de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) 2015
Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 413-422
Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8

Evolución y fragmentación de la cobertura natural en las áreas metropolitanas andaluzas. Un análisis comparado desde la perspectiva de la ordenación del territorio

J. Santiago Ramos[1]

[1] *Departamento de Geografía, Historia y Filosofía, Universidad Pablo de Olavide. Ctra. De Utrera. Km 1 41013 Sevilla.*

jsanram@upo.es

RESUMEN: El presente trabajo desarrolla un análisis comparado de la cobertura natural presente en las nueve áreas metropolitanas andaluzas. El estudio atiende tanto a su evolución en términos de superficie como a un rasgo básico de su configuración espacial como es su grado de fragmentación. En este sentido, es reconocido que el proceso de fragmentación de los hábitats naturales incide en una mayor vulnerabilidad frente a presiones externas y en la pérdida de hábitat de interior, repercutiendo negativamente en la capacidad de estos espacios para ofrecer servicios ambientales a las áreas urbanas. El análisis se realiza a través una selección de métricas de paisaje que permiten cuantificar la estructura espacial del territorio metropolitano. El periodo de estudio comprende de 1956 a 2007, lo que facilita la identificación de las principales tendencias globales de cambio a largo plazo, abarcándose desde una etapa pre-metropolitana hasta el periodo más reciente de expansión urbana a principios de siglo. Los resultados apuntan a un proceso generalizado de fragmentación y retroceso de la cobertura natural para la totalidad de las áreas metropolitanas andaluzas. Esta tendencia global se muestra en consonancia con lo observado para el conjunto del territorio andaluz, presentando no obstante rasgos particulares para las diferentes aglomeraciones urbanas. Los resultados del análisis se discuten desde la perspectiva de la ordenación de los territorios metropolitanos y la planificación del espacio libre.

Palabras-clave: áreas metropolitanas, cobertura natural, fragmentación, infraestructura verde.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva de la ordenación territorial de los ámbitos metropolitanos, el espacio libre puede ser entendido como el conjunto de los usos de suelo de carácter no urbano o paraurbano presentes dentro de los límites de una aglomeración urbana, con independencia de su uso, estatuto jurídico o régimen de propiedad (Folch, 2003). Lejos de ser un mero reservorio de espacio para las necesidades de expansión de la ciudad, esta parte del territorio ejerce un papel activo en el funcionamiento del sistema metropolitano a través de la provisión de numerosas funciones de carácter ambiental, económico y social, que quedarían englobadas dentro del concepto genérico de "servicios ecosistémicos" (Daily, 1997; Bolund y Hunhammar, 1999; James et al., 2009). Esta funcionalidad puede estar ligada a espacios de muy diferente naturaleza y grado de antropización (zonas verdes, tierras de cultivo, espacios baldíos, etc.), pero presenta un vínculo especialmente claro con aquellas áreas que preservan un mayor grado de naturalidad, ya que permiten el mantenimiento de muchos de los procesos ecológicos que constituyen la base de los diferentes servicios ambientales. Por todo ello, el diseño de estrategias eficaces de conservación de las áreas naturales presentes en el territorio urbanizado resulta un componente indispensable de cualquier iniciativa de ordenación orientada a la sostenibilidad de los ámbitos metropolitanos.

Una de las principales amenazas para la conservación de las áreas naturales en entornos intensamente sometidos a la acción antrópica es el proceso de fragmentación del paisaje. Desde un punto de vista espacial, este fenómeno supone la división de la cobertura natural en fragmentos (también denominados *patches*) de menor tamaño, un proceso que tiene importantes implicaciones desde un punto de vista ecológico más allá de la propia pérdida neta de superficie natural. Entre ellas se encuentra el progresivo aislamiento de las comunidades bióticas y el aumento de la zona de contacto de los ecosistemas con otros usos del suelo, generándose un incremento del denominado hábitat de orla y una reducción proporcional del hábitat de interior

(EEA, 2011a). El aumento de la proporción perímetro - área hace que los ecosistemas estén más expuestos frente a las presiones e impactos externos, y afecta a su capacidad para el soporte de la biodiversidad. En términos funcionales para el sistema metropolitano, el deterioro progresivo y la mayor vulnerabilidad de las áreas naturales que acompañan al proceso de fragmentación redunda en una pérdida de la capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos (Reize, 2005).

Con el objetivo de prevenir los procesos de fragmentación y preservar las áreas naturales y su funcionalidad, es cada vez más frecuente el recurso al concepto de "infraestructura verde" o *green infrastructure*. Este término hace referencia a las redes de espacios naturales que presentan un alto grado de interconexión y que, por ello, muestran una mayor resiliencia y son capaces de proporcionar mayores beneficios a los ciudadanos (EEA, 2011b). También se puede definir la noción de infraestructura verde como una aproximación estratégica a la conservación ligada a la ordenación territorial, que asumiendo un enfoque denominado "inteligente" (*smart*), aborda los impactos ecológicos y sociales del crecimiento urbano desordenado (*sprawl*) y el acelerado proceso de consumo y fragmentación del espacio libre (Benedict y McMahon, 2002).

