vallès	17.138		
08245	Santa Coloma de Gramenet	119.056		
08248	Santa Eulàlia de Ronçana	6.111		
08252	Barberà del Vallès	28.633		
08256	Santa Maria de Martorelles	788		
08260	Santa Perpètua de Mogoda	21.644		
08266	Cerdanyola del Vallès	57.959		
08267	Sentmenat	7.209		
08279	Terrassa	199.817		
08281	Teià	5.867		
08282	Tiana	7.305		
08290	Ullastrell	1.529		
08296	Vallromanes	2.094		
08300	Viladecavalls	7.036		

CUADRO A.5.1 (cont.): Áreas de morfología urbana y su estructura municipal**Barcelona**

Código	Nombre	Población	Superficie (km ²)	Municipios
08301	Viladecans	61.168		
08902	Vilanova del Vallès	3.774		
08904	Badia del Vallès	14.123		

Valencia

UMZ003	Valencia	1.515.755	180,09	49
46005	Alaquàs	30.104		
46007	Albal	14.505		
46009	Albalat dels Sorells	3.624		
46013	Alboraya	21.263		
46015	Alcàsser	8.505		
46021	Aldaia	27.704		
46022	Alfafar	20.322		
46025	Alfara del Patriarca	2.764		
46032	Almàssera	6.883		
46051	Benaguasil	10.032		
46054	Benetússer	13.940		
46065	Beniparrell	1.810		
46067	Benisanó	2.004		
46070	Bétera	18.927		
46074	Bonrepòs i Mirambell	2.870		
46078	Burjassot	37.756		
46094	Catarroja	24.916		
46102	Quart de Poblet	25.430		
46110	Xirivella	30.123		
46116	Eliana, l'	16.121		
46117	Emperador	306		
46126	Foios	6.287		
46135	Godella	12.911		
46147	Llíria	21.078		
46152	Lloçnou de la Corona	102		
46159	Manises	29.717		
46164	Massamagrell	14.388		
46165	Massanassa	8.127		
46166	Meliana	9.622		
46169	Mislata	43.363		
46171	Moncada	20.815		
46177	Museros	4.728		
46186	Paiporta	21.846		
46190	Paterna	57.343		
46193	Picanya	10.278		
46194	Picassent	17.848		
46199	Pobla de Farnals, la	6.473		

CUADRO A.5.1 (cont.): Áreas de morfología urbana y su estructura municipal

Valencia				
Código	Nombre	Población	Superficie (km ²)	Municipios
46202	Pobla de Vallbona, la	18.072		
46204	Puig	8.006		
46207	Rafelbuñol/Rafelbunyol	6.874		
46214	Riba-roja de Túria	18.329		
46216	Rocafort	6.144		
46223	Sedaví	9.344		
46230	Silla	18.756		
46237	Tavernes Blanques	9.207		
46244	Torrent	74.616		
46250	Valencia	805.304		
46260	Vinalesa	2.647		
46903	San Antonio de Benagéber	4.702		

Bibliografía

ADES, Alberto, y Edward L. GLAESER. «Trade and circuses: Explaining urban giants». *Quarterly Journal of Economics* 110, n.º 1 (1995): 195-228.

AEMA (Agencia Europea del Medio Ambiente). *Towards agri-environmental indicators. Integrating statistical and administrative data with land cover information*. Topic Report n.º 6, Copenhague, 2001.

—. *The changing faces of Europe's coastal areas*. EEA Report n.º 6/2006, Copenhague, 2006a.

—. *Urban sprawl in Europe. The ignored challenge*. EEA Report n.º 10/2006, Copenhague, 2006b.

—. *CLC2006 Technical Guidelines*. EEA Technical Report n.º 17, Copenhague, 2007.

—. Urban morphological zones 2006 (UMZ2006). Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-morphological-zones-2006-umz2006-f3v0> [consulta: noviembre de 2012a].

—. Population density disaggregated with Corine land cover 2000. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/population-density-disaggregated-with-corine-land-cover-2000-2> [consulta: noviembre de 2012b].

—. Proyecto *Urban Atlas*. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>.

AINGER, Karl, y Wolfgang LEITNER. «Regional concentration in the United States and Europe: Who follows whom?». *Weltwirtschaftliches Archiv* 138, n.º 4 (2002): 652-679.

AJENJO, Marc, y Albert SABATER. «El Impacto de los Movimientos Migratorios sobre la Movilidad Habitual por Trabajo en Cataluña». *Scripta Nova* VIII (febrero de 2004): 157-180. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-158.htm> [consulta: 6 de noviembre de 2012].

ANNONI, Alessandro, ed. *European Reference Grids*. EUR Report n.º 21494 EN, 2005 [también en *Proceedings* del European Comission-Joint Research Centre Workshop *European Reference Grids*, Ispra (Italia), 27-29 de octubre de 2003]. Disponible en: <http://www.ec-gis.org/sdi/publist/pdfs/annoni2005eurgrids.pdf>.

ANNONI, Alessandro, y Claude LUZET, eds. *Spatial Reference Systems for Europe*. EUR Report n.º 19575 EN, 2000 [también en *Proceedings* del European Comission-Joint Research Centre Workshop *Spatial Reference Systems for Europe*, Marne-La Valle (Francia), 29-30 de noviembre de 1999]. Disponible en: <http://www.crs-geo.eu/>.

