EL MAPA ECOLÓGICO DE BARCELONA: LOS CAMBIOS DE LA CIUDAD EN LAS ÚLTIMAS TRES DÉCADAS

J. A. BURRIEL MORENO*, J. J. IBÀÑEZ I MARTÍ* Y J. TERRADAS I SERRA*

Recibido: 1-11-06. Aceptado: 15-01-07. BIBLID [0210-5462 (2006-2); 39: 167-184].

PALABRAS CLAVE: Ecología urbana, Barcelona, SIG, cambios en los usos y las cubiertas del suelo.
KEY WORDS: Urban ecology, Barcelona, GIS, land use and land cover changes.
MOTS-CLEFS: Écologie urbaine, Barcelone, SIG, changement d'utilisation et d'occupation du sol.

RESUMEN

Barcelona presenta una importante dinámica en su estructura urbana, con repercusiones en el medio ambiente. Para la gestión y la planificación a escala municipal se precisa saber cómo se estructura la ciudad y cómo cambia en el tiempo. En este trabajo se presenta el Mapa ecológico de Barcelona (MEB), que cuenta con tres ediciones y recoge casi tres décadas (1977-2004) de cambios en la estructura de la ciudad. En él, se representan las zonas ecológicas que componen el sistema urbano, es decir, distintos tipos de zonas naturales, seminaturales, y urbanizadas. De la tercera edición, cabe destacar su alto nivel de resolución gracias a que las imágenes de base son ortofotos color con un píxel de 0.5 m, y que la leyenda jerárquica presenta, en su máximo detalle, 58 categorías. Los principales resultados de la comparación entre ediciones del MEB muestran el proceso de densificación urbana sufrido por Barcelona a costa de cultivos y solares sin edificar, agotando prácticamente el suelo libre del municipio, pero también la recuperación del bosque, y el importante aumento de zonas verdes.

ABSTRACT

The dynamic nature of urban growth in Barcelona has important repercussions on the environment. Management and planning on a municipal scale makes it imperative to know how the city is structured and how it changes over time. In this work, we present the Ecological Map of Barcelona (MEB), which has three editions and it covers almost three decades (1977-2004) of changes in the structure of the city. The map displays the ecological areas that compose the urban system, that is, different kinds of natural areas, semi-natural areas and built-up areas. It is worth pointing out the high level of resolution of the third edition because the images used in this new edition are colour orthophotos with a pixel size of 0.5 m, and because the hierarchical legend displays, at maximum detail, 58 categories. Comparing among editions of the MEB shows the process of urban densification suffered by Barcelona at the expense of crops and non-built plots, using practically the free ground up of the municipality, but also the recovery of the forest, and the important increase of green areas.

* Campus de la Universitat Autònoma de Barcelona. j.angel@creaf.uab.cat

RÉSUMÉ

Barcelone présente une importante dynamique dans sa structure urbaine, avec des répercussions dans l'environnement. Pour la gestion et la planification à échelle municipale on précise savoir comment se structure la ville et comment elle change dans le temps. Dans ce travail on présente la Carte écologique de Barcelone (MEB), de la quelle il y a trois éditions et rassemble presque trois décennies (1977-2004) de changements dans la structure de la ville. On y représente les zones écologiques qui composent le système urbain, c'est-à-dire, différents types de zones naturelles, seminaturelles, et urbanisées. De la troisième édition, il convient de souligner son haut niveau de résolution grâce au fait que les images de base sont ortho-photos couleur avec un pixel de 0.5 m, et que la légende hiérarchique présente, dans son détail maximal, 58 catégories. Les principaux résultats de la comparaison entre les éditions du MEB montrent le processus de densification urbaine souffert par Barcelone aux prix de cultures et de lots sans construire, en épuisant pratiquement le sol libre de la municipalité, mais aussi la récupération de la forêt, et l'importante augmentation d'espaces verts.

1. INTRODUCCIÓN

Barcelona, como gran ciudad, presenta una importante dinámica con repercusiones en el medio ambiente y en su estructura urbana. En los últimos decenios, la ciudad ha visto como antiguas fábricas han sido sustituidas por viviendas, campos de cultivo se han convertido en industrias, o solares abandonados son ahora zonas verdes. Tanto desde el punto de vista del simple conocimiento como del de la gestión de la ciudad, es de gran utilidad saber cómo se estructura Barcelona y cómo ha cambiado a lo largo del tiempo.

El Mapa Ecológico de Barcelona (MEB) es una herramienta que aporta información de este cariz para la gestión de la ciudad. El MEB constituye una base para caracterizar las diferentes zonas ecológicas que componen el sistema urbano permitiendo, así, analizar la estructura de la ciudad. Se diferencian, básicamente, zonas naturales y seminaturales y zonas construidas, subdividiéndolas en diversas categorías. Por tanto, este mapa permite estudiar entre otras cosas qué repercusiones tiene en el metabolismo urbano la estructura urbana, como así lo han hecho PARÉS *et al.* (1985), y BARRACÓ *et al.* (1999).

Hasta la fecha existían dos ediciones del MEB, una hecha el año 1977 (Garza y Martín), y la otra a partir de imágenes de 1993 (CREAF). La disponibilidad de nuevas imágenes del año 2004, producidas por el Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC), ha permitido una tercera edición que recoge la nueva estructura de Barcelona y, en consecuencia, hace posible analizar los cambios producidos los últimos años; una serie temporal del MEB como ésta es pues de gran interés. Las características de esta nueva serie de ortofotos color natural y píxel de 0.5 m, junto con la detallada escala de trabajo 1:1.500, permiten ofrecer un producto final de alta definición y calidad, cualidades poco habituales en trabajos de este tipo. Como también es poco frecuente encontrar mapas de las características del MEB a escala municipal, a pesar de su evidente interés (FREEMAN y BUCK, 2003).

