

Sección III

Evaluación de los tipos operativos de ecosistemas

Capítulo 18

Urbanos



Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología

Autor: Juan Carlos Barrios

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO URBANO.....	11
2.1. LOS LÍMITES DEL ECOSISTEMA URBANO. EL CONCEPTO DE CIUDAD EN EME.....	11
2.2. EVOLUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS URBANOS. LOS MODELOS DE CRECIMIENTO DE LAS CIUDADES	14
3. ESTADO DE CONSERVACIÓN GENERAL DE LOS ECOSISTEMAS URBANOS ESPAÑOLES	17
4. SERVICIOS SUMINISTRADOS. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y FUENTE DE DATOS.....	20
5. CONDICIONES Y TENDENCIAS DE LOS SERVICIOS EVALUADOS.....	25
5.1. SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO	25
5.1.1. Alimentos	25
5.1.2. Agua dulce.....	27
5.1.3. Materias primas de origen biológico	29
5.1.4. Materias primas de origen geótico.....	29
5.1.5. Energía	31
5.2. SERVICIOS DE REGULACIÓN.....	33
5.2.1. Regulación climática global, local y regional.....	33
5.2.2. Regulación de la calidad del aire	34
5.2.3. Regulación hídrica y depuración de las aguas	35
5.2.4. Formación y fertilidad del suelo	36
5.2.5. Regulación de las perturbaciones naturales	37
5.2.6. Control biológico / Polinización	37
5.3. SERVICIOS CULTURALES.....	38
5.3.1. Conocimiento científico.....	38
5.3.2. Identidad cultural y sentido de pertenencia	38
5.3.3. Paisaje disfrute estético / Actividades recreativas	39
5.3.4. Educación ambiental	40
5.4. TENDENCIAS GENERALES	40
6. IMPULSORES DIRECTOS DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS URBANOS.....	44
7. ANÁLISIS DE COMPROMISOS (<i>TRADE-OFFS</i>) Y SINERGIAS	45
8. RESPUESTAS E INTERVENCIONES DE GESTIÓN	46
9. LA CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA URBANO Y EL BIENESTAR HUMANO	48
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 18.1. En la definición del MARM, el porcentaje de territorio catalogado como rural es muy superior al urbano, aunque se puede apreciar como en el centro peninsular y las zonas costeras la ocupación urbana es muy superior a la media. Las cuatro Comunidades con menos de un 10% de porcentaje de territorio catalogado como urbano son de interior y suponen cerca del 46% del territorio español. Fuente Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014 (2010).....	12
Tabla 18.2. Rasgos básicos y límites cartográficos que definen a los ecosistemas urbanos españoles.	14
Tabla 18.3. Provisión de servicios en los ecosistemas urbanos de España.....	20
Tabla 18.4. Consumo de servicios de ecosistemas no urbanos en las áreas urbanas de España.	22
Tabla 18.5. Unidades y fuentes de información utilizadas en la evaluación de los ecosistemas urbanos de España	23
Tabla 18.6. Evaluación global del estado de los servicios de los ecosistemas urbanos españoles. El sentido de las flechas indica la mejora (hacia arriba) o empeoramiento (hacia abajo) del servicio, o una tendencia mixta ($\pm$), es decir el servicio sufre empeoramientos o mejoras a lo largo del estudio.	41
Tabla 18.7. La ciudad como consumidora de servicios.....	42
Tabla 18.8. Impulsores de cambio directo para ecosistemas urbanos españoles. La gama de colores indica la intensidad del impulsor en la alteración de los servicios que proporcionan y la flecha indica la tendencia actual que siguen los impulsores.....	44
Tabla 18.9. Ejemplos de decisiones en la planificación urbana y su impacto sobre el conjunto de servicios del ecosistema urbano.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 18.1. Distribución de Superficies artificiales en España. Como se puede apreciar las superficies artificiales predominan en el interior y las zonas costeras y las infraestructuras para el transporte, claramente con un esquema radial, son una de las características de la evolución de los últimos años que más influencia han tenido en el modelo de crecimiento urbano, favoreciendo la dispersión de la población de las áreas urbanas. Fuente Corine Land Cover 2006.....	14
Figura 18.2. Incremento de la superficie artificial en España (Corine Land Cover). Se observa una tendencia a la disminución de la artificialización de suelo aunque se mantiene en porcentajes elevados.....	18
Figura 18.3. Crecimiento de la población en los municipios españoles en el periodo 2000-2006. Como se puede apreciar el incremento de la población en las zonas de la costa mediterránea y en los alrededores de Madrid es lo más destacado, junto con el despoblamiento de las zonas interiores. Fuente Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España. Demografía (2008).	18
Figura 18.4. Evolución del consumo de alimentos <i>per capita</i> . Se contabilizan los Kg. o litros de cada tipo de producto y su evolución en el periodo de tiempo señalado. Aunque se puede apreciar que no ha habido un cambio significativo en volumen total, sí se puede ver el cambio en el tipo de alimentos consumidos, con una disminución de productos menos elaborados como el pan, la leche o las patatas y un incremento de otros más elaborados o de carácter industrial, como el agua mineral, los zumos o los derivados lácteos. Fuente: 1987-2007, dos décadas del panel de consumo alimentario. Víctor J. Martín Universidad Complutense. Revista Distribución y Consumo nº 100...27	27
Figura 18.5. Suministro de Agua a los hogares (INE). La tendencia ascendente de los años 90 se ha estabilizado y tiende a disminuir la demanda.	28
Figura 18.6. Consumos municipales de agua (INE). Aunque se observe un descenso en el último año, esto puede deberse a la crisis actual y no responder a una tendencia real.....	28
Figura 18.7. Consumo de Pulpa de celulosa en España (ASPAPPEL). El descenso del último año es coyuntural y no responde a una tendencia en el sector papelero.	29

Figura 18.8. Producción de cemento en España (OFICEMEN). La fuerte caída en la que se encuentra el consumo responde a la paralización del sector de la construcción en España y no a un cambio en la tendencia.....	30
Figura 18.9. Producción de áridos en España (ANEFA).....	30
Figura 18.10. Consumo energético del sector residencial en España (Secretaría de Estado de la Energía, 2009).....	31
Figura 18.11. Consumo eléctrico del sector residencial en España (Secretaría de Estado de la Energía, 2009).....	31
Figura 18.12. Consumo energético del sector de los servicios en España (Secretaría de Estado de la Energía, 2009). El fuerte crecimiento del consumo en el comercio y las oficinas da una idea de la fuerte actividad que se ha producido en las ciudades en los últimos años y de la falta de criterios de eficiencia energética en la prestación de estos servicios económicos	32
Figura 18.13. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero según su origen (Inventario de Emisiones de gases de efecto invernadero de España. Edición 2010. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino). Como se puede observar, el tratamiento y eliminación de residuos de los ecosistemas urbanos es el único sector en el que aún siguen incrementándose estas emisiones.....	34
Figura 18.14. Emisiones de gases (SOx, NOx, COVDM) a la atmósfera (Agencia Europea del Medio Ambiente). Salvo en el caso del SOx, las emisiones son aún superiores a los límites marcados en la Directiva europea.	35
Figura 18.15. Recogida de residuos urbanos (INE). Se observa una tendencia a la disminución de la generación de residuos que coincide con un incremento de la recogida selectiva	36
Figura 18.16. Expedientes por inundaciones (Consortio de Compensación de Seguros)	37
Figura 18.17. Migraciones interiores en España según destino, del medio rural al urbano y del urbano al rural (INE, 2010). Aunque van disminuyendo en los últimos años las migraciones al medio urbano desde el medio rural, principalmente por el despoblamiento que ya existe en él, el atractivo de las ciudades para el ser humano sigue siendo importante.....	39
Figura 18.18. Número de municipios que incluyen cada temática entre sus Programas de Educación ambiental.....	40
Figura 18.19. Esquema sintético de cómo los impulsores indirectos y directos de cambio condicionan el flujo de servicios demandados por las ciudades conceptuadas como ecosistemas. La globalización de la sociedad y el paso de la economía española de la producción a la adquisición con un incremento del sector terciario, unido a los bajos precios de la energía y los costes del transporte, influyeron directamente en la transformación de las ciudades, generando un modelo de ciudad dispersa, consumidora de suelo, materiales y energía que nos ha conducido a la situación actual. Se produce un exceso de consumo de servicios de los ecosistemas no urbanos y una falta de suministro de estos servicios en el propio ecosistema urbano. Esta situación influye directamente en el bienestar humano, empeorando la calidad de las aguas y el aire, la calidad de los espacios públicos y la seguridad frente a perturbaciones externas. Este es el ciclo de los ecosistemas urbanos que es necesario romper.....	49

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 18.1. Europa nocturna. La iluminación nocturna en Europa, nos permite apreciar la extensión de los ecosistemas urbanos y la comparación entre la situación española y el centro del continente (NASA).	17
Imagen 18.2. Ubicación de huertos urbanos en Madrid (Fuente: La huertita de Tetúan).....	26
Imagen 18.3. Paneles solares instalados en Barcelona. (Luis Hernández).	32
Imagen 18.4. Parque del Retiro de Madrid. El Parque del Retiro en Madrid es un ejemplo de cómo las zonas verdes generan una serie de servicios a la ciudadanía que en los momentos de incremento de las olas de calor se van a convertir en fundamentales.....	33

MENSAJES CLAVE

En relación al análisis de los servicios de los ecosistemas de España, los urbanos presentan un carácter ambivalente, ya que por un lado, al igual que el resto generan una serie de servicios básicos para el bienestar humano y por otro la concentración de la población en las áreas urbanas demanda una gran cantidad de servicios generados por el resto de ecosistemas tanto estatales como de otros países. La evolución de ambas realidades presenta diferencias en las tendencias de las últimas décadas y el desafío en la gestión está en lograr el equilibrio dinámico entre la demanda externa y la provisión propia. (*muy cierto*)

En relación al consumo de servicios de otros ecosistemas, la evaluación muestra que en el 84% de los analizados (16 de 19) la demanda se ha incrementado en los últimos 50 años. Todos los servicios de abastecimiento, regulación y culturales han incrementado su demanda salvo tres que se han mantenido estables básicamente porque no son servicios que se puedan proveer desde el exterior. Por ejemplo, los relacionados con las zonas verdes en las ciudades, que son de regulación (polinización, control de plagas) que como tales no se demandan del exterior sino que son propios del ecosistema o los relacionados con la formación y fertilidad del suelo. (*certeza alta*)

Los ecosistemas urbanos han disminuido su capacidad de proveer servicios a sus habitantes, coincidiendo con ese incremento de la demanda externa. Sólo 3 servicios culturales han mejorado en el periodo de tiempo considerado: el conocimiento científico de estos ecosistemas se ha incrementado con la aparición de la ecología urbana como disciplina científica, la identidad urbana ha ido ganando terreno a la identidad rural en nuestro país y las actividades de educación ambiental centradas en aspectos relacionados con la biodiversidad en las áreas urbanas se han ampliado. (*muy cierto*)

Al realizar la evaluación de los servicios se ha podido constatar sin embargo que en los últimos años esta tendencia está cambiando lentamente, disminuyendo la demanda externa e incrementándose la provisión de servicios dentro del propio ecosistema. Prácticamente todos los servicios en los ecosistemas urbanos están comenzando a cambiar de tendencia, con una mejoría de los de abastecimiento, aunque difícilmente llegarán a independizarse de la dependencia externa (*certeza alta*), con una demanda menor de servicios de regulación externos al empezar a incluirse medidas de complementariedad en la gestión del territorio con una visión ecosistémica (*certeza alta*) y con una clara mejora de los servicios culturales en línea con la dicho anteriormente (*muy cierto*). Sin embargo esta tendencia debe ser consolidada, ya que no es general (no todas las áreas urbanas tienen esta línea de actuación) y no es compartida por todos los agentes sociales y económicos implicados en la gestión urbana.

Las ciudades, al igual que en el resto del planeta, siguen siendo el modelo preferido de asentamiento de la población española y el incremento de sus habitantes así lo refleja. El 80% de la población vive en municipios mayores de 10.000 habitantes y el incremento de las migraciones a las áreas urbanas en los últimos años confirma su atractivo para el ser humano. La capacidad de disminuir el impacto *per capita* sobre el ambiente que ofrecen, las convierten en un excelente objeto de acciones tendentes a conservar la biodiversidad, como pueden ser fomentar la tendencia al autoabastecimiento y una adecuada reutilización de los residuos que generan. (*muy cierto*)

Durante la última década el crecimiento de los Ecosistemas urbanos españoles (cerca del 50% de incremento en su superficie) ha demandado gran cantidad de suelo de los ecosistemas cercanos a las ciudades, especialmente de ecosistemas litorales y generado una gran presión sobre el resto de ecosistemas para garantizar el suministro de materiales, agua y energía necesarios para su funcionamiento. (*certeza alta*)

Gran parte de la presión generada por los ecosistemas urbanos sobre su entorno se debe al modelo elegido de crecimiento de las ciudades. La urbanización dispersa y discontinua, al que va ligado el desarrollo de nuevas infraestructuras de transporte y la ocupación de suelo para actividades de carácter comercial e industrial, ha incrementado el consumo de materiales y energía muy por encima de las necesidades requeridas por un modelo de ciudad más compacto y continuo. Cambiar este modelo es

necesario para reducir la demanda de servicios, especialmente de abastecimiento, del resto de ecosistemas. (*certeza alta*)

La calidad de vida en los propios ecosistemas urbanos ha estado disminuyendo al tiempo que se incrementaban los problemas en la calidad del aire, la generación de residuos, la pérdida de espacios públicos, incluidas las zonas verdes, el ruido, etc., que incidían sobre la ciudadanía. En los últimos años han comenzado a desarrollarse iniciativas que tienen como objetivo mejorar esa situación y revertir la tendencia (mayor eficiencia en el consumo, cambio de hábitos, normativas tendentes a promover el autoabastecimiento de las ciudades, etc.). (*muy cierto*)

La presión sobre los Ecosistemas cercanos a las ciudades y su degradación ha disminuido su capacidad de amortiguar las perturbaciones, lo que ha afectado directamente a las características del ecosistema urbano y a sus habitantes. El incremento de las inundaciones que afectan a los núcleos urbanos es un claro ejemplo de cómo es necesario respetar la integridad de dichos Ecosistemas e incluso de la necesidad de integrarlos en el diseño urbano para evitar este tipo de afecciones. Además, la provisión de Servicios de Regulación y Culturales de las Zonas verdes en las ciudades está ampliamente analizada y es uno de los criterios que cada vez se utilizan más en las definiciones e indicadores de calidad de vida. (*certeza alta*)

La concentración de personas en las ciudades facilitan la prestación de servicios y en concreto la posibilidad de ofrecer Programas de Educación Ambiental. Su objetivo debe ser ayudar a la ciudadanía a comprender el papel que desempeñan los Ecosistemas Urbanos en el territorio y su relación con el resto de Ecosistemas en el flujo de servicios que garantizan su calidad de vida. (*muy cierto*)

El modelo de gestión que adoptemos para los ecosistemas urbanos tendrá una influencia directa no sólo sobre el bienestar de sus habitantes, sino también sobre el bienestar de los habitantes de otros muchos tipos operativos de ecosistemas condicionados por la demanda de servicios (principalmente de abastecimiento), poniendo en peligro su capacidad de suministrarlos. Por tanto la gestión del proceso de urbanización tanto del interior pero especialmente del litoral (litoralización) será el obstáculo principal o la oportunidad para alcanzar la sostenibilidad del capital natural de la España peninsular e insular. (*muy cierto*)

1. Introducción

En el siglo XXI, el hábitat natural del ser humano son las ciudades. Más de la mitad de la población mundial vive en ecosistemas urbanos, con las ventajas y problemas que ello conlleva. En España esta cifra asciende al 80%, la mayoría ubicada en el centro de la Península y en las zonas litorales.