De forma habitual, el concepto de infraestructura verde se vincula principalmente a dos escalas diferentes de análisis y de ordenación: por un lado, una escala regional o nacional, que hace referencia a los grandes sistemas o redes de protección de la naturaleza (como la Red Natura 2000), y por otro, a una escala urbana o local, vinculada a la red de zonas verdes urbanas y periurbanas (EEA, 2011b). Entre ambas se situaría la escala metropolitana, que respondería de forma más ajustada al dimensionamiento real de la ciudad actual. Esta escala intermedia supone el reconocimiento de que, desde hace décadas, las dinámicas y procesos socioeconómicos y funcionales vinculados al fenómeno urbano no se encuentran contenidos por los límites de la ciudad tradicional (Hall, 1998). Tres aspectos fundamentales justificarían el análisis, la ordenación y la gestión de los sistemas de espacios libres y, en particular, de las áreas naturales, a una escala metropolitana: en primer lugar, permite el reconocimiento y aprovechamiento de los recursos presentes en el conjunto del territorio metropolitano para conseguir una articulación más armónica entre la ciudad y su entorno natural y rural, haciendo posible una mejor conexión entre los espacios verdes urbanos y periurbanos y las grandes áreas naturales periféricas; en segundo lugar, permite dar una adecuada respuesta al crecimiento urbano difuso a la escala real en que se produce este fenómeno, facilitándose con ello la prevención de la pérdida de espacios naturales y su fragmentación; y por último, permite aprovechar el potencial de los instrumentos de ordenación disponibles a esta escala, como herramientas idóneas para el establecimiento de infraestructuras verdes con vínculos tanto a lo local como a lo regional.

El presente estudio plantea un análisis de la evolución de la cobertura natural -como base potencial para el diseño de infraestructuras verdes- en las áreas metropolitanas andaluzas, poniendo un foco de interés particular en el proceso de fragmentación. La metodología empleada se basa en el cálculo de un conjunto de métricas de paisaje que facilitan la caracterización estructural del territorio metropolitano. La hipótesis de trabajo supone que los procesos de pérdida y fragmentación de la cobertura natural son fenómenos que afectan de forma general al conjunto de las áreas metropolitanas andaluzas; un hecho que reforzaría la necesidad de plantear estrategias de ordenación orientadas a revertir o minimizar la incidencia de dichos procesos. La metodología propuesta permite una aproximación general al problema, con un triple objetivo: comprobar, a partir de la demostración de la hipótesis, la dimensión de los procesos estudiados; identificar las principales tendencias de cambio; y detectar aquellas dinámicas particulares y casos específicos de mayor interés que justificarían futuros análisis a un mayor nivel de detalle.

2. MÉTODO

2.1. Métricas de paisaje

Las métricas de paisaje permiten describir la estructura paisajística en términos cuantitativos, pudiendo definirse como herramientas matemáticas que caracterizan las propiedades geométricas y espaciales de cada mancha o fragmento del paisaje (también denominado *patch*, o entidad espacialmente homogénea), o de un mosaico de manchas.

La Tabla 1 muestra las métricas seleccionadas para el presente estudio. La evolución en términos de superficie de la cobertura natural queda reflejada en el valor de CA, mientras que el análisis combinado de NP y MPS permite visualizar de forma rápida e intuitiva el proceso de fragmentación, dado que éste se caracteriza de forma general por un aumento del número de *patches* (NP) y una disminución del tamaño medio de los mismos (MPS). No obstante, en algunos casos la variación de estos dos últimos parámetros puede no representar con claridad los procesos subyacentes. Por ejemplo, la pérdida de *patches* pequeños de vegetación

natural puede conllevar un aumento del valor de MPS; esto se podría interpretar como una reversión en el proceso de fragmentación, cuando lo que se observa realmente es una pérdida de superficie natural. Esto justifica la inclusión en el análisis del índice denominado *effective mesh size* (MESH), una medida sintética del grado de conectividad de la cobertura natural que evita posibles distorsiones derivadas de las variaciones en el área de los *patches* (EEA, 2011a); un menor valor de MESH representaría un mayor nivel de fragmentación de la cobertura natural, y viceversa. Por último, la inclusión de la relación perímetro – área (MPAR) en el conjunto de índices permite evaluar la incidencia de una de las características del proceso de fragmentación como es el incremento de la proporción entre el perímetro de las manchas de hábitat natural y su superficie.

Tabla 1. Métricas de paisaje seleccionadas para el análisis

MÉTRICA	*ABREVIATURA*	*INTERPRETACIÓN*	*UNIDADES*
Class Area	CA	Superficie total que ocupa una clase de uso de suelo.	ha
Number of Patches	NP	Número de *patches* o fragmentos de la clase.	sin unidades
Mean Patch Size	MPS	Superficie media de los fragmentos de la clase.	ha
Effective Mesh Size	MESH	Índice que expresa el grado en que es posible el desplazamiento ininterrumpido entre diferentes partes de un territorio, o lo que es lo mismo, la probabilidad de que dos puntos aleatorios de un paisaje estén conectados en un solo *patch*.	ha
Mean Perimeter Area Ratio	MPAR	Proporción perímetro - superficie de los fragmentos para una clase determinada.	m^{-1}

2.2. Base cartográfica y escala temporal de estudio

La cartografía utilizada para el análisis se ha obtenido a partir del Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía (MUCVA) a escala 1:25.000, elaborado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. De las cuatro grandes categorías de usos incluidas en el nivel básico de desagregación de la cartografía original, se ha extraído para el análisis la correspondiente a “áreas forestales y naturales”, a la que se han añadido las subclases correspondientes a “bosques de galería” y “otras formaciones riparias” (integradas originalmente en la categoría de “zonas húmedas y láminas de agua” del MUCVA). En análisis previos, ambas subclases han resultado ser elementos clave en la conexión de las áreas naturales, por lo que se ha considerado indispensable su inclusión dentro de la cobertura natural.