2. METODOLOGÍA

La tercera edición del MEB (MEB-3) posee características similares a las dos anteriores, sobre todo aquellas que permiten una buena comparación entre ediciones (más información sobre estas dos primeras ediciones del mapa se encuentra en BURRIEL *et al*., 2000). Ahora bien, esta edición posee un conjunto de novedades que la hace más completa, precisa y fiable:

- Los materiales de base y de soporte más detallados planimétrica y temáticamente.
- La ampliación de la leyenda.
- Bases de datos asociadas.
- Presentación de la cartografía.
- Control del nivel de error del mapa.
- Difusión de la información.

El MEB-3 mantiene, eso sí, como método de captura de la información la fotointerpretación y digitalización en pantalla, como formatos de salida el vectorial estructurado y ráster, y la utilización del SIG-MiraMon (PONS, X., 2006), así como su disponibilidad a través de Internet: http://www.mediambient.bcn.cat.

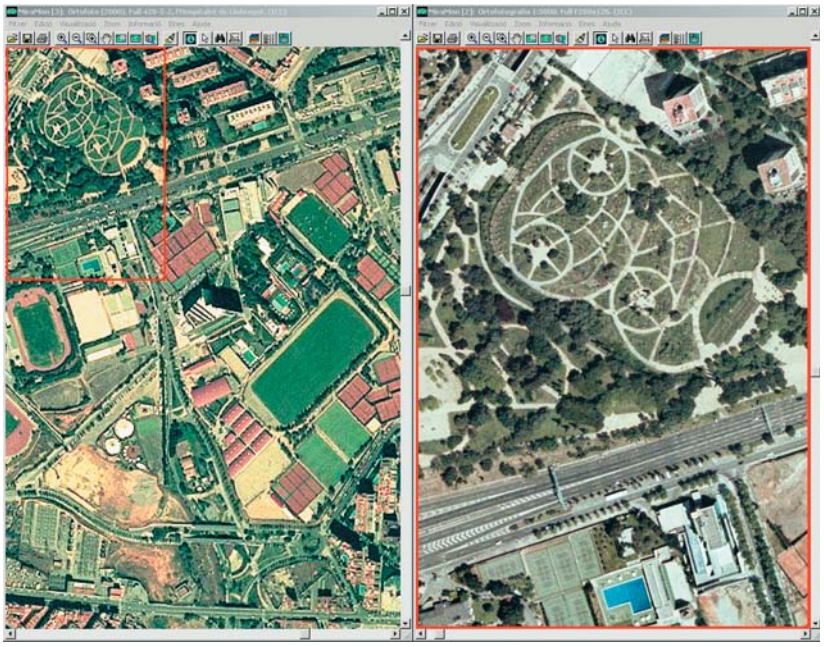
2.1. *Material de base*

El material de base del MEB-3 son las ortoimágenes 1:5.000 en color natural del Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC), vuelo de 2004. Este material presenta dos ventajas:

– El nivel de detalle que proporcionan estas imágenes, con píxel de 0.5 m, es muy superior al de las imágenes 1:25.000, con píxel de 2.5 m, empleadas en la segunda edición del MEB (figura 1). Ello permite un cambio en la escala de trabajo que pasa de 1:3.000 en la edición del 1993, a 1:1.500 en la del 2004. De este modo, la fotointerpretación es más fácil y fiable.
– Mejora la resolución planimétrica del Mapa ecológico, puesto que mientras la edición de 1993 tiene la de las ortoimágenes 1:25.000, la actualización tiene la del material 1:5.000, pudiéndose considerar que en esta nueva versión la mayoría de puntos tienen un error de posicionamiento inferior a los 2 m.

Estas características de definición y de resolución planimétrica permiten detallar objetos muy pequeños, abundantes en zonas urbanas; tal sería el caso de zonas verdes como los parterres, o de balsas y estanques. La superficie mínima de digitalización es de 500 m^2. Los elementos lineales (parterres, vegetación de márgenes, …) se digitalizan siempre que midan más de 10 m de ancho y más de 50 m de largo, excepto la red vial y las vías de tren que se digitalizan siempre que midan más de 8 m de ancho y tengan la longitud suficiente para alcanzar la superficie mínima de digitalización

Figura 1. *Izquierda, ortoimagen con píxel de 2,5 m, a escala de trabajo 1:3.000; Derecha, ortoimagen con píxel de 0,5 m, a escala de trabajo 1:1.500, y ámbito correspondiente al rectángulo impreso sobre la imagen izquierda. Obsérvese el elevado nivel de detalle de la imagen derecha*



FUENTE: Elaboración propia.

2.2. *Ampliación de la leyenda*

Debido a la mejor resolución de las imágenes, los cambios acaecidos en la ciudad, y la experiencia adquirida en estos años, se ha ampliado la leyenda para recoger mejor la realidad de las zonas ecológicas. Se establecen tres nuevos niveles jerárquicos de leyenda (tabla 1):

– El nivel 3 tiene 58 categorías, de las cuales 37 son estrictamente urbanas, 16 son forestales (9 de ellas, referidas a la vegetación), y 5 son agrícolas. Este nivel proviene de la subdivisión de la leyenda original del MEB, aunque la confección final del nivel 3 también se ha inspirado en el nivel 3 de la leyenda del mapa de cubiertas del proyecto CORINE land cover (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 1995), y el nivel 3 de la leyenda del Mapa de Cubiertas del Suelo de Cataluña (BURRIEL *et al.*, 2005).
– El nivel 2 posee 31 categorías, agrupaciones de las categorías del nivel 3.