ANNONI, Alessandro, Claude LUZET, Erich GUBLER y Johannes IHDE, eds. *Maps Projections for Europe*. EUR Report n.º 20120 EN, 2003 [también en *Proceedings* del European Commission-Joint Research Centre Workshop *Maps Projections for Europe*, Marne-La Valle (Francia), 14-15 de diciembre de 2000]. Disponible en: <http://www.ec-gis.org/sdi/publist/pdfs/annoni-etal2003eur.pdf>.

ARTÍS, Manuel, Javier ROMÁN y Jordi SURIÑACH. «Commuting in Catalonia: Estimates from a place-to-place model». ERSA Conference Paper, 38th Congress of the European Regional Science Association, Viena, agosto de 1998. Disponible en: <http://ideas.repec.org/p/wiwiwiwrsa/ersa98p60.html> [consulta: 6 de noviembre de 2012].

AYUDA, María Isabel, Fernando COLLANTES y VICENTE PINILLA. «Long-run regional population disparities during modern economic growth: a case study of Spain». *The Annals of Regional Science* 44 (2010a): 273-298.

—. «From locational fundamentals to increasing returns: The spatial concentration of population in Spain,

- 1787-2000». *Journal of Geographical Systems* 12, n.º 1 (2010b): 25-50.
- BAHAMONDE MAGRO, Ángel, y Luis Enrique OTERO CARVALHO. «Madrid, de capital imperial a región metropolitana. Cinco siglos de terciarización». *Papeles de Economía Española* 18 (1999): 18-30.
- BENGS, Christer, y Kaisa SCHMIDT-THOMÉ, eds. *Urban-rural relations in Europe. ESPON 1.1.2. Final Report*. ESPON 2000-2006 Programme. Comisión Europea, ESPON Monitoring Committee, Centre for Urban and Regional Studies y Helsinki University of Technology, 2007.
- BHADURI, Budhendra, Edward BRIGHT, Philip COLEMAN y Marie L. URBAN. «LandScan USA: A high-resolution geospatial and temporal modeling approach for population distribution and dynamics». *GeoJournal* 69 (2007): 103-117. Disponible en: <http://wwwornlgovsci/landscan/>.
- BOIX DOMÈNECH, Rafael. «Redes de ciudades y externalidades». *Investigaciones Regionales* 4 (2004): 5-27.
- BOSSARD, M., J. FERANEC y Jan OTAHEL. *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000*. Technical Report n.º 40, Copenhague: Agencia Europea del Medio Ambiente, mayo de 2000.
- BREZZI, Monica, Lewis DIJKSTRA y Vicente RUIZ. «OECD Extended Regional Typology: The Economic Performance of Remote Rural Regions». Documento de Trabajo OECD Regional Development n.º 2011/06, París: OECD Publishing, 2011. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/5kg6z83tw7f4-en>.
- BRIGHT, Eddie, y Budhendra BHADURI. «Characterizing High-Resolution Population Distributions: a LandScan Experience». Ponencia presentada en el *European Forum for Geostatistics 2010*, Tallin (Estonia), 5-7 de octubre de 2010. Disponible en Internet: <http://www.egfs.info/workshops/egfs-2010-tallinn-estonia/>.
- BURCHFIELD, Marcy, Henry G. OVERMAN, Diego PUGA y Matthew A. TURNER. «Causes of sprawl: A portrait from space». *Quarterly Journal of Economics* 121, n.º 2 (mayo de 2006): 587-633.
- BÜTTNER, G., FERANEC, G. y G. JAFFRAIN. *CORINE land cover nomenclature illustrated guide – Addendum 2006*. Copenhague: Agencia Europea del Medio Ambiente, 2006.
- CANTARINO, Isidro, y Francisco J. GOERLICH. «Elaboración y validación de un modelo jerárquico derivado de SIOS». Mimeo, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Valencia e Ivie, 2013.
- CANTARINO, Isidro, Francisco J. GOERLICH y Ernest REIG. «Population grid uses in the context of urban/rural typologies. An application to Spain». Mimeo, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Valencia e Ivie, 2013.
- CAMPS CURA, Enriqueta. «Urbanización y migraciones internas durante la transición al sistema fabril: El caso catalán». *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica* 8, n.º 2 (1990): 73-95.
- CAPEL, Horacio. «La definición de lo urbano». *Estudios Geográficos*, 138-139 [número especial de Homenaje al Profesor Manuel de Terán] (febrero-mayo de 1975): 265-301.
- CASADO ALONSO, Hilario. «La economía en las Españas medievales (c. 1000-c. 1450)». En F. Comín, M. Hernández y E. Llopis, eds. *Historia Económica de España. Siglos X-XX*. Barcelona: Crítica/Historia del Mundo Moderno (2002): 13-50.
- CASTAÑER, Mita, Joan VICENTE y Gemma BOIX XAMANÍ, eds. *Áreas urbanas y movilidad laboral en España*. Girona: Servei de Publicacions, Universitat de Girona, 2000.
- CHINITZ, Benjamin. «Contrasts in agglomerations: New York and Pittsburgh». *American Economic Review* 51, 2 (1961): 279-289.
- CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica). Portal del CNIG. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> [consulta: 12 de noviembre de 2012].
- . Nomenclátor geográfico de municipios y entidades de población. Centro de Descargas, Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/equipamiento.do?method=mostrarEquipamiento>.
- COMISIÓN EUROPEA. *Cities of tomorrow-Challenges, visions, ways forward*. European Commission, Directorate General for Regional Policy, octubre 2011. Disponible en: http://ec.europa.eu/regional_policy/conferences/citiesoftomorrow/index_en.cfm [consulta: 13 de noviembre de 2012].
- . *Harmonization of the Land Use and Land Cover Databases for the Creation of Value Added Services-HLandATA*. Proyecto del programa *ICT Policy Support* (ICT PSP) del Programa Marco para la Competitividad y

la Innovación (CIP) de la Comisión Europea. Disponible en: <http://www.hlandata.eu>.