La escala temporal del análisis abarca tres etapas dentro del proceso de conformación del sistema urbano andaluz: 1956, 1984 y 2007. Estas fechas delimitan dos periodos de estudio diferenciados: el primero de ellos, de 1956 a 1984, representa un periodo más temprano en la evolución del universo metropolitano, en el que los procesos de cambio observados no estarían tan estrechamente vinculados al dinamismo de los sistemas urbanos; el segundo, de 1984 a 2007 engloba la etapa más reciente en la que se consolida de forma clara el fenómeno metropolitano en Andalucía.

2.3. Ámbitos de análisis

El análisis de la cobertura natural se desarrolla a varios niveles. Desde una perspectiva regional, se realiza un análisis comparado de dos ámbitos: el territorio andaluz en su totalidad y el conjunto de las áreas metropolitanas andaluzas. A escala metropolitana, el análisis de desarrolla de forma pormenorizada para cada una de las grandes áreas urbanas andaluzas (Figura 1).

Dado que en España no existe una delimitación oficial para las áreas metropolitanas en los planos político, electoral o estadístico, los límites utilizados para definir las áreas andaluzas se han tomado del trabajo desarrollado por Feria (2015). Se trata de una aproximación metodológica basada en la movilidad cotidiana por razón de trabajo, desarrollada a partir de la metodología utilizada por la Oficina del Censo de los Estados

Unidos para la delimitación de las áreas metropolitanas estadísticas. Los límites resultantes son el producto de la suma de los términos municipales integrados en cada área metropolitana, por lo que muestran un especial interés como ámbitos potenciales de ordenación a escala supramunicipal.

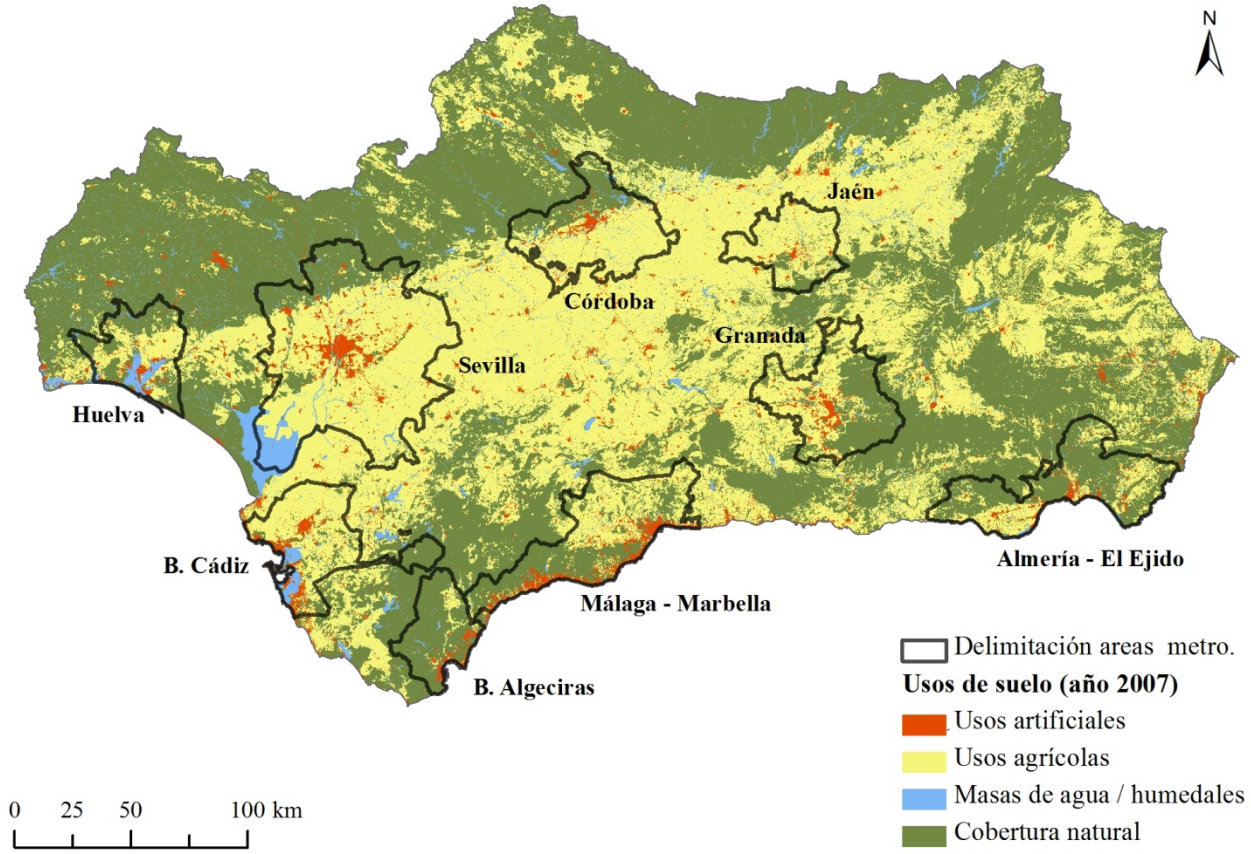

Figura 1. Delimitación de las áreas metropolitanas andaluzas, a partir de Feria (2015).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos para los ámbitos analizados a escala regional y para cada una de las áreas metropolitanas andaluzas.