Tabla 1. *Nuevos niveles de la leyenda jerárquica de la tercera edición del mapa ecológico de barcelona, y paleta de colores de la misma*

NIVEL 1	*NIVEL 2*	*NIVEL 3*	*Paleta*
Verde natural	Bosque	Encinar	
		Robledal	
		Pinar de pino carrasco	
		Pinar de pino piñonero	
		Plant. de coníferas no autóctonas	
		Plantación de plátanos	
	Matorral	Matorral	
	Vegetación de ribera	Vegetación de ribera	
	Prado	Prado	
Zona natural sin vegetación	Roquedo o suelo denudado forestal	Roquedo	
		Suelo denudado forestal	
	Cauce natural	Cauce natural	
	Playa	Playa	
Aguas naturales	Aguas continentales	Estanque natural	
		Río	
	Zona marítima municipal	Zona marítima municipal	
Cultivo	Cultivo	Cultivo herbáceo	
		Cultivo leñoso (no viña)	
		Viña	
		Invernadero	
Cultivo abandonado	Cultivo abandonado	Cultivo abandonapdo	
Verde urbano	Zona verde	Parque, jardín, parterre	
		Otras zonas verdes	
	Césped de zona deportiva	Césped de zona deportiva	
Aguas urbanas	Piscina, balsa, estanque artificial	Piscpina	
		Balsa, estanque artificial	

Tabla 1. *Nuevos niveles de la leyenda jerárquica de la tercera edición del mapa ecológico de barcelona, y paleta de colores de la misma. (Cont.)*

NIVEL 1	*NIVEL 2*	*NIVEL 3*	*Paleta*
Urbanizado laxo	Vivienda 1-2 familias con huerto o jardín pequeño	Vivienda 1-2 familias con huerto o jardín pequeño	
	Vivienda 1-2 familias con jardín grande	Vivienda 1-2 familias con jardín grande	
	Gran propiedad con edificaciones aisladas	Gran propiedad con edificaciones aisladas	
Urbanizado denso o de uso intenso	Edificio diversas plantas con jardín	Edificio diversas plantas con jardín	
	Densamente construido con espacios verdes	Densamente construido con espacios verdes	
	Densamente construido sin espacios verdes	Casco antiguo	
		Ensanche	
		Otras viviendas densamente construidas	
		Gran conjunto de inmuebles elevados	
		Rascacielos	
	Industria, taller, almacén	Industria, taller, almacén	
	Zona portuaria	Zona portuaria	
	Gran zona comercial	Gran zona compercial	
	Edificio de uso público	Mercado	
		Centro de enseñanza	
		Hospital	
		Zona deportiva	
		Estación terrestre o marítima de pasajeros	
		Prisión	
		Edificio monumental	
		Cementerio	
		Cuartel militar	

Tabla 1. *Nuevos niveles de la leyenda jerárquica de la tercera edición del mapa ecológico de barcelona, y paleta de colores de la misma. (Cont.)*

NIVEL 1	*NIVEL 2*	*NIVEL 3*	*Paleta*
Zona de uso intenso sin edificar	Aparcamiento y cochera	Aparcamiento y cochera	
	Viario principal	Autopista y autovía	
		Carreteras	
		Vía urbana principal	
	Área de peatones	Área de peatones	
	Zona ferroviaria	Zona ferroviaria	
	Vertedero de basuras	Vertedero de basuras	
	Zona de extracción minera (canteras)	Zona de extracción minera (canteras)	
	Zona sin edificar o en transformación	Zona en transformación	
		Solar sin edificar	

FUENTE: Elaboración propia.

– El nivel 1 contiene 10 categorías, agrupaciones del nivel 2, y corresponde a los principales tipos de zonas ecológicas.

Además, para hacer posible la comparación entre ediciones, se mantienen dos niveles más (tabla 2) de la leyenda original del MEB-1 (para ampliar la información sobre esta leyenda, consúltese PARÉS *et al*., 1985):

– El nivel común tiene 27 categorías.
– El nivel simplificado, también común para las tres ediciones del Mapa, con 8 categorías.

2.3. *Material de apoyo*

Las capas de información geográfica más utilizadas como asistencia en la fotointerpretación han sido:

– Guía urbana de Barcelona (Instituto Municipal de Informática, Ayuntamiento de Barcelona).

Tabla 2. *Niveles comunes de la leyenda jerárquica del mapa ecológico de Barcelona*

Nivel Simplificado	*Nivel Común*
Verde natural-bosque	Bosque
Verde natural-matorral	Matorral Vegetación de ribera
Zona natural sin vegetación	Playa Río Zona marítima municipal
Cultivo	Cultivo
Yermo	Terreno yermo, cultivo abandonado, solar sin edificar
Verde urbano	Parque, jardín, parterre Otras zonas verdes Césped de zona deportiva
Urbanizado laxo	Vivienda 1-2 familias con huerto o jardín Vivienda 1-2 familias con jardín grande Gran propiedad con edificaciones aisladas
Urbanizado denso o de uso intenso	Edificio diversas plantas con jardín Densamente construido con espacios verdes Densamente construido sin espacios verdes Gran conjunto de inmuebles elevados Industria, taller, almacén Zona portuaria Zona militar Zona ferroviaria Vertedero de basuras Zona de extracción minera (canteras) Grandes zonas en transformación Piscina, balsa, estanque Otras zonas urbanas (viario...)