CORREAS, Pilar. «Poblaciones españolas de más de 5.000 habitantes entre los siglos XVII y XIX». *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica* 6, n.º 1 (1988): 5-23.

CRONON, W. *Nature's Metropolis: Chicago and the Great West*. Nueva York: Norton, 1991.

DAVIS, Donald R., y David E. WEINSTEIN. «Bones, bombs, and break points: The geography of economic activity». *American Economic Review* 92, n.º 5 (diciembre de 2002): 1269-1289.

DE COS GUERRA, Olga, y Pedro REQUES VELASCO. «Los cambios en los patrones territoriales de la población española (1900-2001)». *Papeles de Economía Española* 104 (2005): 167-192.

DE LUCIO, Juan José, José Andrés HERCE y Ana GOICOLEA. «The effects of externalities on productivity growth in Spanish industry». *Regional Science and Urban Economics* 32 (2002): 241-258.

DE VRIES, Jan. *European Urbanization 1500-1800*. Londres: Methuen, 1984.

—. «Problems in the measurement, description, and analysis of historical urbanization». En A. van der Woude, J. de Vries y A. Hayami, eds. *Urbanization in History. A Process of Dynamic Interactions*. Oxford y Nueva York: Oxford University Press (1990): 43-60.

DELGADO HERNÁNDEZ, Julián, Xalo FERNÁNDEZ VILLARINO, Nuria VALCÁRCEL SANZ, Eduardo NÚÑEZ MADERAL y Alfonso BOLUDA SÁNCHEZ. *Generación de nomenclaturas de Ocupación del Suelo desde SIOSE. Aplicación en nomenclatura topográfica para el Mapa Topográfico Nacional 1:25.000*. X TopCart 2012. I Congreso Iberoamérica de Geomática y Ciencias de la Tierra. Madrid, 16 al 19 de octubre de 2012. Disponible en: <http://www.top-cart.com/indexEng.php>.

DIJKSTRA, Lewis, y Hugo POELMAN. «Remote rural regions: How proximity to a city influences the performance of rural regions». *Regional Focus* n.º 1/2008, Bruselas: EC-DG REGIO, 2008.

EFGS (European Forum for Geostatistics). GRID_ETRS89_LAEA_1K. Datos disponibles en: <http://www.efgs.info/data/eurogrid> [consulta: noviembre de 2012].

ETC/TE (European Topic Centre on Terrestrial Environment). *Urban Morphological Zones. Definition, Meth-*

odological Approach and Results. Publicado en la web de la EEA el 22 de agosto de 2002. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-morphological-zones-1990-umz90-f1v0> [consulta: 20 de noviembre de 2012].

ETN SIOSE (Equipo Técnico Nacional del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España). Estructura de la Base de Datos SIOSE-MF2. Versión 2.1, Instituto Geográfico Nacional. Disponible en Internet: <http://www.siose.es/siose/> [consulta: 29 de marzo de 2011a].

—. Ejemplos de salidas gráficas de consultas sobre T_VALORES. Versión 1.1, Instituto Geográfico Nacional. Disponible en Internet: <http://www.siose.es/siose/> [consulta: 29 de marzo de 2011b].

—. Documento Técnico SIOSE 2005. Versión 2, Instituto Geográfico Nacional. Disponible en Internet: <http://www.siose.es/siose/> [consulta: 1 de febrero de 2011c].

—. Manual de Fotointerpretación SIOSE. Versión 2, Instituto Geográfico Nacional. Disponible en Internet: <http://www.siose.es/siose/> [consulta: 1 de febrero de 2011d].

—. Anexo I. Descripción del Modelo de Datos y Rótulo SIOSE2005. Versión 2, Instituto Geográfico Nacional. Disponible en Internet: <http://www.siose.es/siose/> [consulta: 1 de febrero de 2011e].

—. Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE). Base de datos disponible en Internet: <http://www.siose.es/siose/> [consulta: noviembre de 2012].

EUROPEAN TOPIC CENTRE ON SPATIAL INFORMATION AND ANALYSIS. *Eionet Action Group on Land monitoring in Europe-EAGLE*. Disponible en: <http://sia.eionet.europa.eu/EAGLE/>.

EUROSTAT. *Regions in the European Union. Nomenclature of Territorial Units for Statistics. NUTS 2006/EU-27*. N.º KS-RA-07-020-EN, Luxemburgo: Comisión Europea, Eurostat, 2007. Disponible en: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/nuts_nomenclature/introduction.

—. *Eurostat regional yearbook 2010. Eurostat Statistical Books*. N.º KS-HA-10-001-EN, Luxemburgo: Comisión Europea, Eurostat, 2010. Disponible en Internet: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-HA-10-001 [consulta: 12 de noviembre de 2012].