Si se atiende a los valores absolutos de las métricas, se observa cómo la cobertura natural presenta valores más elevados de fragmentación en los ámbitos metropolitanos que en el conjunto del territorio andaluz. Este hecho respondería, ante todo y de forma evidente, a la propia delimitación empleada para el análisis, dado que algunos *patches* continuos de vegetación natural de gran tamaño quedarían cortados artificialmente por los límites de las áreas metropolitanas, lo cual redunda en valores menores de MPS y MESH. No obstante, la propia distribución del sistema urbano andaluz también incidiría sobre estos índices, dado que amplios sectores de las áreas metropolitanas se extienden sobre zonas de valle intensamente transformadas por la actividad agrícola y urbana, donde los elementos residuales de hábitat presentan una configuración muy fragmentaria y dispersa. Tal y como muestra la Figura 2, el conjunto de los territorios metropolitanos andaluces abarca situaciones muy diversas y de una considerable complejidad a nivel espacial, englobando desde zonas prácticamente carentes de cobertura natural hasta amplias manchas continuas de hábitat.

Por todo lo anterior, el análisis comparado de los valores absolutos de las métricas no tiene tanto interés como su variación en el tiempo, que permite observar los procesos de pérdida de superficie y fragmentación y evaluar su incidencia relativa en los distintos ámbitos analizados. Las gráficas de tendencia (ver Figuras 3 y 4 en páginas sucesivas) muestran esta evolución, asignando un valor de 100 a la situación inicial en 1956 para cada métrica y representando su variación relativa para los siguientes periodos de estudio.

Partiendo de esta perspectiva de análisis, se observa cómo un claro proceso de fragmentación acompaña

a la pérdida de superficie natural para todos los ámbitos analizados. Mientras que en Andalucía la cobertura natural experimenta una reducción del 4,20% entre 1956 y 2007, el aumento del número de *patches* para este mismo periodo es de 27,63% y la disminución de su tamaño medio es de 24,94%. En el ámbito metropolitano, el ritmo de pérdida de cobertura natural es superior al del conjunto del territorio andaluz (10,60% de pérdida entre 1956 y 2007), al igual que sucede con el aumento del número de *patches* (41,07% entre 1956 y 2007) y la disminución de su tamaño medio (36,63% para el mismo periodo). Si atendemos al valor de MESH, el descenso de esta métrica es mucho mayor para el conjunto de Andalucía (66,46% entre 1956 y 2007) que para el contexto metropolitano (25,97% para el mismo periodo). El alto valor de este índice en 1956 para el territorio andaluz es indicativo de una gran continuidad de las áreas naturales al inicio del periodo de estudio; la evolución de los usos de suelo y el desarrollo de las grandes infraestructuras regionales de comunicación implicarían una pérdida efectiva de continuidad más acusada en términos relativos que en el caso de los territorios metropolitanos, que muestran como se ha indicado anteriormente valores mucho más reducidos desde el comienzo para esta métrica.

Tabla 2. Valores de las métricas para los distintos ámbitos de análisis

ÁMBITO	*AÑO*	*CA*	*NP*	*MPS*	*MESH*	*MPAR*
Andalucía	1956	4655470.05	28248	164.81	2747923.72	0.045
	1984	4521062.20	33467	135.09	1539044.07	0.049
	2007	4460038.21	36053	123.71	921749.05	0.049
Areas metropolitanas	1956	869347.30	6805	127.75	80226.41	0.122
	1984	805832.15	8589	93.82	89545.42	0.105
	2007	777222.34	9600	80.96	59392.71	0.100
AREA	*AÑO*	*CA*	*NP*	*MPS*	*MESH*	*MPAR*
Bahía de Algeciras	1956	96836.37	120	806.97	92485.21	0.174
	1984	95117.67	151	629.92	91423.40	0.149
	2007	92770.45	224	414.15	81535.22	0.124
Almería – El Ejido	1956	165374.52	518	319.26	73412.50	0.073
	1984	152538.68	810	188.32	129819.50	0.070
	2007	149897.08	1155	129.78	45810.61	0.057
Bahía de Cádiz	1956	56065.75	717	78.19	12811.07	0.169
	1984	44970.79	943	47.69	9779.05	0.057
	2007	44757.15	1053	42.50	9197.32	0.064
Córdoba	1956	75079.24	451	166.47	64438.41	0.061
	1984	67957.16	551	123.33	58071.62	0.064
	2007	66362.66	530	125.21	55831.83	0.081
Granada	1956	98704.27	956	103.25	59819.05	0.086
	1984	98183.10	1234	79.56	52961.65	0.088
	2007	99757.10	1371	72.76	31887.70	0.082
Huelva	1956	79640.67	318	250.44	36504.31	0.366
	1984	79742.15	443	180.00	44731.88	0.282
	2007	67633.77	609	111.06	20369.53	0.230
Jaén	1956	24339.18	1174	20.73	6186.00	0.074
	1984	22945.55	1296	17.70	7197.35	0.077
	2007	22697.51	1412	16.07	4074.21	0.075
Málaga – Marbella	1956	126279.12	998	126.53	57130.68	0.054
	1984	126828.93	1344	94.37	57276.87	0.065
	2007	120356.15	1560	77.15	47513.09	0.061
Sevilla	1956	147028.20	1557	94.43	75361.84	0.183
	1984	117548.10	1820	64.59	62607.12	0.169
	2007	112990.48	1692	66.78	37761.85	0.178