En los albores del Siglo XXI el planeta está altamente urbanizado: en el año 1900 vivían en ciudades uno de cada diez habitantes. En 1950 ya eran tres de cada diez. El año 2008 será recordado como el año en el que por primera vez en la historia más de la mitad de la población mundial fue urbana: 3.300 millones de personas viven en ciudades. Para 2030, se espera que alcancen los 5.000 millones. Muchos de ellos serán pobres. De hecho, para entonces, el 80% de la población urbana mundial vivirá en ciudades de los países en desarrollo: siete de cada diez urbanitas vivirán en África o Asia (UNFPA, 2007). En Europa la población urbana, que representa el 75% del total, creció constantemente durante las décadas de los años sesenta y setenta del pasado siglo. Desde entonces ha habido una tendencia al crecimiento descontrolado en la periferia de las ciudades (UE, 2007).

Atraídos por la accesibilidad a los servicios, las ventajas laborales, las posibilidades de ocio y cultura y la facilidad de acceso a las nuevas tecnologías, millones de personas han abandonado los núcleos rurales en una nueva emigración a nivel global. Las ciudades son uno de los grandes inventos de la especie humana y sin duda su principal modelo de asentamiento en el territorio.

El estudio de las áreas urbanas desde la ecología ha pasado por varias etapas, desde el análisis de los ecosistemas *en* las ciudades hasta el tratamiento de las ciudades como ecosistemas. En el primer caso la actividad humana se contempla como un elemento distorsionador mientras en la segunda se considera parte de la propia dinámica de los ecosistemas. Este segundo enfoque es el que se ha seguido en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio mundial (MA, 2005).

Pero a su vez las áreas urbanas son ecosistemas altamente artificiales que se basan en la explotación de los Servicios que otros ecosistemas le proporcionan (materiales, alimentos, energía, agua, etc.) y demandan la asimilación de lo que su metabolismo excreta a los ecosistemas cercanos (contaminantes, residuos, aguas fecales, etc.) y lejanos (gases de efecto invernadero). (EEA, 2010).

Este enfoque desde el punto de vista metabólico es el que tradicionalmente se ha realizado de los ecosistemas urbanos y las conclusiones son claras, existe una dependencia casi total del resto de ecosistemas no urbanos como proveedores de servicios de abastecimiento, regulación y culturales urbanos. En España estos análisis han evidenciado desde hace tiempo esta situación (Naredo, 1988).

Pero las ciudades, analizadas como ecosistemas, no siempre han tenido un valor tan negativo en la ecuación de la demanda y provisión de Servicios. Y aún hoy día no todas las ciudades demandan Servicios del resto de los ecosistemas en la misma proporción. Indicadores como la Huella Ecológica de las ciudades nos dan idea de la presión ejercida sobre el territorio y de cómo la propia estructura y funcionamiento de las ciudades como ecosistemas van a marcar dicha presión (Wackernagel y Rees, 1996).

Este es el desafío al que se enfrentan hoy los ecosistemas urbanos, la restauración de servicios, tan necesarios para el bienestar humano, que se han ido perdiendo en el diseño del modelo actual de nuestras ciudades, como son:

- la regulación del aire, las aguas y el suelo, tan impactadas por las actividades urbanas;
- la capacidad para volver a producir alimentos, energía o equilibrar el ciclo hidrológico en sus demandas de grandes cantidades de aguas superficiales y subterráneas;
- las funciones biológicas propias de los ecosistemas que se desarrollan en su interior (zonas verdes, jardines, etc.) como la polinización o el control biológico de plagas y enfermedades;

- las actividades recreativas y de disfrute estético que en la actualidad generan un flujo de visitantes urbanos a los entornos naturales y especialmente a los espacios protegidos.

Todo ello equilibrando su metabolismo para disminuir la presión sobre el resto de ecosistemas a escala local y global.

En España, la estructura tradicional de ciudad, compleja y compacta, se ha demostrado como un sistema eficiente para gestionar las necesidades de los seres humanos y reducir el impacto que supone el crecimiento de su población, además de haber generado un patrimonio de reconocido valor (Rueda, 1996). El abandono de este modelo en los últimos años ha supuesto un incremento en la presión sobre el capital natural de los ecosistemas de los que se abastece de servicios (EESUL, 2009).

Como se reconoce en los documentos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: “Los sistemas urbanos están ubicados en las áreas urbanas y en términos de servicios de los ecosistemas, las áreas urbanas son primariamente sitios de consumo. Esto contrasta con el resto de sistemas analizados, que primariamente son generadores de servicios” (MA, 2005). Evaluar los Servicios del ecosistema urbano por tanto presenta una dualidad, ya que como el resto de ecosistemas, proveen de servicios para el bienestar humano a sus habitantes y a su vez son sumidero de gran parte de los servicios que otros ecosistemas generan. Así, en función de la evolución de los ecosistemas urbanos y por tanto de la forma en que los gestionemos (no debemos olvidar su carácter artificial) va a quedar condicionado el futuro del resto de ecosistemas.

Este es el objetivo del capítulo evaluar el estado y tendencias de los servicios en los ecosistemas urbanos españoles, para conocer cuáles son los déficits a los que se enfrenta y las soluciones de gestión que deben ser adoptadas para evitar su excesiva dependencia y por tanto presión sobre otros ecosistemas.

2. Caracterización del sistema socioecológico urbano

Desde el punto de vista funcional, las ciudades pueden ser entendidas como sistemas que ejercitan fuertes presiones sobre el entorno. Como se reconoce en un reciente documento de la Agencia Europea del Medio Ambiente:

“Las ciudades son ecosistemas abiertos y dinámicos que consumen, transforman y dispersan materiales y energía; se desarrollan, adaptan e interactúan con otros ecosistemas. Son altamente artificiales y dominados por una especie, la humana, pero sólo pueden sobrevivir y generar calidad de vida usando servicios básicos generados por la naturaleza y la biodiversidad de otros ecosistemas. Tales servicios, originados dentro y fuera del área urbana incluyen la regulación del ciclo del agua y el clima, la purificación del aire, el agua y el suelo y la producción de comida y otros bienes”.

(10 messages for 2010. EEA, 2010).

El funcionamiento ambiental de las ciudades, su metabolismo, contempla innumerables flujos de entrada y salida con, principalmente, tres entradas o *inputs* (agua, alimentos-materiales y combustibles-energía) y tres salidas, *outputs* (aguas residuales, residuos y contaminantes atmosféricos). El grado de eficiencia de estos flujos va a caracterizar la presión sobre otros ecosistemas y la calidad de vida de sus habitantes. Cuantas más entradas se demanden y más salidas se generen, mayor será la presión sobre los otros ecosistemas (Terradas, 1985, Naredo, 1988, Rueda, 2009).

Pero a su vez los ecosistemas urbanos también son proveedores de servicios (EEA, 2010), aunque limitados en la actualidad, que mejoran la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes e incrementan la resiliencia de la ciudad frente a los cambios ambientales: regulación microclimática, absorción de carbono, control de la calidad del aire, agua, alimento, etc. (EEA, 2010; MA, 2005).

La relación entre ambas capacidades del ecosistema urbano, la utilización de servicios proporcionados por ecosistemas no urbanos y la provisión de servicios propios es la que va a definir su futuro y el bienestar de sus habitantes, que no olvidemos son la mayor parte de la población española. Los ecosistemas urbanos, se van a ver afectados por el grado de ineficiencia en la transformación de los recursos de los que se nutre, generando una serie de problemas ambientales (contaminación del aire, ruido, residuos urbanos, etc.), sociales (accidentalidad, falta de espacios públicos, incomunicación, etc.) y económicos (distribución de la riqueza, pérdida de empleos, etc.). Pero también se van a ver afectados por la incapacidad de autoabastecerse, en la medida de lo posible, de materia y energía y de regular la propia influencia que ejercen en el clima, los ciclos biogeoquímicos, los sistemas hidrológicos o la propia biodiversidad (Grimm *et al*, 2008)

2.1. Los límites del Ecosistema Urbano. El concepto de ciudad en EME

La separación entre el mundo rural y el urbano nunca ha sido más leve que en el momento actual. Los criterios sencillos que se utilizaban para definirlos: densidad de población, tamaño de los núcleos, usos del suelo, dotación de infraestructuras, etc., se han ido diluyendo conforme el fenómeno de dispersión urbana, la movilidad, las tecnologías de la información o el sector del ocio se han convertido en elementos claves de la sociedad actual.

Un primer problema que surge al evaluar la situación de los ecosistemas urbanos es definir cuáles son las partes del territorio que se van a evaluar, es decir a qué llamamos áreas urbanas.

Al igual que ocurre con otros ecosistemas, los urbanos se asocian con determinadas localizaciones espaciales, en este caso las áreas urbanas. Aunque conceptualmente puede ser importante establecer cuáles son los límites que separan lo rural de lo urbano, inevitablemente en el análisis de los Ecosistemas del Milenio es difícil evitar que sea arbitrario y que difiera entre los distintos países (MA, 2005). Existen varios criterios para la definición de las áreas urbanas:

- **Población:** En función de las características demográficas de los territorios tratados se han utilizado distintos criterios para elaborar la frontera entre áreas urbanas y rurales.
- **Área administrativa:** Utilizada fundamentalmente desde un punto de vista político para facilitar la gestión de recursos y la gobernanza.
- **Área morfológica:** Se tiene en cuenta la dimensión espacial, incluyendo edificios, carreteras, superficies artificializadas, áreas de ocio, recreo, etc., dentro de los usos del suelo que caracterizan un área urbana.
- **Área funcional:** Basado en criterios socioeconómicos, toma en cuenta el área de influencia de un núcleo urbano en relación a las zonas adyacentes.

Tabla 18.1. En la definición del MARM, el porcentaje de territorio catalogado como rural es muy superior al urbano, aunque se puede apreciar como en el centro peninsular y las zonas costeras la ocupación urbana es muy superior a la media. Las cuatro Comunidades con menos de un 10% de porcentaje de territorio catalogado como urbano son de interior y suponen cerca del 46% del territorio español. Fuente Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Programa de Desarrollo Rural Sostenible 2010-2014 (2010).

Los datos de cada comunidad autónoma se calculan en función de la superficie adscrita a términos municipales. Nótese que hay cierta superficie territorial que no queda englobada bajo ningún término municipal, por lo que puede haber cierta variación entre los datos aportados por el INE y los datos adscritos a términos municipales.

Comunidades Autónomas	Superficie Km ²	% territorio en áreas rurales	
		Rural	Urbano
Andalucía	87.590,68	79,6	20,4
Aragón	47.839,64	95,2	4,8
Asturias	10.603,53	85,9	14,1
Baleares	4.991,67	38,6	61,4
Canarias	7.442,64	51,9	48,1
Cantabria	5.252,58	83,5	16,5
Castilla y León	93.813,48	96,5	3,5
Castilla-La Mancha	79.409,09	91,1	8,9
Cataluña	32.090,52	78,4	21,6
Comunidad Valenciana	23.258,05	68,5	31,5
Extremadura	41.634,43	85,9	14,1
Galicia	29.574,42	84,5	15,5
Madrid	8.021,8	47,7	52,3
Murcia	11.313,11	48,1	51,9
Navarra	9.800,76	90,6	9,4
País Vasco	7.089,08	62,4	37,6
La Rioja	5.027,91	89,4	10,6
TOTAL	504.753,39	84,5	15,5

El MARM en la Ley para el Desarrollo sostenible del medio rural define el medio rural como “el espacio geográfico formado por la agregación de municipios o entidades locales menores definidos por las administraciones competentes que posean una población inferior a 30.000 habitantes y una densidad inferior a 100 habitantes por km²”, (Tabla 18.1) de forma que “el medio rural español integra al 20 por ciento de la población, que se elevaría hasta el 35 por ciento si se incluyen las zonas periurbanas y afecta al 90 por ciento del territorio”

El INE aborda el criterio demográfico para definir las zonas urbanas en contraposición de las rurales. Así, define como zonas rurales las entidades con menos de 2.000 habitantes, como zonas intermedias las entidades entre 2.001 y 10.000 habitantes y como zonas urbanas, las entidades con más de 10.000 habitantes.