- . *Eurostat regional yearbook 2011*. Eurostat Statistical Books. N.º KS-HA-11-001-EN, Luxemburgo: Comisión Europea, Eurostat, 2010. Disponible en: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-HA-11-001 [consulta: 12 de noviembre de 2012].
- . *The new degree of urbanization*. Luxemburgo: Comisión Europea, Eurostat, 2012a. Disponible en: http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/miscellaneous/index.cfm?TargetUrl=DSP_DEGURBA [consulta: 12 de noviembre de 2012].
- . *Eurostat regional yearbook 2012*. Eurostat Statistical Books. N.º KS-HA-12-001-EN, Luxemburgo: Comisión Europea, Eurostat, 2012b. Disponible en: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=KS-HA-12-001 [consulta: 21 de noviembre de 2012].
- . Population distribution – Demography, 2012c. Disponible en: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/gisco_Geographical_information_maps/poops/preferences/population_distribution_demography [consulta: 12 de noviembre de 2012].
- . Proyecto *Urban Audit*. Disponible en: <http://www.urbanaudit.org/> [consulta: noviembre de 2012].
- FERIA TORIBIO, José María. «Pautas Estructurales Diferenciadas de Movilidad en las Áreas Metropolitanas Andaluzas». En M. Castañer, J. Vicente y G. Boix, eds. *Áreas urbanas y movilidad laboral en España*. Girona: Servei de Publicacions, Universitat de Girona (2000): 121-138.
- . «Problemas de definición de las áreas metropolitanas en España». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 38 (2004): 85-99.
- FUJITA, Masahisa. «A monopolistic competition model of spatial agglomeration: Differentiated product approach». *Regional Science and Urban Economics* 18 (1988): 87-124.
- FUJITA, Masahisa, y Tomoya MORI. «The role of ports in the making of major cities: Self-agglomeration and hub-effect». *Journal of Development Economics* 49 (1996): 93-120.
- GALLEGÓ, F. Javier. «Comparing CORINE land cover with a more detailed database in Arezzo (Italy)». En *Towards Agri-environmental indicators*. Topic Report n.º 6/2001, Copenhague: Agencia Europea del Medio Ambiente (2001): 118-125.
- . «Mapping rural/urban areas from population density grids». Documento de Trabajo JRC, Ispra (Italia): Institute for Environment and Sustainability, 2008. Disponible en: <http://www.ec-gis.org/docs/F11116/RURAL%20URBAN%2020POPDEN.PDF> [consulta: 5 de noviembre de 2012].
- . «A population density grid of the European Union». *Population & Environment* 31, n.º 6 (julio de 2010): 460-473. Disponible en: <http://www.springerlink.com/content/0199-0039/31/6/>
- GALLEGÓ, F. Javier, y Catharina BAMPS. «Using CORINE land cover and the point survey LUCAS for area estimation». *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 10 (2008): 467-475.
- GALLEGÓ, F. Javier, Filipe BATISTA, Carla ROCHA y Sara MUBAREKA. «Disaggregating population density of the European Union with CORINE land cover». *International Journal of Geographical Information Science* 25, n.º 12 (diciembre de 2011): 2051-2069. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/13658816.2011.583653>.
- GLAESER, Edward L. «Reinventing Boston: 1620-2003». *Journal of Economic Geography* 5, n.º 2 (2005a): 119-153.
- . «Urban Colossus: Why is New York America's largest city?». Documento de Trabajo NBER n.º 11398, Cambridge: National Bureau of Economic Research, junio DE 2005b.
- GLAESER, Edward L., Jed KOLKO y Albert SAIZ. «Consumer city». *Journal of Economic Geography* 1 (2001): 27-50.
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. *Ecological footprint standards 2009*. Oakland, CA: Global Footprint Network, 3 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.footprintnetwork.org/> [consulta: 28 de diciembre de 2012].
- GOERLICH, Francisco J. «Áreas rurales y coberturas del suelo». Documento de Trabajo n.º 02/2013, Fundación BBVA, junio de 2013.
- GOERLICH, Francisco J., e Isidro CANTARINO. *Una grid de densidad de población para España*. Bilbao: Fundación BBVA, 2012.
- . «Redefiniendo ciudades». Documento de Trabajo n.º 2013-06, Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, 2013a.

—. «Población rural y urbana a nivel municipal». Documento de Trabajo n.º 2013-01, Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, 2013b.

GOERLICH, Francisco J., y Matilde MAS. «Algunas pautas de localización de la población española a lo largo del siglo XX». *Investigaciones Regionales* 12 (primavera de 2008a): 5-33.

—. «Empirical evidence of population concentration in Spain». *Population-E* 63, n.º 4 (2008b): 635-650.

—. «Drivers of agglomeration: Geography versus History». *The Open Urban Studies Journal* 2 (2009): 2842. Disponible en Internet: <http://www.bentham.org/open/tousj/openaccess2.htm>.

GOERLICH, Francisco J., Matilde MAS, Joaquín AZAGRA y Pilar CHORÉN. *La Localización de la Población Española sobre el Territorio. Un Siglo de Cambios. Un estudio basado en series homogéneas (1900-2001)*. Bilbao: Fundación BBVA, 2006.

GÓMEZ MENDOZA, Antonio, y Gloria LUNA RODRIGO. «El desarrollo urbano en España, 1860-1930». *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica* 4, n.º 2 (1986): 3-22.

GUTIÉRREZ, Javier, y Paloma URBANO. «Accessibility in the European Union: Impact of the trans-European Road Network». *Journal of Transport Geography* 4 (1996): 15-25.

HENDERSON, J. Vernon. «The sizes and types of cities». *American Economic Review* 64 (1974): 640-656.

—. *Economic Theory and the Cities*. Nueva York: Academic Press, 1977.

—. *Urban Development: Theory, Fact, and Illusion*. Oxford y Nueva York: Oxford University Press, 1988.

—. «Externalities and industrial development». *Journal of Urban Economics* 42 (1997): 449-470.

HENDERSON, J. Vernon, Zmarak SHALIZI y Anthony VENABLES. «Geography and development». *Journal of Economic Geography* 1 (2001): 81-105.