En relación a los resultados específicos obtenidos para las diferentes áreas metropolitanas, se observa una casuística muy diversa, tanto en lo que respecta a la presencia de superficie natural como a su grado de fragmentación. Es importante destacar que la cobertura natural tiene una presencia muy notable en muchos ámbitos, destacando especialmente en áreas como Bahía de Algeciras, Málaga - Marbella, Almería – El Ejido

y Granada, donde ocupa una parte muy significativa del territorio metropolitano. En relación a la fragmentación, en áreas como Bahía de Algeciras, Córdoba o en menor medida, Málaga – Marbella la cobertura presenta un grado muy notable de continuidad. La divergencia de valores entre áreas refleja la diversidad característica del territorio andaluz, así como diferente extensión y localización de los ámbitos metropolitanos en relación a las grandes unidades del medio físico en Andalucía.

A pesar de lo anterior, el análisis de tendencias muestra patrones comunes claros para el conjunto del universo metropolitano. La pérdida de superficie de la cobertura natural se muestra como una tendencia generalizada para todas las áreas. Solo el área de Granada presenta un aumento de CA entre 1956 y 2007 (aunque la cobertura parece estar parcialmente infravalorada para 1956 en la cartografía base, debido a la falta de datos para un sector de este ámbito). Las mayores pérdidas de cobertura natural se producen en Sevilla (23,05% entre 1956 y 2007), Bahía de Cádiz (20,17% para el mismo periodo) y Huelva (15,08%). La distribución de las pérdidas en el tiempo es irregular: las pérdidas son mayores en la primera etapa (1956-1984) para las áreas de Almería - El Ejido, Bahía de Cádiz, Córdoba, Jaén o Sevilla, y superiores en la segunda etapa (1984-2007) para las áreas de Huelva, Málaga – Marbella y Bahía de Algeciras.

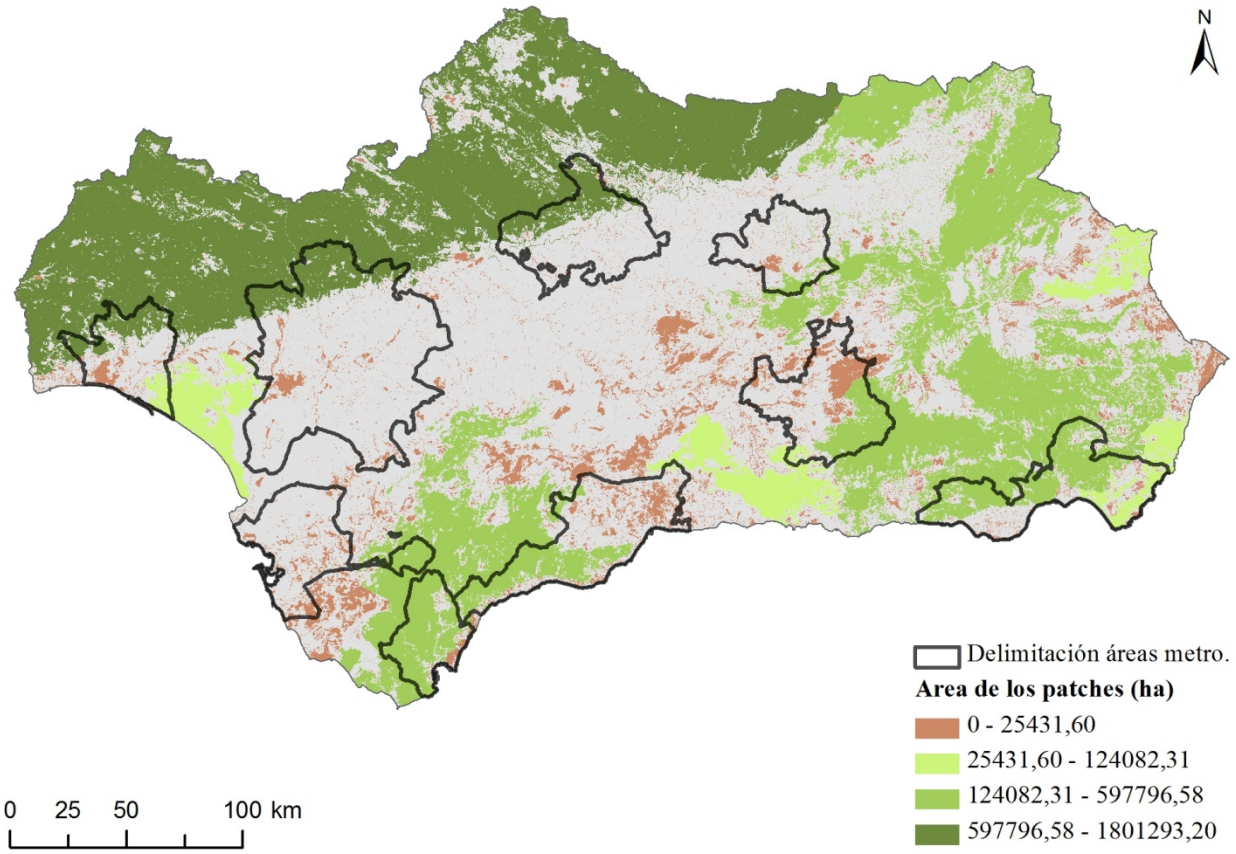

Figura 2. Tamaño de los *patches* de cobertura natural (clasificación por cortes naturales).