La Unión Europea, utiliza el método de la OCDE basado en la densidad demográfica, que combina dos criterios: el umbral de 150 habitantes/km² para la escala local (municipios), y para la escala regional establece grados de ruralidad que dependen del porcentaje de población de la región que resida en localidades o municipios rurales. Sin embargo, EUROSTAT ha bajado el primer umbral hasta los 100 hab/km² por considerarlo más representativo de la realidad de las áreas rurales europeas. Así, clasifica a las regiones en tres tipos:

- Regiones predominantemente rurales: aquellas en las que más del 50% de la población vive en localidades o municipios rurales.
- Regiones intermedias: aquellas en las que entre el 15 y el 50% de la población vive en localidades o municipios rurales.
- Regiones predominantemente urbanas: aquellas en las que menos del 15% de la población vive en localidades o municipios rurales.

Según esta clasificación, España con un 20% de su población en municipios rurales, se consideraría como región intermedia (o significativamente rural).

El Ministerio de Vivienda, según el Atlas de las zonas urbanas de España (Ministerio de Vivienda, 2009), divide el territorio nacional en tres tipos de ámbitos:

- Grandes áreas urbanas. Compuestas por 85 áreas (municipales o plurimunicipales) de más de 50.000 habitantes que agrupan a un total de 747 municipios en los que, según el padrón, viven más de 30 millones de habitantes. Es decir, en el 9,2% de los municipios vive el 67,8% de la población.
- Pequeñas áreas urbanas. Entidades de población mayores de 5.000 habitantes, que engloban 306 municipios, ocupan el 10% del territorio nacional y albergan el 12% de la población. Se pueden dividir en dos substratos:
 - Ciudades entre 20.000 y 50.000 habitantes. Son, en total 123 municipios que suponen un 7,4% de la población y un 5,7% de la superficie.
 - Municipios urbanos de más de 5000 habitantes, que resultan de la aplicación de distintos filtros.
- Áreas no urbanas. Este ámbito comprende 7059 municipios que comprenden 87% de los municipios españoles, con un 19,3% de la población y sobre una superficie de un 79,8%.

Este último criterio establecido por el Ministerio de Vivienda es el que mejor se adapta a la concepción de ecosistema urbano tal y como se entiende en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, aunque los límites, como ya se ha dicho, no son siempre tan claros y tanto las interconexiones entre los distintos municipios, rurales y urbanos, como el estilo de vida de sus habitantes más ligado a entornos urbanos (hábitos de consumo, movilidad, aprovisionamiento de alimentos, etc.), hacen difícil establecer un análisis diferenciado.

En síntesis se podría decir que el balance total de las áreas urbanas representa un total de 1053 municipios (13% del total en España) con un 80,7% de la población y un 20,2% de la superficie total.

Pero los límites de los ecosistemas urbanos se extienden más allá de los núcleos habitados, ya que no se pueden dejar fuera las áreas industriales y comerciales, que se ubican fuera del núcleo urbano o las infraestructuras para el transporte, que exceden los límites de los términos municipales. Por ello, en la cartografía de los ecosistemas urbanos hemos incluido todas aquellas superficies artificiales que de una u otra forma se relacionan con el funcionamiento de los ecosistemas urbanos (Tabla 18.2; Figura 18.1).

Tabla 18.2. Rasgos básicos y límites cartográficos que definen a los ecosistemas urbanos españoles.

Ecosistema	Rasgos esenciales que lo definen	Límites para la cartografía
Urbano	Ambientes urbanizados con alta densidad de población.	Superficies artificiales ligadas a los núcleos urbanos.

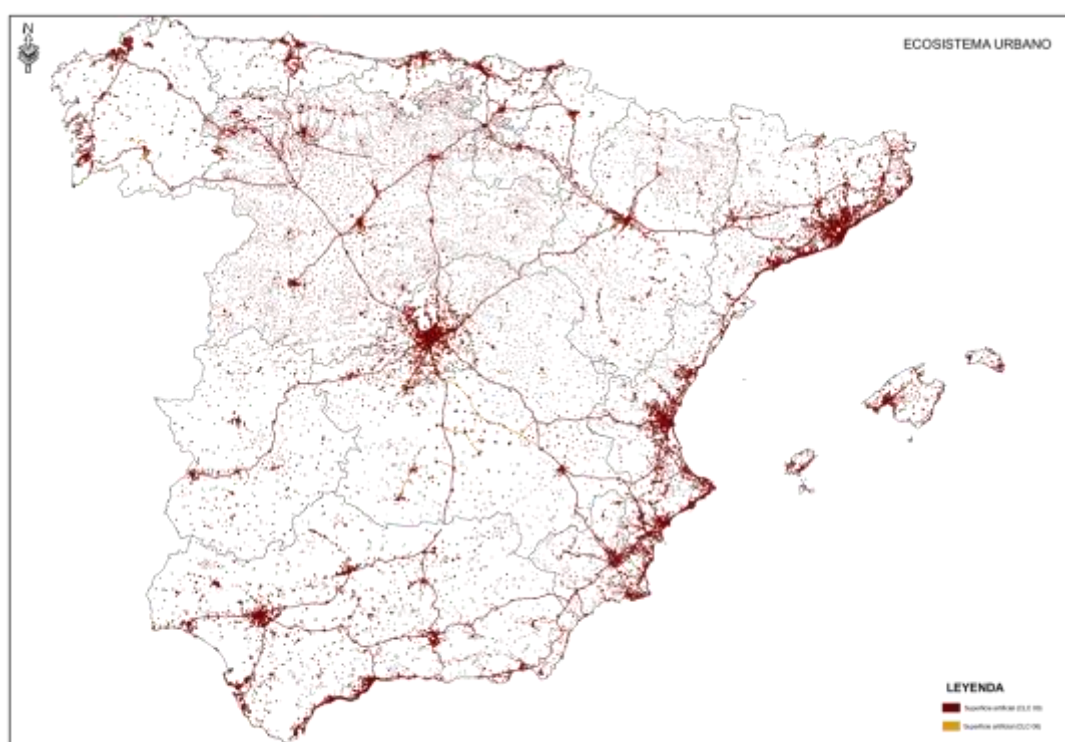


Figura 18.1. Distribución de Superficies artificiales en España. Como se puede apreciar las superficies artificiales predominan en el interior y las zonas costeras y las infraestructuras para el transporte, claramente con un esquema radial, son una de las características de la evolución de los últimos años que más influencia han tenido en el modelo de crecimiento urbano, favoreciendo la dispersión de la población de las áreas urbanas. Fuente Corine Land Cover 2006.

2.2. Evolución de los Ecosistemas urbanos. Los modelos de crecimiento de las ciudades

Las relaciones tradicionales entre el ecosistema urbano y los ecosistemas cercanos han dado paso a una estrecha imbricación que hace difícil la clasificación de los territorios y revela la necesidad de abordar su evaluación desde una perspectiva común.

Una caracterización de los territorios como la que hacía Gluck en 1998, permite entender mejor la gradación existente entre el territorio urbano y el rural: áreas rurales remotas, áreas dominadas por la agricultura, áreas usadas por el turismo, áreas con una estructura económica diversificada y áreas adyacentes a centros urbanos (áreas periurbanas).

En esta clasificación, la influencia urbana queda clara y resume las interconexiones de los territorios y el flujo bidireccional de servicios que se establece desde las áreas que mantienen unos altos niveles de ruralidad entendidos al modo convencional hasta las que han sido absorbidas por los entornos urbanos y sus elementos y procesos característicos. El territorio se define así como un espacio físico e interconectado, determinado por un medio en el que habitan personas interdependientes, en el que hay flujos constantes y bidireccionales entre los habitantes de zonas rurales y urbanas, y en el que gracias a estos movimientos se ponen en relación culturas, formas de interpretar y sentir y modos de relacionarse con el entorno.

En Europa el crecimiento de las ciudades ha estado ligado desde la época posterior a la II Guerra Mundial al crecimiento de la población. Sin embargo en las últimas décadas el fenómeno de la dispersión urbana, cuyo origen está en el modelo de crecimiento de las ciudades de EE.UU, ha sido el dominante en nuestro continente (EEA, 2006). El espacio ocupado por las ciudades crece ahora mucho más rápido incluso que la población urbana.

La estructura tradicional de las ciudades en España, compacta y compleja, ha contribuido a la eficiencia y cohesión social en las mismas, así como a la creación de un patrimonio con lugares bellos y, a la vez, funcionales y creativos. Sin embargo, de un tiempo a esta parte, estos patrones están cambiando hacia un nuevo modelo de desarrollo urbano, caracterizado por la dispersión urbanística y la especialización de los usos del suelo. Se trata de un modelo de ciudad que favorece su funcionamiento con soluciones más insostenibles, con mayores repercusiones sobre el medio ambiente y un elevado consumo de recursos: suelo, materiales, agua y energía.

Siguiendo la definición de Salvador Rueda de ciudad dispersa y ciudad compacta:

“La ciudad dispersa es aquella que consume materia y energía a expensas de la simplificación de la complejidad de las relaciones, lo que se traduce en un **efecto desestructurador**, es decir, una compartimentación del territorio.

Este modelo de ciudad se sustenta en:

- El consumo de suelo (crecimiento desmedido e insostenible de la ciudad)
- El consumo de materia y energía provenientes de la planificación de usos de suelo y el sistema de transporte.
- Tendencia de explotar el entorno más allá de su capacidad de carga.

Todo esto se traduce en un aumento de la **movilidad horizontal** de la ciudad privilegiándose el transporte vehicular.

Se tiende a **homogeneizar** el territorio a través de unidades monofuncionales que disminuyen el contacto, la comunicación, la regulación y el intercambio entre los agentes perdiendo el uso y calidad del espacio público como espacio donde se construye la ciudad y sus relaciones.

La ciudad compacta es aquella que aumenta la complejidad de las partes internas del sistema de ciudad generando una vida social cohesionada y una plataforma económica competitiva. En este modelo de ciudad se potencia el consumo de información para ahorrar materia y energía preservando así sistemas agrícolas y naturales.

El crecimiento de la ciudad se ve limitado cuando el gasto de energía es mayor que la diversidad y complejidad que se obtiene.”

La expansión de los ecosistemas urbanos ha supuesto un incremento de los consumos de suelo y energía que amenazan el capital natural en los ambientes naturales y rurales, que aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero, eleva la contaminación atmosférica y acústica hasta niveles superiores a los límites para la salud humana y presiona sobre los Servicios de regulación de los ecosistemas.

En este modelo de desarrollo, el crecimiento urbano está totalmente desacoplado del crecimiento demográfico, y bebe más de razones socio-económicas que simplemente demográficas. Ahora las ciudades no sólo, o no siempre, aumentan cuantitativamente cuando lo hacen sus moradores. Aumentan la superficie que ocupan físicamente y que utilizan ecológicamente, incluso cuando disminuye su población. Han reducido compacidad y diversidad, se han convertido en ciudades dispersas y difusas, una suerte de repetición de unidades monofuncionales conectadas con redes de transporte rápido y contaminante, que han conseguido simplificar su estructura física y social. Todo como producto del fenómeno de la expansión urbana.

El principal motor de la expansión urbana ha sido el bajo precio de las tierras agrícolas y forestales cercanas a los núcleos urbanos y el desarrollo de infraestructuras de transporte y comunicación, que permiten una mayor y más fácil movilidad personal, que hace posible vivir lejos con todos los servicios urbanos y ventajas de vivir en el centro de la ciudad y trabajar en otro lugar, sin importar mucho a qué distancia.

También el turismo ha contribuido a la expansión de las zonas urbanizadas, sobre todo en los alrededores de las aglomeraciones costeras, como en la *superurbanizada* costa mediterránea. En relación a factores económicos, el reciente boom inmobiliario se ha alimentado de la utilización de la vivienda como una inversión.

En la Figura 18.1 se puede apreciar como el crecimiento de las superficies artificializadas, es especialmente abundante en las zonas costeras y las capitales de provincia, principalmente en los alrededores de la capital del Estado. Estas áreas son las que más han sufrido el crecimiento de las áreas urbanas y la ocupación del suelo de ecosistemas aledaños al núcleo tradicional.

El aumento del nivel de vida de la ciudadanía y otros cambios demográficos y sociales también aceleran el fenómeno de la expansión urbana. La disminución del número de personas por hogar hace que, para el mismo número de habitantes, se necesite un mayor número de viviendas. Las preferencias actuales de vivienda han hecho que aumente el número de segundas residencias, sobre todo de chalets adosados en entornos rurales, costeros y/o cercanos a espacios naturales. Esto ha hecho sobrepasar en demasía los límites de la ciudad y ha puesto en evidencia la deficiente planificación urbanística y ordenación del territorio. Las áreas centrales de las ciudades acaban quedando en desventaja, debido a que padecen problemas relacionados con la contaminación atmosférica y acústica; las casas son más pequeñas y tienen menos comodidades; faltan equipamientos y zonas verdes, etc. La dispersión poblacional asociada a la expansión urbana retroalimenta también la segregación social. El caso de Madrid es paradigmático en este fenómeno de transformación de las ciudades y pone en evidencia las demandas de suelo en el exterior de los núcleos tradicionales para viviendas y usos comerciales, la creación de infraestructuras para el transporte, la degradación del núcleo central, etc. (Naredo, 2003).

Todos estos factores económicos, demográficos, sociales y políticos desencadenan un círculo vicioso en el que la urbanización y la movilidad son, a la vez, causa y consecuencia del fenómeno de la expansión urbana. Este círculo vicioso se acaba convirtiendo en una espiral de la que van surgiendo numerosos impactos socioecológicos. La experiencia demuestra que muchos problemas ambientales generados por la expansión de nuestras ciudades suponen implicaciones económicas y sociales para la ciudad. Estos impactos son el reflejo de la problemática actual de las ciudades, algunos con efectos directos en la propia ciudad, otros con efectos fuera de ella, a escala, incluso, planetaria.