FUENTE: Elaboración propia.

- Mapa de usos del suelo del Área Metropolitana de Barcelona (Barcelona Regional).
- Mapa topográfico de Cataluña a escala 1:5.000 (ICC).
- Cartografía de los Hábitats de Cataluña (Unidad de Botánica de la Universidad de Barcelona).
- Mapa de Vegetación de Collserola (Consorcio del Parque de Collserola).

También se empleó como soporte durante la fotointerpretación, información disponible en Internet:

– Callejero fotográfico de QDQ (http://www.qdq.com)
– Diagramas de rascacielos de SkyscraperPage (http://skyscraperpage.com)

2.4. *Nuevas bases de datos asociadas*

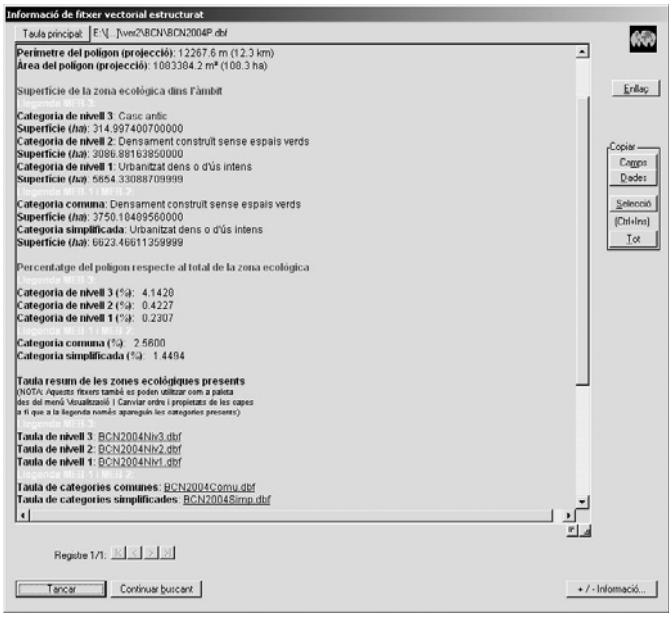
La base vectorial obtenida se relaciona con siete bases de datos externas consultables, cinco de ellas contienen las zonas ecológicas y la suma de superficies según los cinco niveles de la leyenda del MEB-3, y las otras dos hacen referencia a la estructura del paisaje barcelonés. Estas bases se calculan automáticamente durante el proceso de estructuración topológica de la información, mediante consultas SQL a la base de datos asociada a la base gráfica. En el mismo proceso, se crean hipervínculos o enlaces hacia estas bases contenidos en la base de datos principal (la relacionada con la información gráfica). De esta manera, y cuando se realiza una consulta por localización en el formato vectorial del MEB-3 mediante el SIG-MiraMon, en el cajetín de información del programa aparecen estos hipervínculos que permiten acceder a las tablas resumen (figura 2).

En cuanto a la información referida a la estructura del paisaje, las bases contienen varios índices descriptores de la misma (para una descripción detallada de estos índices, consúltese PASCUAL y BOLADERAS, 2004). Con ello se pretende describir de manera sucinta la estructura del paisaje a nivel municipal, aunque también es posible calcular los índices para cualquier otro ámbito dentro del municipio. Los indicadores de la estructura del paisaje incluidos en el MEB son: número de teselas (polígonos) a nivel global y por zonas ecológicas; número de clases (categorías); tamaño de grano del paisaje (para el conjunto del paisaje, y para cada tipo de categoría, en m^2) expresado por las áreas mínima, máxima y promedio, y por la desviación estándar del área; índice de diversidad de zonas ecológicas de Shannon-Weaver, e índice de equitabilidad, a nivel global y por zonas ecológicas.

2.5. *Novedades en la presentación de la cartografía*

El MEB-3 se ha elaborado en una pieza única para todo el municipio, pero también se ha dividido en los diversos distritos que lo componen. Esta cartografía tanto a nivel municipal como de distrito se ajusta, en su representación, a una serie cartográfica. La serie cartográfica es un conjunto de entidades cartográficas a una misma escala que cubren, adyacentemente, la totalidad de un territorio desde un mismo punto de vista (topografía, vegetación, geología, etc.), en el caso del MEB desde el punto de vista de zonas ecológicas. Con la serie cartográfica, se definen unas características de representación comunes y prefijadas como son la escala, las catego-

Figura 2. *Cajetín de información de un polígono de casco antiguo correspondiente al meb-3 en el sig-miramon. Además de la información básica que proporciona el mismo programa, como es el perímetro y el área, se proporciona la superficie y el porcentaje del polígono respecto a la zona ecológica en el municipio, según el nivel de la leyenda jerárquica del meb. También aparecen enlaces a las tablas resumen de las zonas ecológicas presentes en el municipio, según el nivel de la leyenda jerárquica del meb*



FUENTE: Elaboración propia.

rías mostradas en la leyenda, o la paleta de colores que asignar a los polígonos según la categoría.