HOFSTETTER, Claudia. «Day Time Population of the Canton of Zurich». Ponencia presentada en el *European Forum for Geostatistics 2011*, Lisboa, 12-14 de octubre de 2011. Disponible en: <http://www.efgs.info/workshops/efgs-2011-lisboa-portugal>.

IGN (Instituto Geográfico Nacional). CORINE 2000. Descripción de la Nomenclatura del CORINE Land Cover al nivel 5. Madrid, diciembre 2002.

—. Necesidad de un nuevo *Datum*. Versión 1.0. Madrid: Grupo de trabajo para la transición a ETRS89, Consejo Superior Geográfico, octubre de 2007a.

—. Análisis de la problemática del cambio de *datum* geodésico a ETRS89. Versión 1.0. Madrid: Grupo de trabajo para la transición a ETRS89, Consejo Superior Geográfico, octubre de 2007b.

—. Análisis de los sistemas de cambio. Versión 1.0. Madrid: Grupo de trabajo para la transición a ETRS89, Consejo Superior Geográfico, octubre de 2007c.

—. Herramientas para facilitar el cambio. Versión 1.0. Madrid: Grupo de trabajo para la transición a ETRS89, Consejo Superior Geográfico, octubre de 2007d.

—. El sistema ETRS89 y la nueva cartografía (Relación entre las series cartográficas y «apas continuos»). Versión 1.0. Madrid: Grupo de trabajo para la transición a ETRS89, Consejo Superior Geográfico, octubre de 2007e.

—. Metodología de Producción de la Base de Datos CLC-Change 2000-2006. Madrid, enero de 2010a. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/>.

—. Fichero vectorial de *CORINE Land Cover* 2006 del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> [consulta: 13 de septiembre de 2010b].

—. Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España —SIOSE2005—. Documento Resumen. Madrid, 10 de mayo de 2011.

—. Visor IberPix. Disponible en: <http://www.ign.es/iberpix2/visor/>.

INE (Instituto Nacional de Estadística). Padrón municipal. Madrid, 2006.

—. Nomenclátor: Población del Padrón Continuo por Unidad Poblacional Metodología. Revisión del padrón municipal a 1 de enero de cada año. Disponible en: <http://www.ine.es/nomen2/Metodologia.do> [consulta: noviembre de 2012].

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe). «D2.8.I.1 INSPIRE Specification on Coordinate

- Reference Systems: Guidelines». INSPIRE Thematic Working Group Coordinate Reference Systems and Geographical Grid Systems. Versión 3.1 (2010-04-26), Luxemburgo: Comisión Europea Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE), 2010a. Disponible: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2>.
- . «D2.8.1.2 INSPIRE Specification on Geographical Grid Systems: Guidelines». INSPIRE Thematic Working Group Coordinate Reference Systems and Geographical Grid Systems, Version 3.0.1 (2010-04-26), Luxemburgo: Comisión Europea Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE), 2010b. Disponible en: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2>.
- JONARD, François, Michel LAMBOTTE, Catharina BAMPS, Jean DUSART y Jean-Michel TERRES. *Review and Improvements of Existing Delimitations of Rural Areas in Europe*. JRC Scientific and Technical Report n.º EUR 22921 EN, EC, Joint Research Center, Institute for Environment and Sustainability, 2007.
- JONARD, François, Michel LAMBOTTE, Fabien RAMOS, Jean-Michel TERRES y Catharina BAMPS. *Delimitations of rural areas in Europe using criteria of population density, remoteness and land cover*. JRC Scientific and Technical Report n.º EUR 23757 EN, EC Joint Research Center, Institute for Environment and Sustainability, 2009.
- KITZES, Justin, Alessandro GALLI, Sarah M. RIZK, Anders REED y Mathis WACKERNAGEL. *Guidebook to the National Footprint Accounts: 2008 Edition*. Oakland, CA: Global Footprint Network, Research and Standards Department, 28 de octubre de 2008. Disponible en: <http://www.footprintnetwork.org/> [consulta: 28 de diciembre de 2012].
- KRUGMAN, Paul. *Geography and Trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991 [traducción española en Antoni Bosh editor, 1992].
- . «A dynamic spatial model». Documento de Trabajo n.º 4219, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, noviembre de 1992.
- . «First nature, second nature, and metropolitan location». *Journal of Regional Science* 33, n.º 2 (1993): 129-144.
- MARTIN, David. «PROGRESS report: 24-hour gridded population models». Ponencia presentada en el *European Forum for Geostatistics* 2010, Tallin (Estonia), 5-7 de octubre de 2010. Disponible en: <http://www.efgs.info/workshops/efgs-2010-tallinn-estonia>.
- McEVEDY, Colin, y Richard JONES. *Atlas of World Population History*. Penguin Reference Books. Harmondsworth: Penguin Books Ltd., 1978.
- MENDELSON, Robert, y Janet LEFEBVRE. «Reviewing Census Metropolitan Areas (CMA) and Census Agglomerations (CA) in Canada According to Metropolitan Functionality». Documento de Trabajo n.º 2003-001, Geography Working Paper Series, Statistics Canada, 2003.
- MILEGO, Roger. *Urban Morphological Zones 2000. Version F1v0. Definition and procedural steps*. European Topic Centre on Terrestrial Environment (ETC/TE), Copenague: Agencia Europea del Medio Ambiente, febrero de 2007. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-morphological-zones-2000-umz2000-f1v0>.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España 2000*. Madrid, 2000. Disponible en: http://siu.vivienda.es/portal/index.php?view=article&catid=19%3Aatlas-digital-de-las-reas-urbanas&id=55%3Aatlas-estadistico-de-las-areas-urbanas-2000&option=com_content&Itemid=73&lang=es [consulta: 7 de noviembre de 2012].
- . *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España 2010*. Madrid, 2010.
- . *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España 2011*. Madrid, 2011. Disponible en: http://atlas.vivienda.es/Ayuda/Metodolog%C3%ADA_AU_2012.pdf [consulta: 7 de noviembre de 2012].
- . Portal de Suelo y Políticas Urbanas. Disponible en: http://siu.vivienda.es/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=73&lang=es [consulta: noviembre de 2012].
- MINISTERIO DE FOMENTO Y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE). Madrid: Dirección General de Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento y la Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.siose.es/siose/>.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. Datos del Registro de Entidades Locales. Disponible en: <http://ssweb.mpt.es/REL/>.