3. Estado de conservación general de los ecosistemas urbanos españoles

La superficie ocupada por los ecosistemas urbanos en España se ha incrementado enormemente en los últimos años, muy por encima del incremento poblacional, transformando ecosistemas, principalmente agroecosistemas y forestales y demandando grandes cantidades de sus servicios, especialmente de abastecimiento.



Imagen 18.1. Europa nocturna. La iluminación nocturna en Europa, nos permite apreciar la extensión de los ecosistemas urbanos y la comparación entre la situación española y el centro del continente (NASA).

Según el Corine Land Cover las superficies artificiales en España en el año 2006 ocupaban 1.036.332 ha. Entre 1987 y 2000 la superficie artificial se incrementó en un 34,19% (Figura 18.2), y un 15,4% entre el 2000 y el 2006, cifra que ha seguido incrementándose a partir de ese año si tenemos en cuenta las más de 2 millones de viviendas libres terminadas entre los años 2006 y 2009 y las infraestructuras que lo acompañan (carreteras, líneas férreas, polígonos comerciales e industriales, etc.). En su informe “Sostenibilidad Local: Una aproximación urbana y rural”, (2008) el OSE señala que el incremento del suelo de naturaleza urbana en las capitales españolas ha sido de un 22,9% de media.

Este cambio es especialmente notable en algunos tipos de superficies artificializadas y que extienden las características de los ecosistemas urbanos más allá de las áreas urbanas. Las infraestructuras de transporte, con un incremento entre los años 2000 y 2006 del 166%, incrementan la presión sobre zonas no urbanizadas aún y actúan como barreras en la conectividad de los ecosistemas que atraviesan. Las zonas en construcción en nuevos terrenos clasificados como urbanos (173%) y que afectan a los ecosistemas cercanos a los núcleos urbanos (Prieto *et al*, 2010) son el mensaje anticipado de lo que posteriormente ocurrió con el fenómeno de la crisis financiera e inmobiliaria con la que finalizó la primera década del siglo XXI.

Ambos incrementos son el reflejo del proceso de urbanización dispersa que ha caracterizado el crecimiento urbano y que tiene consecuencias directas en la provisión de servicios de los ecosistemas urbanos. En los nuevos desarrollos se ha producido el sellado y degradación de las funciones del suelo, alterando su capacidad de infiltración y su fertilidad. Igualmente en muchas ocasiones la planificación no ha tenido en cuenta su capacidad de regulación del ciclo hidrológico, provocando una alteración de los sistemas hídricos y de drenaje, disminuyendo su capacidad de asimilar los cambios en los flujos de agua e incrementando el riesgo de inundaciones en zonas urbanizadas (EEA, 2010).

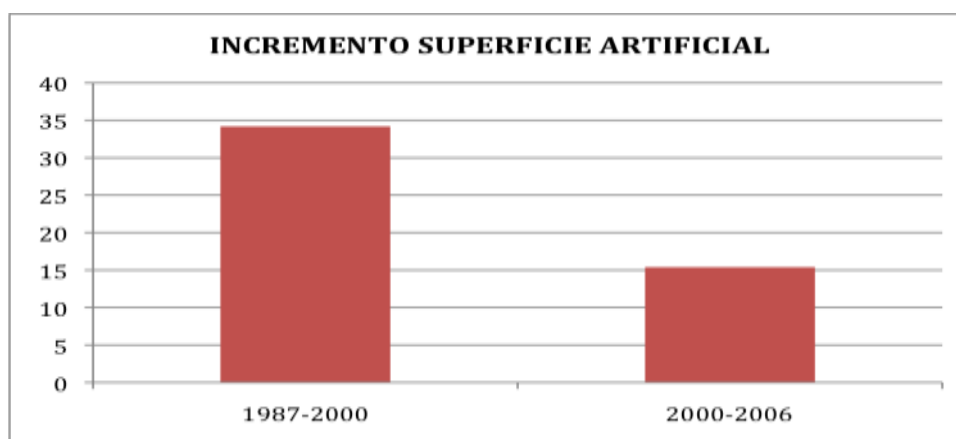


Figura 18.2. Incremento de la superficie artificial en España (Corine Land Cover). Se observa una tendencia a la disminución de la artificialización de suelo aunque se mantiene en porcentajes elevados

En relación al incremento de la población urbana, desde 1950 hasta 2009 se ha producido un cambio importante en las pautas de asentamiento en el territorio, concentrándose la población en los municipios más grandes. En España hay 750 municipios de más de 10.000 habitantes y 7.362 menores, mientras que el censo de población recoge unas cifras de 36.860.891 de habitantes en municipios mayores de 10.000 habitantes y 9.884.916 en menores. La población que vive en núcleos menores de 10.000 habitantes ha pasado de suponer el 48% en 1950 a sólo el 21% en 2009, mientras que la que habita en municipios medianos ha pasado del 40% al 62% en 2009. Sin embargo, la población que vive en las ciudades más grandes, por encima de los 500.000 habitantes, no ha sufrido una variación tan importante, pasando del 12% al 16% en 2009.

Este crecimiento se ha concentrado especialmente en los municipios costeros y en el centro de la Península como se puede apreciar en la Figura 18.3.

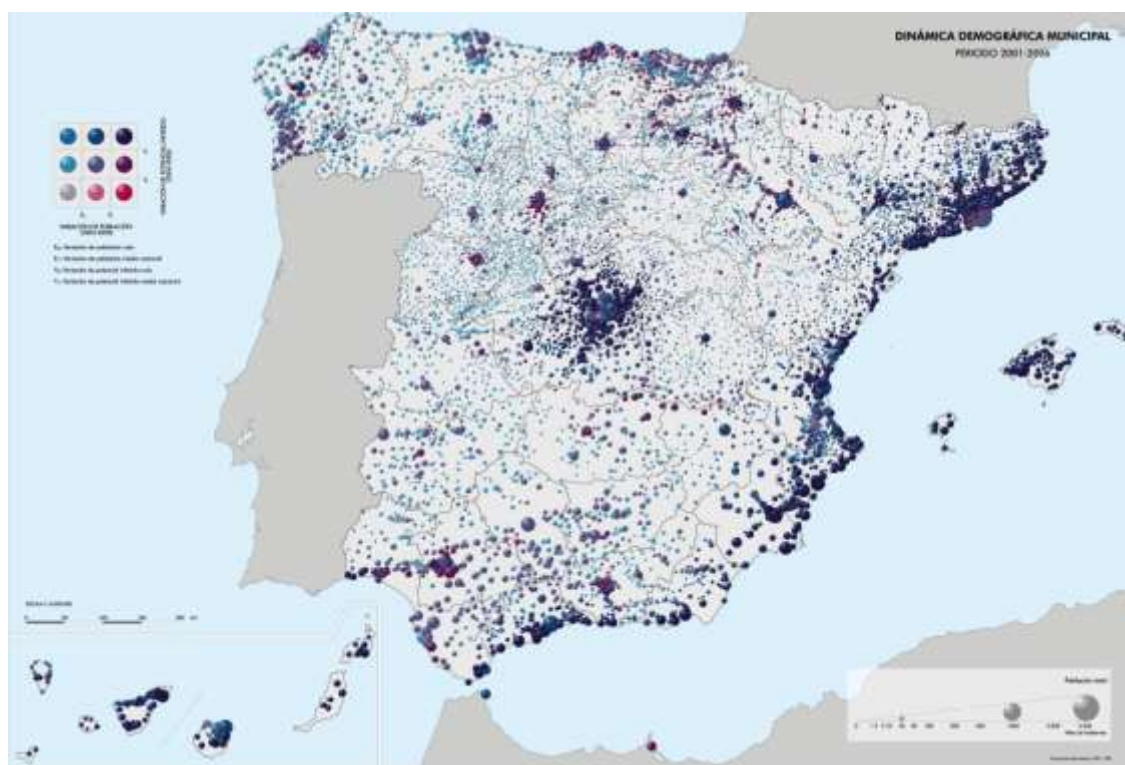


Figura 18.3. Crecimiento de la población en los municipios españoles en el periodo 2000-2006. Como se puede apreciar el incremento de la población en las zonas de la costa mediterránea y en los alrededores de Madrid es lo más destacado, junto con el despoblamiento de las zonas interiores. Fuente Instituto Geográfico Nacional. Atlas Nacional de España. Demografía (2008).

A pesar del importante dinamismo social y económico que han tenido los ecosistemas urbanos en las últimas décadas, el modelo de crecimiento y su diseño, basado en la preeminencia del vehículo privado como modo de desplazamiento y el abandono del modelo de ciudad compacta, ha ejercido grandes presiones en su entorno con un incremento constante en la demanda de servicios y una generación constante de residuos que es necesario asimilar. La propia calidad de vida en los ecosistemas urbanos se ha ido deteriorando en aspectos como la calidad del aire, la falta de espacios públicos, la degradación de las viviendas en los núcleos centrales, etc., que sólo en los últimos años han comenzado a mejorar.

Los ecosistemas urbanos han perdido su capacidad de asimilar las alteraciones a las que el planeta se va a enfrentar en el futuro provocadas por el cambio climático. Los periodos y severidad de sequías, inundaciones, olas de calor, las subidas del nivel del mar y las alteraciones que puede provocar en los sistemas de recogida de aguas, son algunos de los impactos que las ciudades van a tener dificultad de superar como consecuencia de un proceso de crecimiento que no ha tenido en cuenta la conservación de la funcionalidad de los servicios de regulación del propio ecosistema urbano y que es necesario volver a recuperar (EEA, 2010).

El bienestar de los habitantes de los Ecosistemas urbanos está afectado directamente por la mala gestión de los Servicios de los ecosistemas, tanto de los propios como de los proporcionados por el resto de Ecosistemas no urbanos.

En los ecosistemas urbanos la planificación que se realiza de su desarrollo es fundamental para garantizar la calidad de vida de su especie principal, el ser humano, y también del resto de sus especies asociadas. Aspectos como la contaminación atmosférica, la producción de ruidos, la falta de espacios públicos, la escasez de elementos de regulación climática, etc. son el resultado de una planificación urbana en la que se ha obviado el papel que desempeñan los servicios de los ecosistemas, especialmente los de regulación, a costa de la explotación intensiva de los externos de abastecimiento. Por ello, el bienestar humano de los propios habitantes de las ciudades se ha visto afectado con un incremento de efectos negativos sobre su salud, física y mental; sobre sus bienes, inundaciones e incendios en ecosistemas contiguos; y sobre su capacidad de adaptación a cambios externos, con una dependencia total para cubrir sus necesidades de materia y energía.

4. Servicios suministrados. Métodos de evaluación y fuente de datos

El análisis de los servicios de los ecosistemas urbanos supone abordar dos enfoques complementarios: a) considerar los servicios que los ecosistemas que se desarrollan en el interior de las áreas urbanas tiene para la población (provisión de servicios) y b) considerar la forma en la que los servicios de otros ecosistemas son asimilados en el interior de la ciudad (consumo de servicios). En EME para España hemos optado por evaluar la presión que los ecosistemas urbanos ejercen sobre el resto de los ecosistemas, analizando la demanda de los servicios que le proporcionan y la eficiencia en su utilización (Tablas 18.3 y 18.4), pero sin olvidar la capacidad del propio ecosistema urbano de generar sus propios servicios, que como veremos ha disminuido en el periodo de tiempo analizado. En este último caso y dado que, como se ha comentado anteriormente, en los desarrollos de las áreas urbanas no se ha tenido como prioridad el mantenimiento de los servicios del ecosistema urbano, se ha decidido establecer un marco más teórico para el análisis de estos servicios, apoyado en experiencias que están en marcha. Así por ejemplo, cuando hablamos de servicios de abastecimiento (energía, agua, materiales geóticos, etc.), se considera el consumo de estos servicios que se generan en otros ecosistemas no urbanos y cuál ha sido su evolución en los últimos años y las experiencias que ya están en marcha para recuperar la capacidad de generar estos servicios por el propio ecosistema urbano.

Tabla 18.3. Provisión de servicios en los ecosistemas urbanos de España.

Tipo	Servicios	Definición	Ejemplos e importancia
Abastecimiento	Alimentos	Productos obtenidos de la agricultura en áreas urbanas	Agricultura urbana y periurbana
	Agua dulce	Agua dulce de calidad que suministran los ecosistemas acuáticos epicontinentales y acuíferos en áreas urbanas / Reutilización de agua	Suministro de agua a las redes de abastecimiento
	Materias primas de origen biológico	Materiales extraídos de los seres vivos y que se transforman para elaborar bienes de consumo / Reciclaje	Pulpa de celulosa Madera
	Materias primas de origen geótico	Materiales de origen mineral extraídos del subsuelo que se transforman para elaborar bienes de consumo / Reciclaje	Cemento Áridos
	Energías	Materiales de origen biótico o geótico que sirve como fuente de energía / Eficiencia energética / Energía solar	Consumo de energía del Sector residencial Consumo de energía del Sector servicios
	Acervo genético		-----
	Medicinas naturales y principios activos		-----
Regulación	Regulación climática global, local y regional.	Influencia de los ecosistemas y biodiversidad sobre el clima a escala global y local	Almacenamiento de carbono Superficie Zonas verdes
	Regulación de la calidad del aire	Los ecosistemas tienen un efecto sobre la calidad del aire extrayendo y/o generando contaminantes	Aire limpio y no contaminado
	Regulación hídrica y depuración del agua	Capacidad del ecosistema para la regulación del ciclo del agua en el contexto de las cuencas hidrográficas afectando al hidropereodo, la escurrentía, y el almacenamiento de agua en general.	Captación y tratamiento de aguas

Tipo	Servicios	Definición	Ejemplos e importancia
	Regulación morfosedimentaria	La cobertura de la vegetación juega un papel esencial en la retención del suelo y por tanto en el control de la erosión y la desertificación	Control de la erosión
	Formación y fertilidad del suelo	La fertilidad del suelo es esencial para el crecimiento de la vegetación silvestre y la agricultura	Producción de compost
	Regulación de las perturbaciones naturales	Los ecosistemas amortiguan los efectos de las perturbaciones naturales fundamentalmente ligadas al clima	Mitigación de inundaciones
	Control biológico	Los ecosistemas regulan plagas y vectores de enfermedades para humanos, cosechas y ganado.	Superficie de zonas verdes
	Polinización	Las especies polinizadoras son esenciales para la producción de frutos, vegetales, semillas	Superficie de zonas verdes
Culturales	Conocimiento científico	Investigación en ecología urbana	Publicaciones científicas
	Conocimiento ecológico local		-----
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Identidad urbana	Migraciones urbanas
	Valor espiritual y religioso		-----
	Paisaje-Servicio estético		Visitantes a Espacios Naturales Protegidos en entornos cercanos a núcleos urbanos
	Actividades recreativas		Visitantes a Espacios Naturales Protegidos en entornos cercanos a núcleos urbanos
	Educación ambiental		Programas de Educación Ambiental

La importancia de los servicios se ha evidenciado con los siguientes colores:

	Alta
	Alta-media
	Media-baja
	Baja
	No aplicable

Tabla 18.4. Consumo de servicios de ecosistemas no urbanos en las áreas urbanas de España.