Por otra parte, la serie se ha confeccionado de forma que sea posible imprimir cada hoja del MEB-3 con las mismas características, a escala y en una hoja DIN A4 en cualquier impresora estándar y de manera prácticamente automática con el SIG-MiraMon o con su visor, el Lector de Mapas de MiraMon (de difusión gratuita, desde www.creaf.uab.es/miramon/mmr/cat).

2.6. *Control del nivel de error del mapa*

Para controlar el nivel de error del MEB-3, se han obtenido al azar mil puntos de muestreo y se ha evaluado en gabinete el grado de acierto del mapa.

2.7. *Difusión de la información*

Al igual que las dos primeras ediciones del MEB, el MEB-3 también estará disponible en Internet, en la web de Servicios Urbanos y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Barcelona (http://www.mediambient.bcn.cat)

3. RESULTADOS

3.1. *Superficies de las zonas ecológicas*

El mapa de las zonas ecológicas de Barcelona para el año 2004 es el que se presenta en la figura 3. La tabla 3 se obtiene de la consulta a la base de datos asociada a la base gráfica del mapa, y proporciona la superficie de cada una de las zonas ecológicas del nivel 3 de la leyenda del MEB-3. La categoría más extensa del MEB-3, ocupando casi un 20% de la superficie, es la correspondiente a las «Otras viviendas densamente construidas», es decir, aquellas que no se clasifican ni como «Casco antiguo» ni como «Ensanche» (entendido como Ensanche Cerdà), es decir, aquellas zonas urbanizadas habitualmente catalogadas como Ensanche Moderno y que en el MEB-3 corresponden a las categorías de «Edificio de diversas plantas con jardín», «Densamente construido con espacios verdes», «Gran propiedad con edificaciones aisladas», «Rascacielos», etc. La segunda zona más extensa es «Industria, taller, almacén» con un 11%. La tercera, y primera de las categorías forestales, es la de «Pinares de pino carrasco», con casi un 10%.

3.2. *Control del nivel de error del mapa*

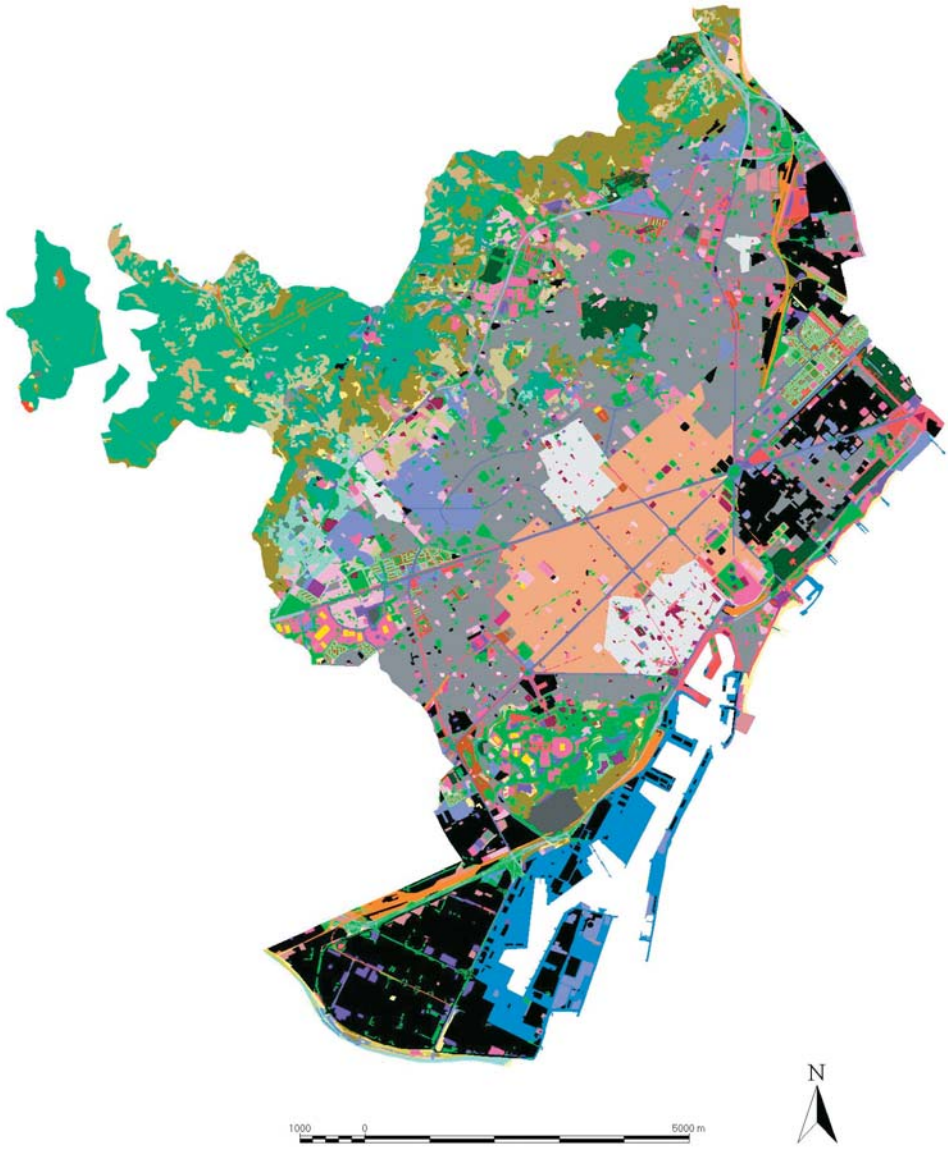
El error estimado en la tercera edición del Mapa ecológico para el nivel 3 de la leyenda jerárquica, es del 2.6%.