La fragmentación de la cobertura natural también se muestra como una tendencia general. Todas las áreas presentan una cobertura natural progresivamente dividida en un mayor número de *patches* y con un menor tamaño medio de los fragmentos. La Figura 4 representa con claridad este patrón común de cambio. El aumento relativo del número de fragmentos es particularmente elevado en Almería – El Ejido, Huelva y Bahía de Algeciras, acompañado en todos los casos de un descenso de su superficie media. Como contrapunto a la pauta general, las áreas de Córdoba y Sevilla revierten ligeramente esta tendencia entre 1984 y 2007.

Apuntando en esta misma dirección, se observa un descenso generalizado de MESH en todas las áreas para el conjunto del periodo analizado. Destaca el caso de Sevilla, con un descenso global cercano al 50% para esta métrica, seguido de Granada y Huelva. Los resultados muestran fuertes pérdidas sobre todo durante el segundo periodo de análisis. En los casos de Almería – El Ejido, Jaén y Málaga – Marbella, el descenso de MESH entre 1984 y 2007 contrasta con el incremento de esta métrica entre 1956 y 1984. El ejemplo de Almería

– El Ejido destaca particularmente, y apuntaría a que cambios específicos en sectores clave para la conectividad pueden provocar variaciones muy significativas en la continuidad de las áreas naturales.

Por su parte, y a diferencia del resto de métricas, los valores de MPAR no muestran un patrón claro para los ámbitos analizados. La gran variabilidad de esta métrica apunta a la diferente configuración y forma de los *patches* de cobertura natural en los diferentes ámbitos analizados. Destacaría en todo caso el aumento de la proporción perímetro - área en Córdoba, Málaga - Marbella y Jaén.

En definitiva, la fragmentación de la cobertura natural parece un fenomeno generalizado tanto en el conjunto del territorio andaluz como en la totalidad de las áreas metropolitanas, si bien muestra rasgos propios y ritmos diferenciados en los distintos ámbitos; una variabilidad que queda reflejada en los matices observados en la evolución de las métricas. Estas diferencias se relacionarían tanto con la configuración particular de la cobertura natural en cada área, como con los procesos específicos de transformación territorial que producen un menoscabo de la misma.

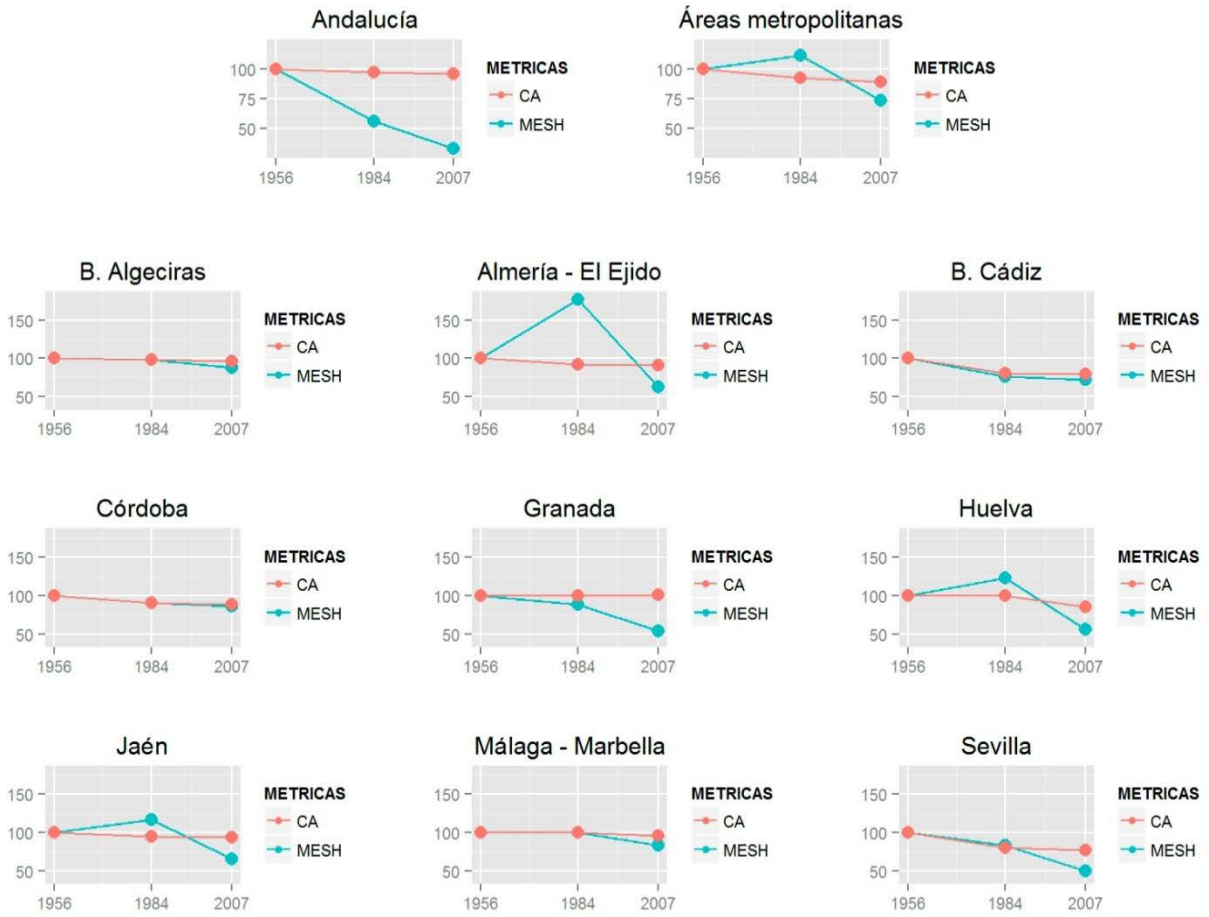

Figura 3. Gráficas de tendencia para las métricas CA y MESH.