Tipo	Servicios	Definición	Ejemplos e importancia
Abastecimiento	Alimentos	Productos obtenidos de los ecosistemas y la biodiversidad que son consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen materia y energía.	Consumo de alimentos
	Agua dulce	Agua dulce de calidad que suministran los ecosistemas acuáticos epicontinentales y acuíferos para el suministro urbano, agrícola e industrial	Suministro de agua a las redes de abastecimiento
	Materias primas de origen biológico	Materiales extraídos de los seres vivos y que se transforman para elaborar bienes de consumo.	Consumo de pulpa de celulosa Consumo de madera
	Materias primas de origen geótico	Materiales de origen mineral extraídos del subsuelo que se transforman para elaborar bienes de consumo.	Consumo de cemento Consumo de áridos
	Energías	Materiales de origen biótico o geótico que sirve como fuente de energía.	Consumo de energía del Sector residencial Consumo de energía del Sector servicios
	Acervo genético	Diversidad genética de una especie o población. -Variedad de genes entre y dentro de las poblaciones	-----
	Medicinas naturales y principios activos	Productos obtenidos de los ecosistemas y la biodiversidad que son consumidos por los seres humanos para obtener principios nutritivos, que les proveen materia y energía.	Consumo de alimentos
Regulación	Regulación climática global, local y regional.	Influencia de los ecosistemas y biodiversidad sobre el clima a escala global y local	Generación de emisiones de CO ₂ Superficie Zonas verdes
	Regulación de la calidad del aire	Los ecosistemas tienen un efecto sobre la calidad del aire extrayendo y/o generando contaminantes	Generación de emisiones de gases acidificantes y eutrofizantes
	Regulación hídrica y depuración del agua	Los cambios en los usos de suelo tienen gran impacto en la regulación del ciclo del agua en el contexto de las cuencas hidrográficas afectando al hidropereodo, la escorrentía, y el almacenamiento de agua en general.	Producción de aguas residuales
	Regulación morfosedimentaria	La cobertura de la vegetación juega un papel esencial en la retención del suelo y por tanto en el control de la erosión y la desertificación	-----
	Formación y fertilidad del suelo	La fertilidad del suelo es esencial para el crecimiento de la vegetación silvestre y la agricultura	Producción de residuos sólidos urbanos
	Regulación de las perturbaciones naturales	Los ecosistemas amortiguan los efectos de las perturbaciones naturales fundamentalmente ligadas al clima	Número de Inundaciones registradas
	Control biológico	Los ecosistemas regulan plagas y vectores de enfermedades para humanos, cosechas y ganado.	-----
	Polinización	Las especies polinizadoras son esenciales para la producción de frutos, vegetales, semillas	-----

Tipo	Servicios	Definición	Ejemplos e importancia
Culturales	Conocimiento científico		-----
	Conocimiento ecológico local		-----
	Identidad cultural y sentido de pertenencia		Migraciones urbanas
	Valor espiritual y religioso		-----
	Paisaje-Servicio estético		Visitantes a Espacios Naturales Protegidos en entornos cercanos a núcleos urbanos
	Actividades recreativas		-----
	Educación ambiental		Programas de Educación Ambiental

Tabla 18.5. Unidades y fuentes de información utilizadas en la evaluación de los ecosistemas urbanos de España

Tipo	Servicios	Indicador	Fuente	Unidades
Abastecimiento	Alimentos	Consumo de alimentos	MARM	Kg. / Litros per capita
	Agua dulce	Suministro de agua a las redes de abastecimiento	INE	Hm ³
	Materias primas de origen biológico	Consumo de pulpa de celulosa Consumo de madera	Asociación sectorial: ASPAPEL	Tn
	Materias primas de origen geótico	Consumo de cemento Consumo de áridos	Asociación sectorial: OFICEMAN, ANEFA	Tn
	Energías	Consumo de energía del Sector residencial Consumo de energía del Sector servicios	Secretaría de Estado de la Energía	Ktep / Mw/h
	Acervo genético	-----		
	Medicinas naturales y principios activos			
Regulación	Regulación climática global, local y regional.	Generación de emisiones de CO ₂ Superficie Zonas verdes	MARM	Kt / Has
	Regulación de la calidad del aire	Generación de emisiones de gases acidificantes y eutrofizantes	MARM	Gg
	Regulación hídrica y depuración del agua	Producción de aguas residuales	INE	Hm ³
	Regulación morfosedimentaria	-----		

Tipo	Servicios	Indicador	Fuente	Unidades
	Formación y fertilidad del suelo	Producción de residuos sólidos urbanos	INE	Tn
	Regulación de las perturbaciones naturales	Número de Inundaciones registradas	Consortio de Compensación de Seguros	Número de expedientes
	Control biológico			
	Polinización			
Culturales	Conocimiento científico	-----		
	Conocimiento ecológico local	-----		
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Migraciones urbanas	INE	Número de personas
	Valor espiritual y religioso	-----		
	Paisaje-Servicio estético	Visitantes a Espacios Naturales Protegidos en entornos cercanos a núcleos urbanos	EUROPARC	Nº de visitantes
	Actividades recreativas	-----		
	Educación ambiental	Programas de Educación Ambiental	Trabajo de investigación	Número de programas

5. Condiciones y tendencias de los servicios evaluados

5.1. Servicios de abastecimiento

En relación a los servicios de abastecimiento, los ecosistemas urbanos no son capaces de suministrar todos los servicios necesarios para su funcionamiento y han demandado grandes cantidades de materia y energía del resto de ecosistemas, algunos de ellos cercanos y otros más alejados, para garantizar su crecimiento y estabilidad. Esta necesidad se ha debido tanto al enorme flujo de población que se ha trasladado a vivir a entornos urbanos desde el medio rural (y en los últimos años al incremento de la inmigración), como fundamentalmente al modelo de crecimiento que han seguido las ciudades españolas, primando el modelo de ciudad dispersa frente al tradicional en el que dominaba la compacidad de los centros y la diversidad de habitantes y oferta de servicios urbanos.

Otro factor importante ha sido la adopción de una serie de hábitos de consumo urbanos, que tienen como referencia la necesidad de un crecimiento continuo de la economía basado en el consumo de bienes, en los que no se ha tenido en cuenta la capacidad de los ecosistemas para suministrar los servicios que se demandaban para mantener ese crecimiento y menos aún su capacidad para regular el impacto generado (Ver capítulo de Impulsor indirecto económicos de cambio).

Esta situación convierte a los ecosistemas urbanos en altamente vulnerables a los cambios externos que puedan ocurrir y que afecten directamente al suministro de servicios de los ecosistemas no urbanos, en muchos casos a una escala global.

5.1.1. Alimentos

El volumen de alimentos que demandan los ecosistemas urbanos se ha incrementado por la subida del número de personas que vive en ellos, pero no por un mayor consumo *per capita* de alimentos. Sin embargo el tipo de alimentos consumido sí ha variado, con una mayor presencia de productos procedentes de la industria agroalimentaria (conservas, aguas minerales, preparados lácteos, etc.) y un mayor consumo de frutas y hortalizas ajenas a la producción tradicional en un país mediterráneo.

El concepto de asentamiento humano está íntimamente relacionado a la agricultura. A pesar de que en el tiempo han seguido caminos separados, la agricultura siempre ha estado presente en los ecosistemas urbanos (Morán, 2010). Desde los tiempos en los que las personas más pobres recurrían a la agricultura urbana para cubrir sus necesidades o para evitar el aislamiento en épocas de guerra (como ocurrió en Gran Bretaña, donde en la II Guerra Mundial se llegó a cubrir el 10% de la provisión de alimentos), hasta la actualidad donde los huertos urbanos surgen como una necesidad de volver a una agricultura cercana y de calidad y cohesionar a las comunidades urbanas, el ecosistema urbano sigue teniendo entre sus servicios de abastecimiento la producción de alimentos.

Aunque no existen datos globales de lo que supone, cada vez en más ciudades van surgiendo iniciativas de cultivo urbano (Imagen 18.2), en solares abandonados, azoteas, terrazas, zonas periurbanas, etc. que aúnan el carácter social de la acción con la conservación de la biodiversidad (experiencias como BAH: Bajo el asfalto está la Huerta; Huertos urbanos de Barcelona, etc.).



Imagen 18.2. Ubicación de huertos urbanos en Madrid (Fuente: La huertita de Tetúan).

A pesar de que es difícil conocer exactamente el volumen de alimentos que absorben los ecosistemas urbanos, si podemos estimar los cambios producidos a partir de la información del consumo de alimentos *per capita* que proporciona el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (antiguo Ministerio de Agricultura). El volumen *per capita* de alimentos consumidos no ha variado mucho en el tiempo, sin embargo el volumen global de alimentos que entra en las ciudades se ha incrementado en relación al aumento de población. Los grandes mercados centrales de alimentos (MERCASA) ubicados en los principales núcleos urbanos gestionan la comercialización de la mayor parte de los alimentos frescos que se consumen en nuestro país.

Sin embargo si se han producido algunos cambios en la composición de la “cesta de la compra” entre 1987 y 2007 (Figura 18.4), lo que tiene una influencia directa en el conjunto de ecosistemas de los que se abastece. Por ejemplo, aunque el consumo de carne es similar, el correspondiente a productos derivados del cerdo se ha incrementado en casi un 50%, compensando la bajada en los otros tipos. En el caso del consumo de pescado, el incremento total de consumo no es tan grande como lo es el incremento que se ha dado en más del 200% del consumo de conservas de pescado. Lo mismo ocurre en los productos lácteos, en el que la bajada del consumo de leche fresca se compensa con un incremento de más del 1.000% del consumo de otros productos lácteos. También en el caso de las bebidas, el consumo de aguas minerales (400%) y zumos (200%) han sufrido un gran incremento.

También es destacable la inclusión en el consumo, de frutas y hortalizas que no son las que se pueden considerar habituales en nuestra dieta y que proceden, bien de otros países o bien de nuevos cultivos introducidos en España. Muy significativo es también el descenso en el consumo de patatas, que ha sido cercano al 50%. Todo este cambio en la composición de los alimentos consumidos provoca un incremento de la huella hídrica y energética asociada a los procesos de producción, lo que inevitablemente genera una presión en otros ecosistemas sobre la provisión no sólo de alimentos sino también de agua y energía.

La producción de alimentos en los ecosistemas urbanos se abandonó desde los inicios del proceso de urbanización en el que se ha desarrollado nuestra sociedad. Sin embargo, en los últimos tiempos, los llamados Huertos urbanos han comenzado a integrarse en el paisaje de la ciudad, al principio como una

forma más relacionada con el ocio, pero poco a poco con un objetivo más relacionado con la producción de alimentos de calidad frente a la preeminencia de los alimentos “industriales”.

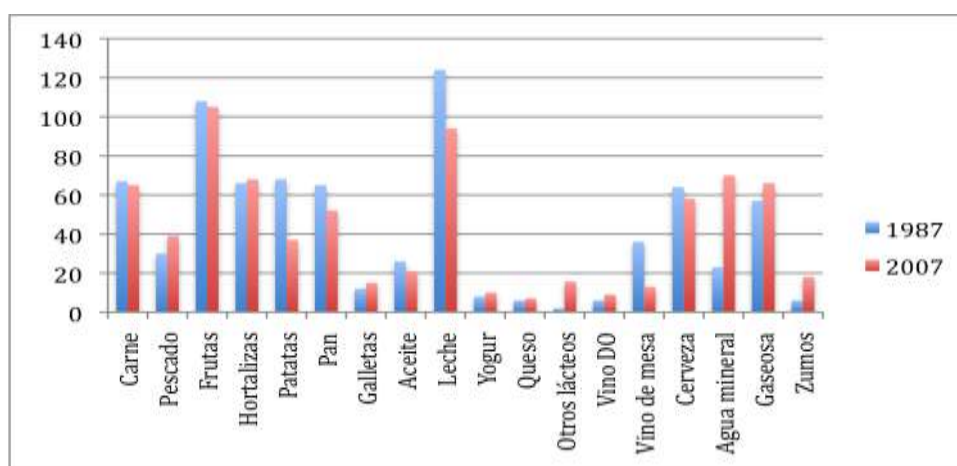


Figura 18.4. Evolución del consumo de alimentos *per capita*. Se contabilizan los Kg. o litros de cada tipo de producto y su evolución en el periodo de tiempo señalado. Aunque se puede apreciar que no ha habido un cambio significativo en volumen total, si se puede ver el cambio en el tipo de alimentos consumidos, con una disminución de productos menos elaborados como el pan, la leche o las patatas y un incremento de otros más elaborados o de carácter industrial, como el agua mineral, los zumos o los derivados lácteos. Fuente: 1987-2007, dos décadas del panel de consumo alimentario. Víctor J. Martín Universidad Complutense. Revista Distribución y Consumo nº 100.

5.1.2. Agua dulce

La evolución del Suministro de agua a las redes de abastecimiento se ha incrementado en los ecosistemas urbanos, así como la producción de aguas residuales que son devueltas a los ríos.