3.3. *Cambios en las zonas ecológicas*

Además de definir el estado actual de la ciudad según sus zonas ecológicas, realizar una nueva edición del MEB tiene el interés de permitir comparar con las situaciones pasadas reflejadas en las anteriores ediciones del MEB (figura 4). Para facilitar la interpretación, esta comparación se ha basado en el nivel simplificado de la leyenda común a las tres ediciones del MEB.

Como se aprecia en la figura 5, en términos absolutos la zona ecológica que más ha crecido en superficie en el periodo 1977-2004 ha sido la de «Urbanizado denso o de uso intenso», con un aumento de 593 ha, seguido del «Verde natural-bosque» con 301, y del «Verde urbano» con 258 ha. En cambio, la categoría que más ha disminuido en superficie ha sido la de «Solar sin edificar», con 483 ha, seguida de «Cultivo» y

Figura 3. *Mapa ecológico de barcelona, tercera edición (2004). La paleta de colores está basada en el tercer nivel de la leyenda jerárquica (para la correspondencia de colores y categorías, véase la tabla 1).*



FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 3. *Superficies de las zonas ecológicas de barcelona calculadas según el nivel 3 de la leyenda de la tercera edición del mapa ecológico de Barcelona*

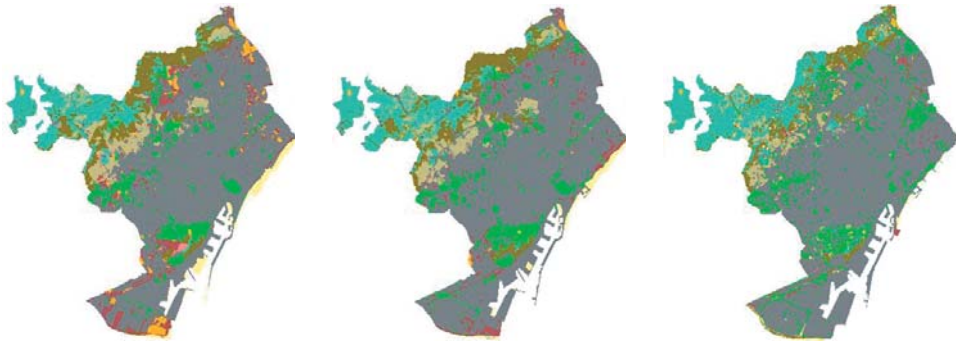
Zonas ecológicas (nivel 3 de la leyenda)	*Superficie (ha)*
Encinar	92,86
Pinar de pino carrasco	975,86
Pinar de pino piñonero	341,76
Plantación de coníferas no autóctonas	1,25
Matorral	642,85
Vegetación de ribera	14,81
Prado	53,78
Roquedo	1,26
Suelo denudado forestal	7,93
Playa	23,23
Estanque natural	0,10
Río	18,62
Cultivo herbáceo	21,31
Cultivo leñoso (no viña)	3,79
Viña	3,07
Invernadero	1,09
Parque, jardín, parterre	628,33
Otras zonas verdes	111,10
Césped de zona deportiva	15,87
Piscina	3,22
Balsa, estanque artificial	6,27
Vivienda 1-2 familias con huerto o jardín pequeño	302,65
Vivienda 1-2 familias con jardín grande	99,19
Gran propiedad con edificaciones aisladas	22,98
Edificio diversas plantas con jardín	209,00
Densamente construido con espacios verdes	180,13
Casco antiguo	315,00
Ensanche	709,40
Otras viviendas densamente construidas	1.961,95
Gran conjunto de inmuebles elevados	99,08
Rascacielos	1,46
Industria, taller, almacén	1.142,46
Zona portuaria	376,71
Gran zona comercial	37,71

Tabla 3. *Superficies de las zonas ecológicas de barcelona calculadas según el nivel 3 de la leyenda de la tercera edición del mapa ecológico de Barcelona*

Zonas ecológicas (nivel 3 de la leyenda)	*Superficie (ha)*
Mercado	10,62
Centro de enseñanza	219,55
Hospital	46,95
Zona deportiva	205,09
Estación terrestre o marítima de pasajeros	5,75
Prisión	3,89
Edificio monumental	58,66
Cementerio	55,24
Cuartel militar	15,69
Aparcamiento y cochera	118,93
Autopista y autovía	101,60
Carreteras	15,25
Vía urbana principal	184,87
Área de peatones	289,94
Zona ferroviaria	90,04
Zona de extracción minera (canteras)	1,82
Zona en transformación	157,19
Solar sin edificar	113,79