MINISTERIO DE VIVIENDA. *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España 2004*. Madrid, 2004. Disponible en: http://siu.vivienda.es/portal/index.php?view=article&catid=19%3Aatlas-digital-de-las-reas-urbanas&id=56%3Aatlas-estadistico-de-las-areas-urbanas-2004&option=com_content&Itemid=73&lang=es [consulta: 7 de noviembre de 2012].

—. *Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas de España 2006*. Madrid, 2006. Disponible en: http://siu.vivienda.es/portal/index.php?view=article&catid=19%3Aatlas-digital-de-las-reas-urbanas&id=57%3Aatlas-estadistico-de-las-areas-urbanas-2006&option=com_content&Itemid=73&lang=es [consulta: 7 de noviembre de 2012].

OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos). *Creating rural indicators for shaping territorial policy*. París, 1994.

—. *Cities and Climate Change*. París: OECD Publishing, 2010a. Disponible en: <http://www.oecd.org/gov/citiesandclimatechange.htm>.

—. *OECD Regional Typology*. París: OECD, Directorate for Public Governance and Territorial Development, 22 de febrero de 2010b.

—. *Redefining «Urban»: A New Way to Measure Metropolitan Areas*. París: OECD Publishing, 2012a. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264174108-en>.

—. *Compact City Policies: A Comparative Assessment*. París: OECD Publishing, 2012b. Disponible en: <http://www.oecd.org/greengrowth/greeningcitiesregionsandcommunities/compactcitypoliciesacomparativeassessment.htm>.

ONU (Organización de las Naciones Unidas). «World Urbanization Prospects. The 2011 revision». Nueva York: Department of Economics and Social Affairs, Population Division, United Nations, 2012. Disponible en: <http://esa.un.org/unup/> [consulta: 2 de noviembre de 2012].

ORELLANA OSSANDÓN, Arturo. «El desafío de las áreas metropolitanas en un mundo globalizado. Una mirada a Europa y América Latina». En *Actas del seminario internacional El desafío de las áreas metropolitanas en un mundo globalizado. Una mirada a Europa y América Latina*, organizado por Institut Català de Cooperació Iberoamericana, el Institut d'Estudis Territorials y la Pontificia Universidad Católica de Chile, Barcelona, 4, 5 y 6 de junio de 2002.

OVERMAN, Henry G., y Diego PUGA. «Unemployment clusters across European countries and regions». *Economic Policy* 34 (2002): 117-147.

PÉREZ MOREDA, Vicente. «El legado demográfico del Antiguo Régimen». En E. Llopis, coord. *El Legado Económico del Antiguo Régimen en España*. Barcelona: Crítica/Historia del Mundo Moderno (2004): 121-146.

POELMAN, Hugo. «Population distribution grid uses in the context of regional and urban analysis at European scale». Ponencia presentada en el *European Forum for Geostatistics 2011*, Lisboa, 12-14 de octubre de 2011. Disponible en: <http://www.efgs.info/workshops/efgs-2011-lisboa-portugal>.

PONS IZQUIERDO, Juan José, Dolores LÓPEZ HÉRNANDEZ y Carolina MONTORO GURICH. «Del interior a la costa: Dinámica espacial de la población española a lo largo del siglo XX». Ponencia presentada en *VII Congreso de la Asociación de Demografía Histórica*, Granada, 1-3 de abril de 2004.

REHER, David S. «Desarrollo urbano y evolución de la población: España 1787-1930». *Revista de Historia Económica* 4, n.º 1 (1986): 39-66.

—. Ciudades, procesos de urbanización y sistemas urbanos en la Península Ibérica, 1550-1991». En M. Guardia, F. J. Monclús y J. Oyón, dirs. *Atlas histórico de ciudades europeas*. Barcelona: Centre de Cultura Contemporània de Barcelona y Salvat (1994): 1-29.

—. «Perfiles regionales de la población española en tiempos históricos». En J. A. Fernández Cordón y J. Leal Maldonado, eds. *Ánalisis Territorial de la Demografía Española 2006*. Madrid: Fundación Fernando Abril Martorell (julio de 2006): 53-83.

REQUES VELASCO, Pedro, y Vicente RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ. *Atlas de la Población Española. Análisis de base municipal*. Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, CSIC y ESRI-España, 1998.

RUIZ, Francisco. AUDES-Áreas Urbanas de España. Modelo y Método [en línea]. Disponible en: <http://alarcos.esi.uclm.es/per/fruiz/audes/> [consulta: 12 de noviembre de 2012].

SACHS, Jeffrey D., y Andrew M. WARNER. «The curse of natural resources». *European Economic Review* 45, n.º 4-6 (mayo de 2001): 827-838.