Tras Chipre y Bélgica, España tiene el tercer mayor índice de explotación de agua de Europa (EEA, 2010). Los ecosistemas urbanos por su elevada concentración de población y la elevada huella hídrica de los productos agrarios e industriales que consume, excede con creces su capacidad de suministro de agua. Históricamente las ciudades se han localizado en lugares donde se garantizaba el acceso al agua potable. Sin embargo el proceso de crecimiento disperso de la urbanización, fuera de los límites de los núcleos tradicionales, pone en peligro no sólo la seguridad del suministro, por la ocupación de ecosistemas proveedores de este servicio, sino, de forma más importante, la calidad del agua.

La necesidad de un suministro de agua constante para satisfacer las nuevas demandas de agua en las ciudades ha obligado principalmente a incrementar el número de embalses destinados a este fin (MMA, 2000), a la utilización de las aguas subterráneas (INE, 2010) y en los últimos tiempos a construir plantas desaladoras en las zonas costeras para evitar la escasez en las grandes aglomeraciones de poblaciones litorales (MMARM, 2010).

Entre 1996 y 2008, el suministro de agua a las redes de agua municipal se incrementó en un 25%, con ligeros descensos en los últimos años, habiendo alcanzado su máximo en el año 2004. En el año 2008 se suministraron a las redes de abastecimiento cerca de 5.000 Hm³ de agua de los que 2.500 Hm³ fueron con destino a los hogares (Figura 18.5), procedente tanto de la recogida de aguas superficiales (65%) como subterráneas (32%) de los ecosistemas cercanos. También hay que destacar que en ese mismo año las pérdidas por fugas, roturas y averías fue de 820 Hm³ (un 16,6% del total de agua suministrada). El resto corresponde a los consumos municipales (Figura 18.6) y a los sectores de la industria y comercio.

Este servicio de abastecimiento de agua es fundamental para garantizar la calidad de vida en las ciudades. Sin embargo, un dato interesante que hay que señalar es que según el estudio del OSE

“Sostenibilidad local: Una aproximación urbana y rural”, el consumo de agua por habitante en las capitales de provincia es menor que la media nacional y es en las grandes ciudades donde menor es este valor. Se puede decir que poco a poco la demanda de agua se va estabilizando e incluso disminuyendo, gracias a un incremento en la eficiencia de las redes de suministro y los sistemas de uso, un cambio en los hábitos de la ciudadanía y una mayor reutilización de las aguas usadas en los núcleos urbanos.

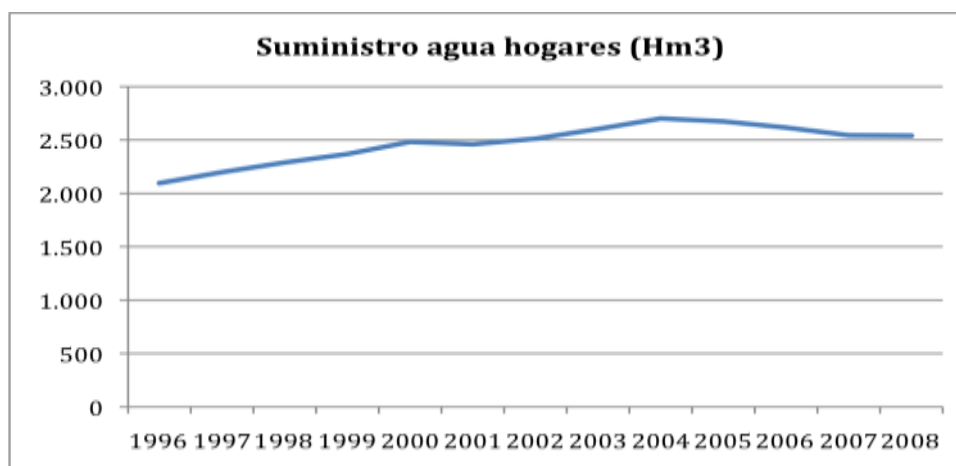


Figura 18.5. Suministro de Agua a los hogares (INE). La tendencia ascendente de los años 90 se ha estabilizado y tiende a disminuir la demanda.

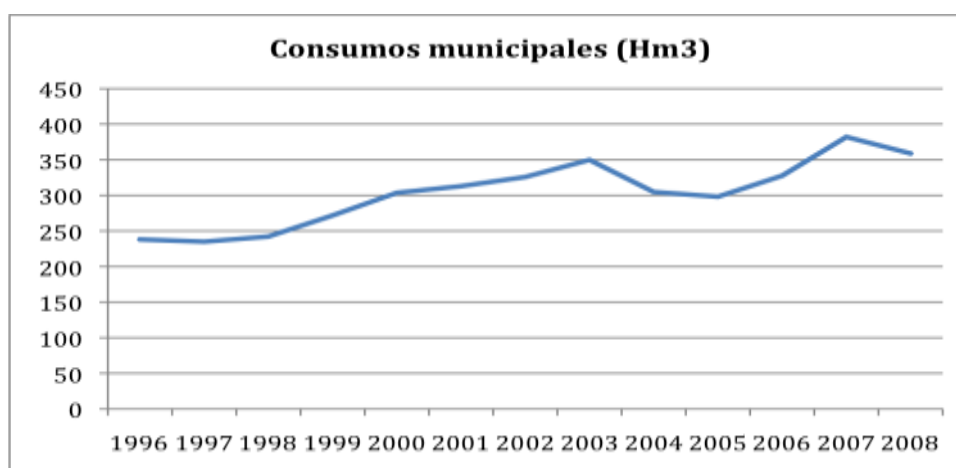


Figura 18.6. Consumos municipales de agua (INE). Aunque se observe un descenso en el último año, esto puede deberse a la crisis actual y no responder a una tendencia real.

El Plan Nacional de reutilización de las aguas promovido por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino en 2010 hace un análisis muy claro de la situación: “Los recursos de carácter superficial se encuentran prácticamente regulados en España, por lo que no se prevé la construcción de un número significativo de nuevas presas. Los recursos subterráneos existentes en los acuíferos tienen, en algunos casos, grados de explotación elevados, produciéndose incluso en algunas cuencas situaciones de insostenibilidad al ser las extracciones muy superiores a los recursos disponibles por la vía convencional. Por ello, en los territorios con balances más frágiles tiene, si cabe, todavía una mayor importancia la utilización de otras fuentes de recursos, como la reutilización de las aguas regeneradas.”

Es en este punto donde se pone de manifiesto el papel de los ecosistemas urbanos en el ciclo hidrológico, ya que la mayoría de las 2.533 EDAR que generan un caudal de 3.375 Hm³ al año de agua depurada están en áreas urbanas (actualmente se reutiliza cerca del 10%). Esto significa que por un lado existe una intensificación de la utilización del agua potable en las ciudades y una alteración de la calidad de las aguas tras su uso y por otro una necesidad de reutilizar esa agua para recargar acuíferos, mantener caudales mínimos de ríos, usos agrícolas, riego de zonas verdes, etc., obligando a dedicar grandes cantidades de recursos a restaurar el ciclo hidrológico. Para garantizar el suministro de agua en las

ciudades es necesario que adopten una visión ecosistémica en la gestión del agua y que el ciclo del agua en el ecosistema urbano tenga en cuenta los distintos usos y las fuentes que se pueden utilizar, incluyendo los cauces de los ríos y su flujo de agua como un elemento fundamental.

En las ciudades, los puntos de agua, además de suministrar este elemento indispensable para la vida, han constituido durante siglos un espacio social por excelencia. Las fuentes, los lavaderos y los abrevaderos han sido lugares importantes de relación y de contacto de sus habitantes. Las nuevas formas de vida han acabado con la justificación funcional de estos lugares, pero no con su valor histórico, testimonial y, en muchos casos, también arquitectónico y ambiental. Estos elementos urbanos, allá donde puedan ser conservados o rescatados, pueden sustentar la presencia efectiva del agua en las ciudades, que se está perdiendo a grandes pasos en sus expresiones más cercanas a las personas.

5.1.3. Materias primas de origen biológico

En el año 2008, el consumo de madera para el proceso de fabricación del papel fue de 6.172.400 m³ de los cuales el 70% era de procedencia nacional y el resto de importación, en la mayor parte de los casos de bosques de eucaliptos y coníferas.

Entre los servicios de Abastecimiento de materias primas de origen biológico, se ha seleccionado un ejemplo, el consumo de pulpa de celulosa para la fabricación del papel, que representa claramente la presión que se ejerce sobre otros ecosistemas y que además puede ser modificada en función del nivel de eficiencia del propio ecosistema urbano. Hay que recordar que el 84% del consumo del papel se debe a su utilización en embalajes, papel de prensa y papel sanitario, cuyo destino principal son las ciudades. Entre el año 2001 y el 2008 se ha incrementado el consumo en un 20% (Figura 18.7), mientras la producción nacional lo ha hecho en un 17%, lo que supone que se está consumiendo cada vez más producto importado y la presión sobre los sistemas locales va siendo menor. Por ejemplo, en el año 2003, el consumo fue de 5.858.000 m³ de los cuales el 77% era de procedencia nacional frente al 70% de 2008.

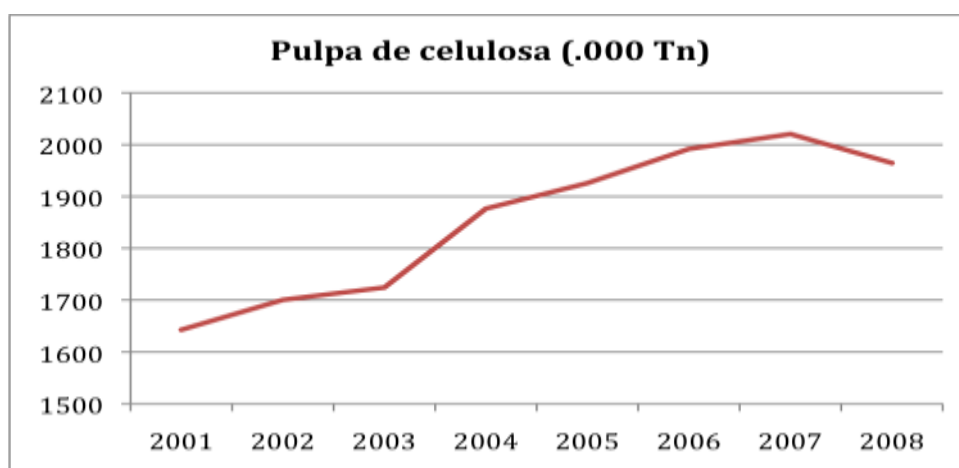


Figura 18.7. Consumo de Pulpa de celulosa en España (ASPAPPEL). El descenso del último año es coyuntural y no responde a una tendencia en el sector papelero.

5.1.4. Materias primas de origen geótico

En la sociedad española se ha estado incrementando constantemente la cantidad de materiales geóticos, tanto importados como de procedencia nacional, necesarios para producir bienes de consumo.

En los indicadores sobre consumo interno, entre el año 2000 y el 2006 la cantidad de materiales que entraron en la economía española (input directo de materiales) para su procesado no ha cesado de

aumentar. Según los datos del INE (Cuentas de flujos de materiales 2000-2006), en el año 2000 se necesitaron 770.105.412 toneladas de materiales, mientras que en 2006 fueron 1.001.743.137 de toneladas, un incremento del 30,08%. Además, si añadimos la cantidad de energía necesaria para la producción de estos bienes de consumo (intensidad energética) que se consumen en los ecosistemas urbanos o la huella hídrica que contienen, veríamos que la utilización de los servicios de abastecimiento de otros ecosistemas es lo que ha mantenido el crecimiento constante de los ecosistemas urbanos.

También en los últimos años, el incremento del número de viviendas y de las infraestructuras de los ecosistemas urbanos ha hecho aumentar la demanda de materiales como el cemento (Figura 18.8), pasando de un consumo de 26 millones de Toneladas hasta cerca de los 50 millones, o de ladrillos que subió desde 17 millones de toneladas en 1980 hasta cerca de 30 millones antes de la crisis económica. Todo este consumo de materiales para la construcción, extraídos directamente afectando al suelo de diferentes ecosistemas, tiene unas graves implicaciones para su futuro, por la destrucción total de sus características en los lugares en los que se produce la explotación.

Aunque se ve claramente el descenso en el consumo de este tipo de materiales en los últimos años, esto puede responder simplemente a la situación de crisis económica en la que nos encontramos, por lo que no se puede establecer claramente si la tendencia será a continuar disminuyendo, a estabilizarse o a seguir creciendo de nuevo. Sería deseable que la demanda y el consumo se redujese al menos a los niveles de finales de los años 90, incrementándose la recuperación y reutilización de los residuos de construcción y demolición en los núcleos urbanos.

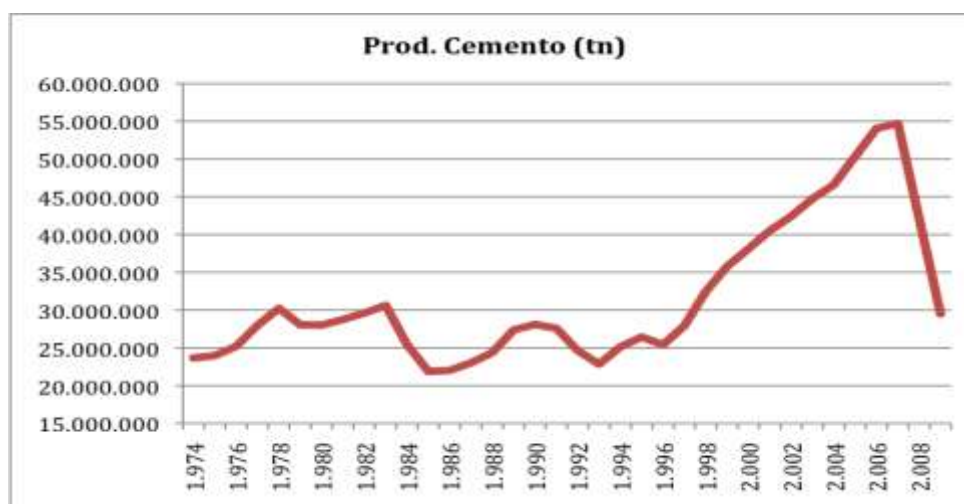


Figura 18.8. Producción de cemento en España (OFICEMEN). La fuerte caída en la que se encuentra el consumo responde a la paralización del sector de la construcción en España y no a un cambio en la tendencia.