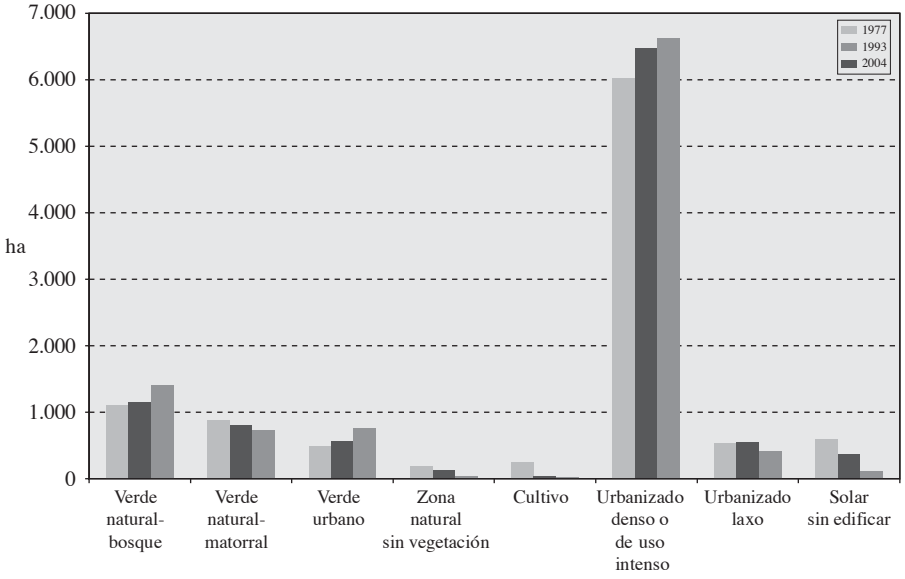
FUENTE: Elaboración propia.

Figura 4. *Cambios en las zonas ecológicas de barcelona. El mapa de arriba corresponde al año 1977, el del centro al 1993, y el de abajo a 2004. Se representa el nivel simplificado de la leyenda común a las tres ediciones del mapa*



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 5. *Cambios en las zonas ecológicas de Barcelona (1977-2004)*



FUENTE: Elaboración propia.

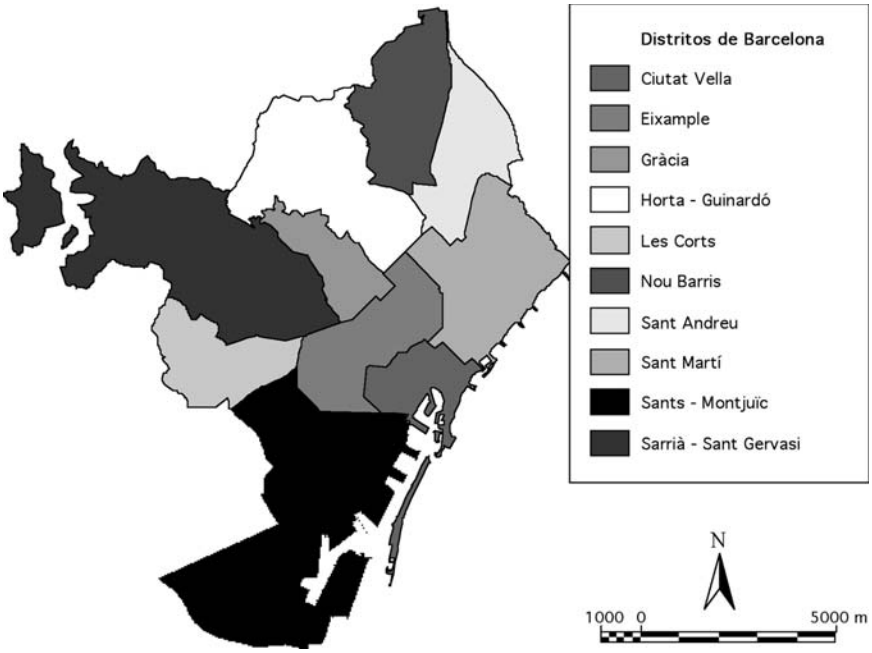
«Verde natural-matorral», ambas con un descenso de unas 227 ha; finalmente, las que menos han disminuido han sido «Zona natural sin vegetación» con 143 ha y «Urbanizado laxo» con 113 ha.

No se observa lo mismo en términos relativos. Así, el «Verde urbano» es la zona ecológica que más ha crecido, con un 51% más respecto a su superficie inicial, a continuación aparece el «Verde natural-bosque» con un 27% más, y finalmente el «Urbanizado denso o de uso intenso», con un aumento del 10%. Por otro lado, la categoría que relativamente ha disminuido más corresponde a «Cultivo» con un 88% menos de áreas cultivadas, después es la de «Solar sin edificar», con el 81% menos que la superficie inicial, seguida de «Zona natural sin vegetación» con el 74% menos; descensos menos importantes relativamente son los registrados por «Verde natural-matorral», con el 20% menos de matorrales y «Urbanizado laxo» con un 21% menos.

3.4. *Estructura del paisaje*

Gracias a las tablas que contienen los índices descriptores del paisaje, se puede observar la diferente estructura del paisaje barcelonés según la zona de la ciudad. En el presente artículo, utilizamos como ejemplo la diferente estructura según los distritos en que está dividido el municipio de Barcelona (figura 6)

Figura 6. *División en distritos del municipio de Barcelona*



FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 4. *Índices descriptores del paisaje para Barcelona y sus distritos*

Distritos	*Superficie (ha)*	*Teselas (polígonos)*	*Categorías*	*Área promedio (ha)*	*Shannon-Weaver*	*Equidad*
Ciutat Vella	456,3	278	28	1,64	2,30	0,0820
Eixample	745,9	228	22	3,27	0,92	0,0419
Gràcia	417,2	292	32	1,43	2,22	0,0694
Horta - Guinardó	1.191,4	913	35	1,30	2,40	0,0687
Les Corts	604,4	550	34	1,10	2,71	0,0798
Nou Barris	799,0	642	34	1,24	2,31	0,0680
Sant Andreu	663,0	343	32	1,93	2,06	0,0645
Sant Martí	1.023,7	756	29	1,35	2,49	0,0857
Sants-Montjuïc	2.214,1	1.166	41	1,90	2,39	0,0584
Sarrià-Sant Gervasi	2.005,9	775	40	2,59	2,18	0,0545
Barcelona	10.121,0	5.682	52	1,78	2,96	0,0570