La diversidad de situaciones y la complejidad de los procesos subyacentes resultan evidentes a través de un análisis pormenorizado de la cartografía. La Figura 5 muestra un par de ejemplos concretos. En el caso presentado para Sevilla se observa la incidencia de dinámicas de cambio de uso de suelo que suponen un menoscabo progresivo y una pérdida visible de continuidad en un corredor ecológico, lo que supone la desconexión de dos grandes sectores de cobertura natural. Se observa también una clara dualidad en la configuración espacial de la superficie natural, marcada por la coexistencia de pequeños fragmentos con otras manchas de gran extensión; esta dualidad tendría un fuerte impacto en el valor de NP y MPS, lo que muestra la utilidad de MESH como índice complementario. En el ejemplo mostrado para Málaga puede observarse el evidente impacto del desarrollo de infraestructuras de comunicación sobre la continuidad de los grandes *patches* naturales. No obstante, también se identifican procesos de pérdida de superficie y división por cambios extensivos de uso. El efecto conjunto de ambos factores es la formación de barreras de carácter continuo, en la que el papel divisor del viario se refuerza por los cambios de suelo que lo acompañan.

Figura 4. Gráficas de tendencia para las métricas NP y MPS.

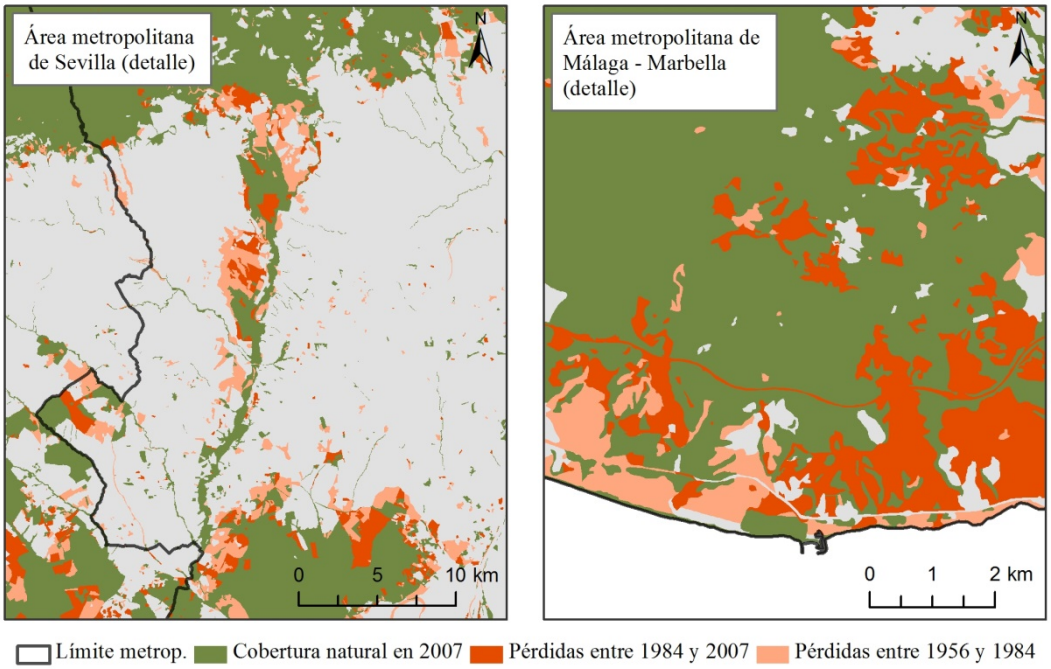

Figura 5. Dos ejemplos de procesos de pérdida de cobertura natural y fragmentación.

4. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten confirmar la hipótesis de partida, mostrando la incidencia del proceso de fragmentación en el conjunto de los ámbitos metropolitanos andaluces. No obstante, se comprueba que el proceso no es exclusivo de las grandes aglomeraciones urbanas, sino extensible al conjunto del territorio andaluz. Se trata además de un fenómeno que presenta un mayor avance en términos relativos que la pérdida en sí de superficie natural, tanto dentro como fuera de los ámbitos metropolitanos. Es por tanto relevante atender, dentro de las estrategias de conservación de la naturaleza y de preservación del espacio libre, no sólo al retroceso neto de la superficie natural, sino también a todos aquellos procesos de cambio que afectan a su configuración espacial. Los índices de paisaje se muestran como indicadores de síntesis de gran utilidad para la monitorización de estos procesos, permitiendo un análisis relativamente sencillo y directo de la incidencia de las dinámicas de transformación territorial en la extensión y continuidad de las áreas naturales.