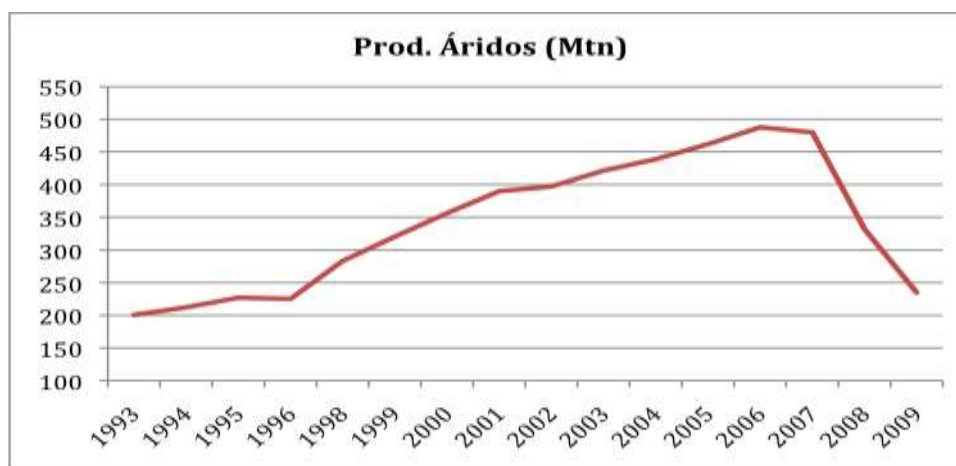


Figura 18.9. Producción de áridos en España (ANEFA).

El proceso de construcción y demolición de edificios, característico de las áreas urbanas, es un sumidero de materia y energía. Como se señala en el capítulo de Impulsores económicos indirectos de cambio: “un edificio convencional de hormigón armado demanda una tonelada de energía y materiales por m² construido”. Al mismo tiempo, su demolición genera una tonelada de residuos de construcción y demolición, la mayor parte de los cuales va a los vertederos, sin ningún proceso de reutilización o reciclaje. Según el II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, que ya cita la dificultad de tener información precisa sobre este aspecto, cerca de 40 millones de toneladas se generan anualmente de las que se estima que sólo un 20% pueden estar reciclándose.

5.1.5. Energía

Sólo en el sector residencial, el consumo energético en los últimos años (1990-2008) se ha incrementado en un 70%. Como indicador de la necesidad de aprovisionamiento del servicio de abastecimiento de energía procedente de otros ecosistemas, hemos utilizado el Consumo de energía del sector residencial y del sector servicios (Figuras 18.10, 18.11 y 18.12). La energía es el elemento en el que se sustenta la vida en los ecosistemas urbanos. Sin la aportación de energía externa, al igual que sin la aportación de alimentos y materias primas, la vida en las ciudades sería imposible. El incremento constante del consumo energético ha supuesto un aumento tanto en la presión sobre los ecosistemas para incrementar las fuentes energéticas (especialmente con el incremento de la aportación de la energía nuclear y las renovables y la sustitución del uso del carbón por otros combustibles importados del exterior), como en el aumento de la producción de contaminantes que requieren de otros ecosistemas para la regulación de la atmósfera, algo que no siempre se consigue.

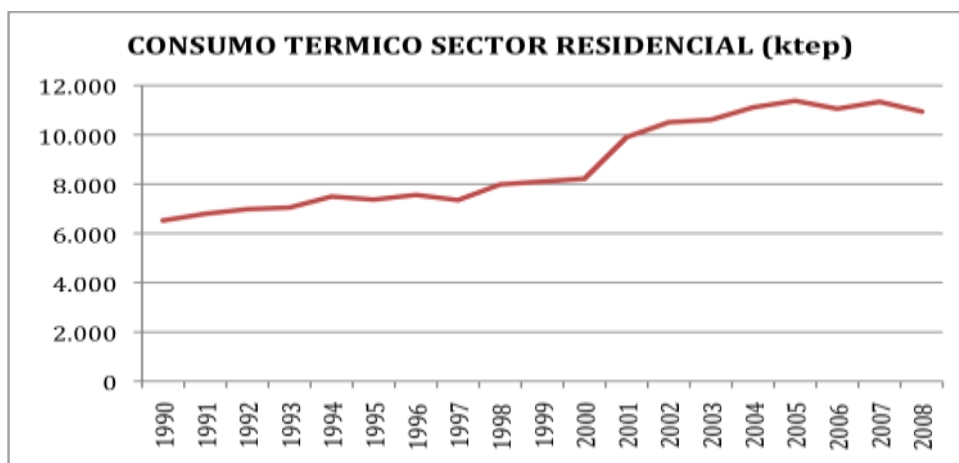


Figura 18.10. Consumo energético del sector residencial en España (Secretaría de Estado de la Energía, 2009)

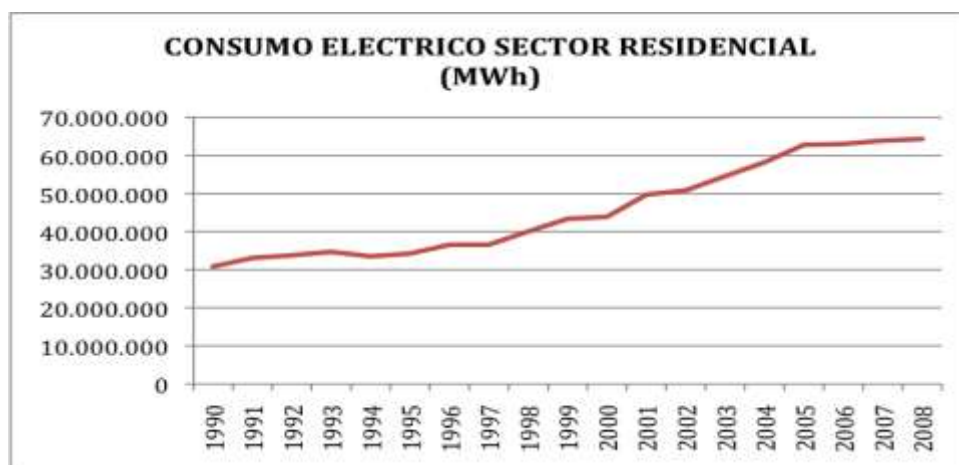


Figura 18.11. Consumo eléctrico del sector residencial en España (Secretaría de Estado de la Energía, 2009)

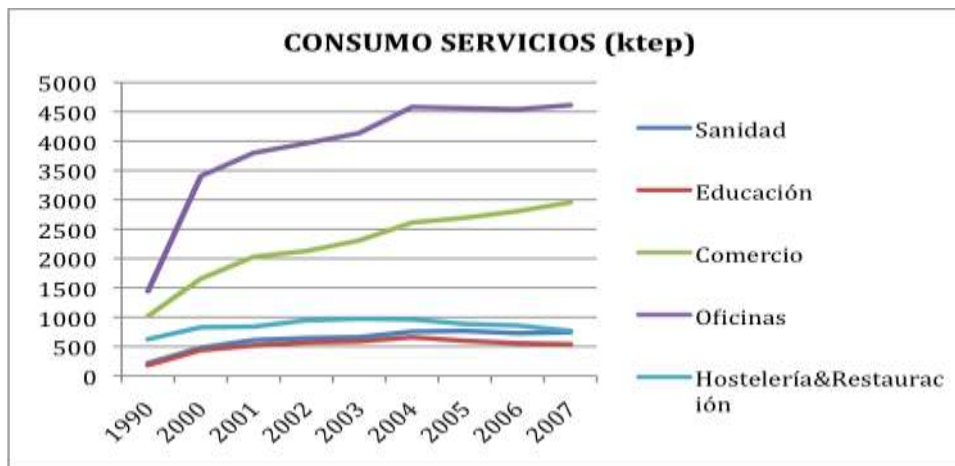


Figura 18.12. Consumo energético del sector de los servicios en España (Secretaría de Estado de la Energía, 2009). El fuerte crecimiento del consumo en el comercio y las oficinas da una idea de la fuerte actividad que se ha producido en las ciudades en los últimos años y de la falta de criterios de eficiencia energética en la prestación de estos servicios económicos

El consumo energético por habitante es un 36% mayor en las zonas urbanas que en las rurales, lo que nos indica que el crecimiento de los ecosistemas urbanos ejerce mayor presión en los ecosistemas que las zonas rurales.

Del análisis de la situación se puede deducir que la tendencia debe ser a la estabilización del consumo energético en los ecosistemas urbanos y a un incremento de la presencia de las energías renovables en el “mix” de producción eléctrica, lo que significa que a pesar de que en aspectos relacionados con las emisiones de gases los ecosistemas urbanos tenderán a disminuir la presión, la demanda de suelo para nuevas instalaciones de energías renovables la aumentarán. La incorporación del uso de energías renovables en los ecosistemas urbanos va incrementándose y la normativa comienza a obligar a incorporar estos sistemas en los nuevos desarrollos urbanos.

En la actualidad la tecnología solar está muy avanzada y cada vez hay más experiencias de instalación de captadores solares en edificios (Imagen 18.3). La propia normativa establecida en el Código técnico de la edificación ya señala la obligatoriedad de la instalación de captadores solares para agua caliente sanitaria.



Imagen 18.3. Paneles solares instalados en Barcelona. (Luis Hernández).

Sin embargo aún estamos lejos de alcanzar la autosuficiencia energética en las áreas urbanas. En el municipio de Vitoria-Gasteiz, designada Capital Verde Europea 2012, y una de las ciudades que más está actuando en los aspectos relacionados con la energía, movilidad, etc, se incluye en su Plan de lucha contra el cambio climático, la necesidad de incrementar las fuentes de energía renovables en la propia ciudad. A pesar de los planes trazados, si se continúa con el ritmo de consumo energético actual, sólo se conseguirá cubrir en el año 2020 el 2% del total. Como veremos más adelante es el otro objetivo trazado en el Plan, incrementar los sumideros de CO₂, con una gestión más integrada del núcleo urbano con los ecosistemas cercanos, el que más influencia puede tener en la concepción del ecosistema urbano.

5.2. Servicios de Regulación

Si consideramos los Servicios de regulación, los ecosistemas urbanos se benefician de la capacidad del resto de ecosistemas para asimilar las presiones que ejerce sobre ellos y mantener así la calidad de vida de sus habitantes. El incremento en el consumo de energía, de agua y de materiales, supone también un incremento en la producción de residuos gaseosos, líquidos y sólidos, que son vertidos a otros ecosistemas para su asimilación. En el momento de diseñar el crecimiento de las áreas urbanas no se ha tenido en cuenta su integración con los ecosistemas cercanos. La complementariedad ecológica de los usos del territorio (Colding, 2007) apuesta por integrar la matriz urbana, con sus diferentes usos incluidas las zonas verdes, con el ecosistema original en el que se asienta, creando un espacio reticular interconectado en el que se mantengan los servicios de regulación originales (climática, hídrica, atmosférica, morfosedimentaria, etc.) conviviendo con el funcionamiento propio del ecosistema urbano. En las zonas ya construidas es necesario volver a diseñar esa capacidad de suministrar los servicios de regulación demandados.

5.2.1. Regulación climática global, local y regional

En los ecosistemas urbanos la vulnerabilidad a los efectos del clima son evidentes. Además de los efectos del incremento del nivel del mar en las ciudades costeras (5 de las 10 ciudades más pobladas están en la costa y cerca del 44% de la población vive en municipios litorales), las olas de calor tienen un impacto elevado en la población, especialmente en menores y ancianos. En 2003 en Europa la ola de calor provocó 70.000 muertes y las estimaciones de la Unión Europea son de que en las regiones del centro y sur de Europa, en el año 2080, el número de muertes anuales estará entre 50.000 y 160.000.



Imagen 18.4. Parque del Retiro de Madrid. El Parque del Retiro en Madrid es un ejemplo de cómo las zonas verdes generan una serie de servicios a la ciudadanía que en los momentos de incremento de las olas de calor se van a convertir en fundamentales.

Además las ciudades actúan como islas de calor incrementando la temperatura en su interior por causa de la edificación, la planificación urbana y la falta de zonas verdes que atemperen la acción solar y favorezcan la evapotranspiración. Por todo ello la regulación climática debe ser uno de los servicios que más importancia pueden tener en el futuro (Imagen 18.4).

Las ciudades son las mayores contribuyentes al proceso de calentamiento global por sus altas emisiones de gases de efecto invernadero, procedentes de los vehículos privados, la demanda energética para climatización, la generación y tratamiento de residuos y la demanda de productos industriales.

En el caso de la energía las emisiones de CO₂ (Figura 18.13) se han incrementado, debido principalmente a las emisiones del transporte (87.003 kt en 2009) y la producción de electricidad (88.965 kt en 2009). Estas emisiones se compensan parcialmente con la fijación del carbono en los ecosistemas. Pero la mayor parte del CO₂ pasa a la atmósfera y es así el principal contribuyente al cambio climático, afectando al resto de ecosistemas y poniendo de relieve su capacidad de asimilación y regulación de las alteraciones meteorológicas que genera (inundaciones, sequías, etc.).