FUENTE: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 4, hay diferencias importantes en cuanto a estructura del paisaje entre distritos. En cuanto al número de teselas, si bien es cierto que está relacionado con la superficie que ocupa cada distrito, algunos presentan proporcionalmente más o menos polígonos: este es el caso de Nou Barris, con una extensión similar a el Eixample pero con más teselas, lo que significa más fragmentación que este último. Siguiendo con este ejemplo, en Nou Barris aparecen más zonas ecológicas (categorías) que en el Eixample. Estas diferencias explican que la diversidad de zonas ecológicas, medida mediante el índice de Shannon-Weaver, sea mucho mayor en Nou Barris que en el Eixample, distrito con la menor diversidad de zonas ecológicas de toda Barcelona. Sin embargo, el máximo de diversidad en Barcelona lo ostenta Les Corts, con una fragmentación importante de las zonas ecológicas y un número alto de categorías.

4. CONCLUSIONES

Las zonas ecológicas de tipo urbano más abundantes en Barcelona corresponden a la ocupación de uso más intenso del suelo y de más impacto ambiental, como son las viviendas densamente construidas y las industrias. Esta ocupación intensa del suelo ha ido creciendo en el periodo 1977-2004, fundamentalmente a partir de solares sin edificar y zonas de cultivo, aunque no puede ignorarse que en el periodo 1993-2004 una parte del urbanizado laxo se ha densificado.

Las zonas ecológicas de tipo natural tienen en conjunto un ligero aumento en el lapso de tiempo considerado. Se produce, eso sí, un aumento relativamente importante de los bosques, en parte explicable por el crecimiento de los árboles presentes en los matorrales pasando a dominar sobre la formación arbustiva, y en parte por las repoblaciones efectuadas.

Las zonas verdes han aumentado de manera importante su presencia, en general por el aprovechamiento de solares sin edificar. Esta categoría no incluye las filas de árboles plantados en aceras, de manera que la superficie de verde plantada en la ciudad es en realidad mayor que la aquí reportada.

Los cultivos se han convertido casi en una zona ecológica testimonial, prácticamente reducida a viveros municipales y huertos aislados.

El descenso de las zonas naturales sin vegetación se explica en buena parte por la expansión del puerto a partir de las aguas marinas de ámbito municipal.

Sin llegar todavía a su extinción, los solares sin edificar representan la última y escasa zona de crecimiento urbano, ya sea para nuevas zonas verdes o para nuevas construcciones. La escasez actual de estos terrenos sin ocupar ya no permite mantener el mismo crecimiento respecto a años anteriores.

Finalmente, cabe señalar que la tasa de error del MEB-3, del 2.6%, es mejor incluso que la de otras cartografías de características similares como el Mapa de Cubiertas del Suelo de Cataluña que presenta una tasa de error del 3% para el Ámbito Metropolitano de Barcelona, área de nueve comarcas donde se encuentra ubicada Barcelona (BURRIEL *et al*., 2005). Este hecho otorga un buen margen de confianza

en la determinación de zonas ecológicas a la tercera edición del Mapa ecológico de Barcelona.

AGRADECIMIENTOS

A O.Boet, M. Deu, C. Guerrero, R. Isern, E. Moltó y X. Roijals, del equipo de fotointerpretación del CREAF, sin cuyo trabajo este artículo habría sido imposible.

El proyecto de actualización del MEB encargado por Servicios Urbanos y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Barcelona ha permitido realizar el presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

BARRACÓ, H.; PARÉS, M.; PRAT, A. y TERRADAS, J. (1999): *1985-1999. Ecologia d'una ciutat*. Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans de l'Ajuntament de Barcelona.

BURRIEL, J. A.; IBÀÑEZ, J. J. y PONS, X. (2005): «Segunda edición del mapa de cubiertas del suelo de Cataluña: Herramienta para la gestión sostenible del territorio». *Libro de resúmenes, conferencias y ponencias del IV Congreso Forestal Español*, edición en CD-ROM, artículo 119.

BURRIEL, J. A.; PONS, X.; y TERRADAS, J. (2000). *El mapa ecològic de Barcelona*. Sector de Manteniment i Serveis de l'Ajuntament de Barcelona.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (1995): «CORINE land cover». Disponible en: http://www.eea.europa.eu/. Visitado en Noviembre 2006.

FREEMAN, C. y OLIVER, B. (2003): «Development of an ecological mapping methodology for urban areas in New Zealand». *Landscape and Urban Planning* 63 (2003) Elsevier Science B.V. 161–173.

PARÉS, M.; POU, G. y TERRADAS, J. (1985): *Ecologia d'una ciutat: Barcelona*. Colección «Descobrir el medi urbà». Ayuntamiento de Barcelona - Publicaciones.

PASCUAL, S. y BOLADERAS, S. (2004): «Anàlisi de l'estructura del paisatge de la Regió Metropolitana de Barcelona a partir del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC) de l'any 2000». En: *Màster en Teledetecció i Sistemas d'Informació Geogràfica 02/03. Projectes dels alumnes*. Institut d'Estudis Espacials de Catalunya. ISBN: 84-932915-2-8.

PONS, X. (2006): *MiraMon. Geographic Information System and Remote Sensing software*. CREAF. ISBN: 84-931323-5-7.