La constatación de los procesos señalados invitaría al planteamiento de iniciativas de ordenación que permitan controlar o minimizar su impacto sobre la conservación de los valores naturales y, de forma implícita, sobre la capacidad del territorio para proporcionar servicios ambientales. A escala regional, la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y, en especial, el desarrollo de la Red Natura 2000 a partir del catálogo de espacios declarados como LIC, facilitan una aproximación integral a este problema, en la medida en que permiten avances hacia la conformación de una infraestructura verde interconectada para toda la región. A escala metropolitana, es necesario plantear nuevas estrategias de intervención, que se podrían articular en dos líneas. Por un lado, sería conveniente garantizar, mediante la adopción de medidas adecuadas de protección u ordenación, la conectividad de las grandes áreas naturales que se localizan dentro de los ámbitos metropolitanos, que por su cercanía a la ciudad pueden verse afectadas por dinámicas de cambio más intensas que otras zonas naturales más alejadas del fenómeno urbano. Por otra parte, es necesario prestar atención a los *patches* de cobertura natural de menor tamaño, que persisten con carácter residual en zonas más intensamente antropizadas en el entorno de las ciudades; se trataría en este caso de espacios quizá menos valiosos desde un punto de vista ecológico y con una mayor vulnerabilidad frente a procesos de crecimiento urbano, pero también es cierto que, por su proximidad o integración en la trama urbana, presentan un singular potencial para la prestación de servicios ecosistémicos relevantes para el sistema metropolitano. Los instrumentos de ordenación territorial de escala metropolitana deberían asumir este doble objetivo, contribuyendo a su consecución tanto a través del establecimiento de tramas o infraestructuras verdes interconectadas, como de una adecuada regulación y articulación espacial del crecimiento urbano y del desarrollo de nuevas infraestructuras. El objetivo último sería garantizar una máxima compatibilización entre los procesos territoriales metropolitanos y la conservación de los valores y funciones ambientales del espacio no construido.

La propuesta metodológica desarrollada en este trabajo ha permitido una aproximación inicial, de carácter general y sintético, a la problemática señalada; los resultados invitan en todo caso a la realización de futuros análisis con un mayor nivel de concreción y detalle. Por un lado, resultaría de interés el estudio desagregado de la cobertura natural para diferentes tipos de formaciones naturales, prestando atención a cómo los distintos tipos de hábitat se ven afectados por los procesos detectados. Por otra parte, es importante profundizar en el análisis de las causas específicas del proceso de fragmentación, siendo de particular interés en aquellos ámbitos en los que se ha observado una mayor incidencia de este fenómeno. Para ello sería necesario adoptar una mayor escala de análisis e incorporar al estudio tanto la dinámica de cambio de usos artificiales, agrícolas y naturales, como la evolución del viario a un suficiente nivel de detalle.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la financiación proporcionada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional a través del proyecto "Áreas Metropolitanas Andaluzas Desarrollo de Recursos Conceptuales e Instrumentales para su conocimiento y Gestión en Materia de Obra Pública y Vivienda" del "Programa Operativo FEDER de Andalucía 2007-2013". Asimismo, expresa su agradecimiento a la Agencia de Obra Pública y la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía.

5. BIBLIOGRAFÍA

Benedict, M., Mcmahon. E. (2002): Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century [en línea]. Disponible en: <http://www.conservationfund.org/sites/default/files/GI_SC21C.pdf>

Bolund, P., Hunhammar, S. (1999): "Ecosystem services in urban areas". Ecological Economics, 29, 293-301.

Daily, G. C. (1997): “What are ecosystem services?” En Daily, G. C. (ed.) Nature’s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington D. C., Island Press, 1-10.

European Environment Agency (2011a): Landscape fragmentation in Europe. Copenhague, EEA.

European Environment Agency (2011b): Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. Copenhague, EEA.

European Environment Agency (2014): Spatial analysis of green infrastructure in Europe. Copenhague, EEA.

Feria, J.M., Martïnez, L. (2015): "Permanencias y cambios en el sistema metropolitano español en la primera década del siglo xxi". Revista Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, en prensa.

Folch, R. (2003): “La aproximación sostenibilista. Evolución de la mirada y del proyecto sobre el territorio”. En Folch, R. (ed.) El territorio como sistema. Conceptos y herramientas de ordenación. Barcelona, Diputación de Barcelona, 91-99.

Hall, P. (1998): Cities in Civilization: Culture, Technology, and Urban Order. New York, Pantheon Books.

Jaeger, J. A. G. (2000): “Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation”. Landscape Ecology 15(2), 115–130.

James, P. et al. (2009): “Towards an integrated understanding of green space in the European built environment”. Urban Forestry & Urban Greening, 8(2), 65-75.

Junta de Andalucía (2010): Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía 1:25.000. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Landscape Institute (2009): Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes — position document [en línea]. Disponible en: <http://www.landscapeinstitute.org/PDF/Contribute/GreenInfrastructurepositionstatement13May09.pdf>

Reice, S.R. (2005): “Ecosystem, disturbance and the impact of sprawl”. En Johnson, E.A., Klemens, M.W. (eds.) Nature in Fragments. The Legacy of Sprawl. New York, Columbia University Press, 90-108.

Tratalos, J., Fuller, R.A., Warren, P.H., David, R.G., Gaston, K.J. (2007): “Urban form, biodiversity potential and ecosystem services”. Landscape and Urban Planning, 83, 308-317.