SERRATOSA I PALET, Albert. «Introducción». En A. Orellana, ed. *El desafío de las áreas metropolitanas en un*

mundo globalizado. Una mirada a Europa y América Latina. Actas del seminario internacional El desafío de las áreas metropolitanas en un mundo globalizado. Una mirada a Europa y América Latina, organizado por Institut Català de Cooperació Iberoamericana, el Institut d'Estudis Territorials y la Pontificia Universidad Católica de Chile, Barcelona, 4, 5 y 6 de junio de 2002.

SIMON, Alejandro, Jaume FONS y Roger MILEGO. *Urban Morphological Zones. Version F2v0. Definition and procedural steps. Final Report (28.12.2010)*. European Topic Centre, Land Use and Spatial Information (ETC LUSI), Copenhague: Agencia Europea del Medio Ambiente, 2010. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-morphological-zones-2006-umz2006-f3v0/>.

STATISTICS CANADA. Geographic Units. Census Metropolitan Area (CMA) and Census Agglomeration (CA). Diciembre 2002. Disponible en: <http://www12.statcan.ca/english/census01/Products/Reference/dict/geo009.htm> [consulta: 5 de noviembre de 2012].

TAFUNELL, Xavier. «Urbanización y vivienda». En A. Carreras y X. Tafunell, coords. *Estadísticas Históricas de España. Siglos XIX-XX*. Volumen I, 2.ª edición revisada y ampliada, Bilbao: Fundación BBVA (2005): 455-502.

TRULLEN, Joan, y Rafael Boix DOMÈNECH. «Barcelona, metrópolis policéntrica en red». Documento de Trabajo n.º 3, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Economia Aplicada, 2003.

UNIÓN EUROPEA. *Mapping Guide for a European Urban Atlas*. Bruselas: Dirección General de Política Regional, Comisión Europea y GMES *Observing our planet for a safer world*, 2011.

U.S. Office of Management and Budget. «Standards for Defining Metropolitan and Micropolitan Statistical Areas». Federal Register 65, n.º 249 (27 de diciembre de 2000): 82227-82238. Disponible en: <http://www.census.gov/population/metro/> [consulta: 9 de noviembre de 2012].

VALCÁRCEL, Nuria. «Comparison and parameterization between SIOSE and CLC». Ponencia presentada en *6th EAGLE meeting and Joint Meeting EAGLE-Geoland2*, Málaga, junio de 2011. Disponible en: http://sia.eionet.europa.eu/EAGLE/EAGLE_6thMeeting_g2_Malaga/04a_CLC-Attribution_NV_Homework.pdf [consulta: 26 de noviembre de 2012].

VALERO LOBO, Ángeles P. «El sistema urbano español en la segunda mitad del siglo XIX». *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica* 7, n.º 1 (1989): 7-29.

VAN DER WOUDE, Ad, Jan DE VRIES y Akira HAYAMI, eds. *Urbanization in History. A Process of Dynamic Interactions*. Oxford y Nueva York: Oxford University Press, 1990.

VARD, Thierry, Eric WILLEMS y Rob PETERS. «Use of the CORINE land cover to identify the rural character of communes and regions at EU level». En *Trends of some agri-environmental indicators of the European Union* n.º EUR 21669 EN, Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2005.

VIDAL, Claude, Javier GALLEGO y Maxime KAYADJIANIAN. «Geographical use of statistical data. Methodological overview». En *Towards agri-environmental indicators. Integrating statistical and administrative data with land cover information*. Topic Report n.º 6, Copenhague: European Environment Agency, capítulo 1 (2001): 11-24.

VILLA, Guillermo. «CLC-OO. Data model. Application and examples». Ponencia presentada en el *2nd EIONET OODM Working Group Meeting* organizado por el Instituto Geográfico Nacional, Madrid, 10-11 de diciembre de 2009. Disponible en: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/241/referenceid/32916>.

VILLA, Guillermo, Nuria VALCÁRCEL, A. AROZARENA, L. GARCÍA-ASENSIO, M. E. CABALLERO, A. PORCUNA, E. DOMÈNECH y J. J. PESES. «Land cover classifications: An obsolete paradigm». En *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVII*, part B4 (2008): 609-614. Disponible en: http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/108.pdf.

VINUESA ANGULO, Julio. «Dinámica de la población urbana en España (1857-1991)». *Ciudad y Territorio* 28, n.º 107-108 (1996): 185-216.

YUN CASILLADA, Bartolomé. «El siglo de la hegemonía castellana (1450-1590)». En F. Comín, M. Hernández y E. Llopis, eds. *Historia Económica de España. Siglos X-XX*. Barcelona: Crítica/Historia del Mundo Moderno (2002): 51-84.

ZOIDO NARANJO, Florencio, y Andrés Arroyo Pérez. «La población de España». En A. Arroyo Pérez, coord. *Tendencias demográficas durante el siglo XX en España*. Madrid: Universidad de Sevilla e Instituto Nacional de Estadística (febrero de 2004): 17-75. Disponible en: http://www.ine.es/prodyserv/pubweb/tend_demo_s20/tend_demo_s20.htm.

Índice de cuadros y gráficos

Cuadro 3.1:	Superficies de las coberturas de <i>CORINE Land Cover</i> 2006 al nivel 3	42
Cuadro 4.1:	Coberturas simples del SIOSE2005	52
Cuadro 4.2:	Superficie de las coberturas del MJS2005 al nivel 3.....	57
Cuadro 4.3:	Coberturas artificiales del MJS2005 al nivel 4	61
Cuadro 4.4	Correspondencia de coberturas MJS/CLC en la construcción de las UMZ	67
Cuadro 5.1:	Zonas de morfología urbana: población de al menos 5.000 habitantes	73
Cuadro 5.2:	Zonas de morfología urbana por número de municipios que las soportan	75
Cuadro A.1.1:	Coberturas de <i>CORINE Land Cover</i> al nivel 3	88
Cuadro A.1.2:	Superficies de las coberturas de <i>CORINE Land Cover</i> 2006 al nivel 3	91
Cuadro A.2.1:	Coberturas simples del SIOSE2005	95
Cuadro A.2.2:	Coberturas compuestas predefinidas del SIOSE2005	97
Cuadro A.2.3:	Atributos de las coberturas simples del SIOSE2005	99
Cuadro A.3.1:	Coberturas del MJS2005 al nivel 4	101
Cuadro A.3.2:	Superficie de las coberturas del MJS2005 al nivel 3	106
Cuadro A.5.1:	Áreas de morfología urbana y su estructura municipal	109
Gráfico 1.1:	Distribución de los municipios en ámbitos urbanos en 2006	26
Gráfico 5.1:	Densidades (habitantes/km ²) según diversas superficies en las UMZ	76
Gráfico 5.2:	Zonas verdes por habitante	77
Gráfico 5.3:	Superficie destinada a equipamiento deportivo, recreativo o cultural	78
Gráfico 5.4:	UMZ de Madrid: coberturas simples SIOSE	80
Gráfico 5.5:	UMZ de Madrid: coberturas MJS	80

Gráfico 5.6:	UMZ de Barcelona: coberturas simples SIOSE	81
Gráfico 5.7:	UMZ de Barcelona: coberturas MJS	82
Gráfico 5.8:	UMZ de Valencia: coberturas simples SIOSE	83
Gráfico 5.9:	UMZ de Valencia: coberturas MJS	83

Índice de mapas

Mapa 1.1:	Tipología rural/urbana a nivel municipal de la OCDE. Municipios (2006)	21
Mapa 1.2:	Tipología municipal rural/urbana según umbral de población. Municipios (2006)	22
Mapa 1.3:	Áreas urbanas del Atlas Estadístico de Áreas Urbanas (2006)	27
Mapa 1.4:	Áreas urbanas de Alicante y Murcia. Atlas Estadístico de Áreas Urbanas (2006).....	28
Mapa 1.5:	Áreas urbanas del proyecto AUDES (2006)	29
Mapa 1.6:	Celdas de población rurales y aglomeraciones urbanas a partir de una <i>grid</i> de población de 1 km ² (2006)	31
Mapa 1.7:	Centros urbanos o aglomeraciones urbanas de alta densidad a partir de una <i>grid</i> de población de 1 km ² (2006)	32
Mapa 1.8:	Centros urbanos o aglomeraciones urbanas de alta densidad a partir de una <i>grid</i> de población de 1 km ² y municipios que las soportan (2006)	32
Mapa 1.9:	Tipología rural/urbana a nivel municipal según los criterios de Eurostat a partir de una <i>grid</i> de población de 1 km ² (2006)	34
Mapa 1.10:	Tipología rural/urbana a nivel provincial según los criterios de Eurostat a partir de una <i>grid</i> de población de 1 km ² (2006)	34
Mapa 2.1:	SIOSE2005. Nomenclatura jerárquica - Nivel 1	38
Mapa 2.2:	<i>Grid</i> de población. Padrón municipal (2006)	39
Mapa 2.3:	CLC2006	40
Mapa 3.1:	Zonas de morfología urbana de la AEMA (2006).....	47
Mapa 3.2:	Zonas de morfología urbana de la AEMA y municipios que las soportan (2006)	48
Mapa 3.3:	Efecto <i>pixelado</i> sobre las zonas de morfología urbana de la AEMA. Área de Madrid (2006)	49
Mapa 4.1:	CLC <i>versus</i> SIOSE: tejido urbano	54
Mapa 4.2:	CLC <i>versus</i> SIOSE: zonas agrícolas	55
Mapa 4.3:	CLC <i>versus</i> SIOSE: zonas forestales	56

Mapa 4.4:	Relación entre el MJS y los polígonos originales	60
Mapa 4.5:	Adición de elementos lineales a las UMZ	65
Mapa 4.6:	Clases de entidades completamente dentro de las clases ampliadas	66
Mapa 4.7:	Zonas de morfología urbana construidas a partir del SIOSE/MJS2005	69
Mapa 5.1:	Zonas de morfología urbana a partir del SIOSE2005 con población de al menos 5.000 habitantes (2006)	73
Mapa 5.2:	Zonas de morfología urbana a partir del SIOSE2005 con población de al menos 5.000 habitantes y municipios que las soportan (2006)	75
Mapa 5.3:	UMZ de Madrid	79
Mapa 5.4:	UMZ de Barcelona	81
Mapa 5.5:	UMZ de Valencia	82
Mapa A.2.1:	Comparación de la resolución geométrica entre SIOSE2005 y CLC2006	94

Fundación **BBVA**

Plaza de San Nicolás, 4
48005 Bilbao
España
Tel.: +34 94 487 52 52
Fax: +34 94 424 46 21

Paseo de Recoletos, 10
28001 Madrid
España
Tel.: +34 91 374 54 00
Fax: +34 91 374 85 22

publicaciones@fbbva.es
www.fbbva.es



ISBN 978-84-92937-49-3



9 788492 937493