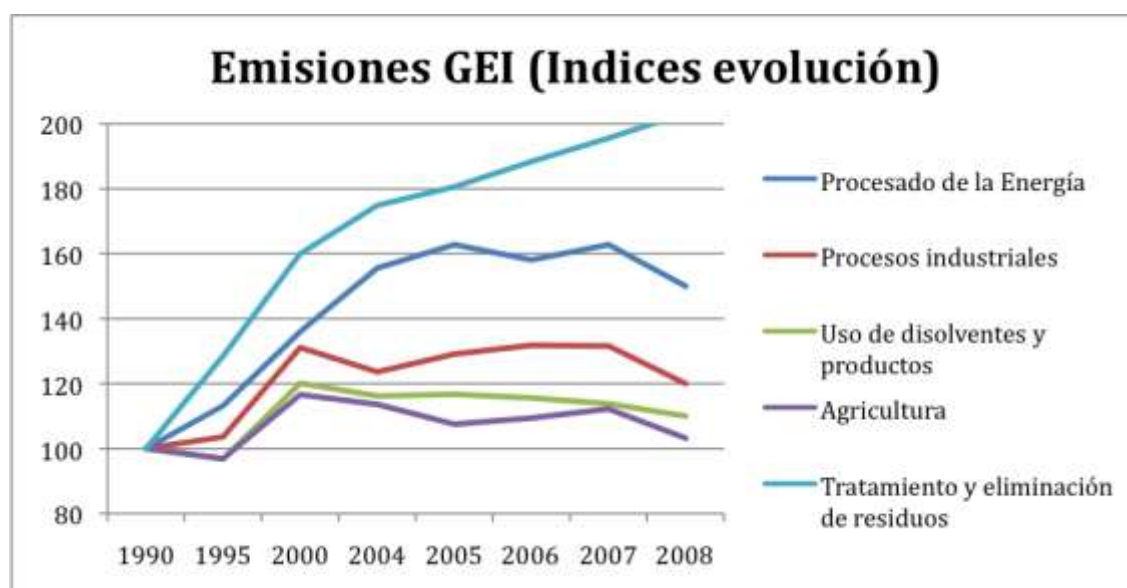


Figura 18.13. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero según su origen (Inventario de Emisiones de gases de efecto invernadero de España. Edición 2010. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino). Como se puede observar, el tratamiento y eliminación de residuos de los ecosistemas urbanos es el único sector en el que aún siguen incrementándose estas emisiones

Los Planes de acción contra el cambio climático que se están elaborando y desarrollando en muchas ciudades están apostando por la necesidad de incrementar los sumideros de carbono a través del incremento de las zonas verdes y una gestión adecuada de las zonas periurbanas favoreciendo la regeneración de bosques, la creación de áreas de cultivo o la creación de áreas de recreo. En el caso de Vitoria-Gasteiz, su Plan de lucha contra el cambio climático establece la posibilidad de que en 2020 el conjunto de zonas verdes, bosques, etc. del municipio sea capaz de fijar el 17% de las emisiones totales del municipio. Además, este tipo de usos en las zonas urbanas y periurbanas, además de combatir los orígenes de estos procesos de alteración del clima, actúan como elementos reguladores de la temperatura, contrarestando el efecto de isla de calor de los centros urbanos.

5.2.2. Regulación de la calidad del aire

La calidad del aire de las ciudades españolas ha empeorado desde el siglo pasado pero con la puesta en marcha de algunas estrategias está cambiando la tendencia.

Las emisiones de otros gases distintos a los causantes del efecto invernadero también generan problemas en los propios ecosistemas urbanos para las especies que lo habitan, incluido el ser humano. La calidad del aire de las ciudades ha empeorado desde finales del siglo pasado y sólo en los últimos años empiezan a solucionarse algunos problemas de contaminantes como el SO_2 , aunque otros como el dióxido de nitrógeno, el ozono o las partículas en suspensión siguen existiendo (Calidad del Aire en las ciudades. Observatorio de la Sostenibilidad en España). Este empeoramiento se debe principalmente al uso del transporte privado en el interior de las ciudades, y no sólo afecta a éstas, sino directamente a los ecosistemas cercanos. En las gráficas (Figura 18.14) se representan en rojo los valores límites de emisión marcados en la Directiva Europea para estos gases acidificantes, eutrofizantes y precursores del ozono que afectan directamente a la salud humana y tienen efectos nocivos sobre los ecosistemas cercanos. Los valores se mantienen aún elevados, superando el techo marcado, aunque en algunos casos como el SOx , la mejora de los últimos años ha hecho que desciendan por debajo de dicho límite.

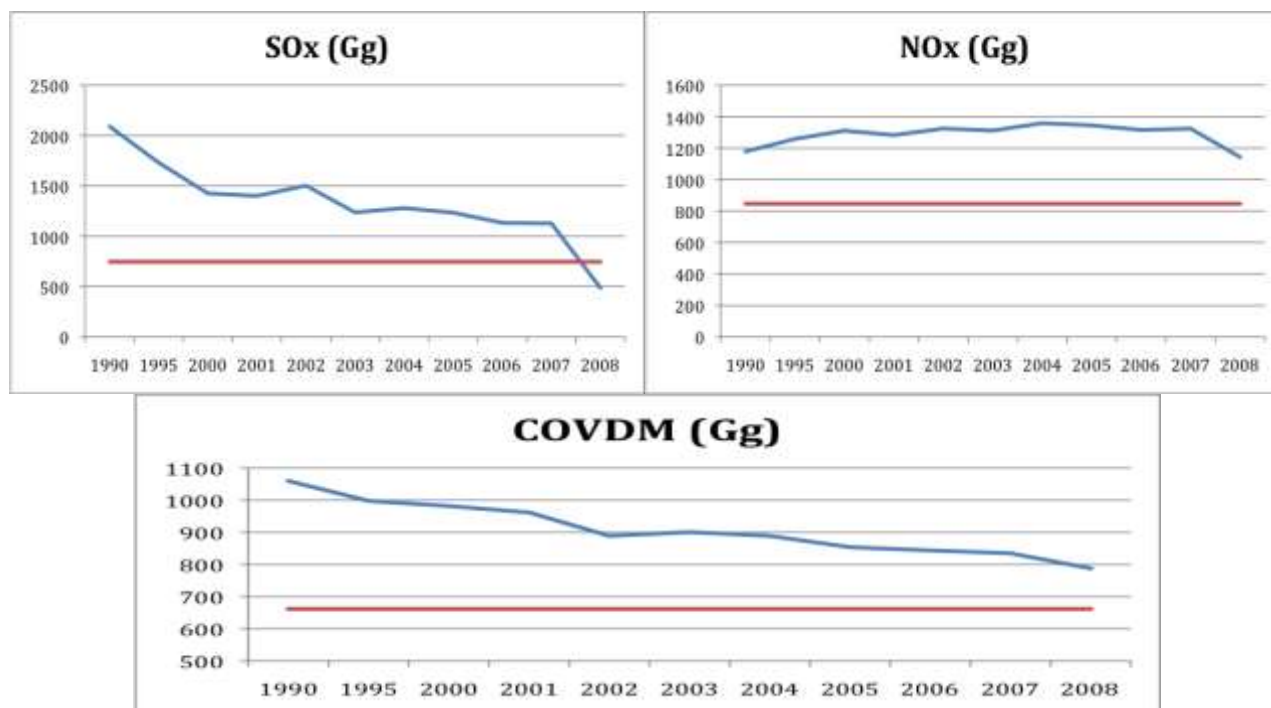


Figura 18.14. Emisiones de gases (SOx , NOx , COVDM) a la atmósfera (Agencia Europea del Medio Ambiente). Salvo en el caso del SOx , las emisiones son aún superiores a los límites marcado en la Directiva europea.

5.2.3. Regulación hídrica y depuración de las aguas

Las aguas tratadas en España aumentaron desde los cerca de 8.000 Hm^3 en 2000 hasta los más de 12.000 Hm^3 en 2008 disminuyendo la presión sobre los ecosistemas acuáticos especialmente los ríos donde se vierten.

Los ecosistemas urbanos, al igual que ocurre con en el uso de la energía, canalizan hacia su interior gran parte del agua que suministran los ecosistemas cercanos. Este proceso de intensificación tiene una influencia directa en el ciclo hidrológico, provocando la canalización y embalsado del agua procedente de los cursos fluviales y acuíferos y alterando la calidad de las aguas tras su utilización. De hecho, canalización, uso, tratamiento y la posterior reutilización o vertido de nuevo a los cauces puede formar parte ya del ciclo hidrológico.

La producción de aguas residuales que acaban en los ecosistemas fluviales o marinos cercanos se ha incrementado en las últimas décadas, presionando sobre la capacidad de autodepuración de dichos ecosistemas (Ver capítulo de Ríos y Riberas). Aunque no existen datos específicos sobre el volumen total de aguas residuales en las ciudades españolas, podemos deducir que el incremento ha sido general para las distintas tipologías de núcleos urbanos.

Un dato interesante a tener en cuenta es que el tratamiento y depuración de estas aguas residuales, que los ecosistemas no serían capaces de depurar de forma natural por su volumen y composición, suponen un coste anual de 1.400 millones de euros, según el informe “Precios y Costes de los servicios de Agua en España” (Ministerio de Medio Ambiente, 2007) al que se deben sumar las inversiones realizadas para crear las redes de recogida y las plantas de depuración.

5.2.4. Formación y fertilidad del suelo

La artificialización de los suelos ligada al crecimiento de las áreas urbanas ha supuesto hasta el momento una degradación total de sus características edafológicas. Su sellado y compactación altera su funcionalidad y en aspectos como el filtrado o purificación del agua, su acumulación tras lluvias intensas o su fertilidad, los servicios que puede proporcionar en los ecosistemas urbanos van a ser de gran importancia en el futuro.

Además de la presión que la construcción o el asfaltado ejerce sobre el suelo de forma directa en las áreas urbanas, la generación de residuos y su depósito en los vertederos impacta de forma directa sobre muchas áreas periurbanas, ocupando suelo y contaminándolo de las sustancias generadas en la lixiviación de los residuos.

Al igual que ocurre con la energía y el agua, la concentración e intensificación de los flujos de materiales en los ecosistemas urbanos dificulta el proceso de desecho, generando grandes cantidades de residuos sólidos difíciles de gestionar (la mayor parte acaban en los vertederos 59% o son incinerados 9%).

La presión sobre el resto de ecosistemas se ejerce tanto por la búsqueda de lugares para la instalación de los vertederos como por las emisiones de gases a la atmósfera procedentes de la incineración o por la formación de metano. De hecho es este sector del Tratamiento y eliminación de residuos el que sigue creciendo en sus emisiones de GEI como se observa en la figura 18.13.

Desde 1990 la producción de residuos se ha duplicado en España (Figura 18.15) y las fracciones como el papel, plástico o los residuos de construcción y demolición superan este porcentaje. Sin embargo en los últimos años se nota una tendencia a la baja y un incremento de la recogida selectiva, lo que permite predecir que la generación de estos residuos urbanos decrecerá.

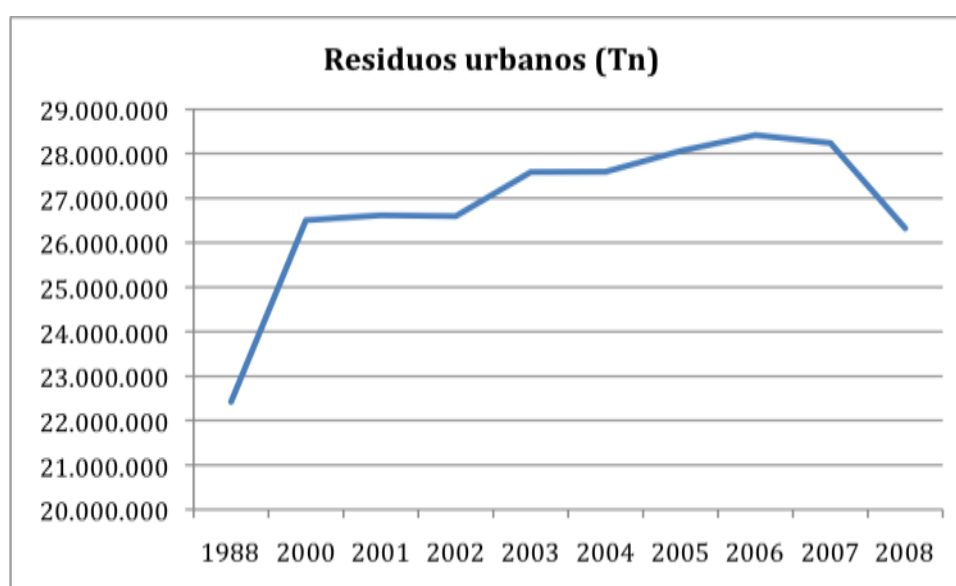


Figura 18.15. Recogida de residuos urbanos (INE). Se observa una tendencia a la disminución de la generación de residuos que coincide con un incremento de la recogida selectiva

Una fracción de los residuos urbanos recogidos es transformada en compost, cerca de 8 millones de toneladas, lo que supondría cerca de un tercio del volumen total recogido (MARM, 2010). Este volumen es susceptible de ser utilizado de nuevo para cerrar el ciclo de la materia orgánica fertilizando el suelo en cultivos, zonas verdes o reforestaciones. En un nuevo modelo de complementariedad ecológica de los usos del territorio como ya se ha comentado, este proceso de aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos es fundamental para regular los efectos del ecosistema urbano sobre el suelo.

5.2.5. Regulación de las perturbaciones naturales

La presión sobre los ecosistemas cercanos a los núcleos urbanos ha disminuido su capacidad de regulación de fenómenos naturales como las crecidas de los ríos.

Los expedientes por inundaciones tramitados según el Consorcio de Compensación de Seguros (Figura 18.16), se han ido incrementando hasta una cifra de 32.670 en 2008. Si consideramos los Servicios de regulación que prestan los ecosistemas, como la amortiguación de perturbaciones, la presión que los ecosistemas urbanos han generado sobre los ecosistemas cercanos ha provocado un incremento de las inundaciones, ligado al crecimiento del modelo de ciudad dispersa en el que no se ha tenido en cuenta la conservación de las características naturales del territorio en el que se asientan. Estas inundaciones en la mayoría de los casos relacionadas con entornos urbanos supusieron el pago de una cuantía de 3.886.141.957 euros por pérdida de bienes y de 3.885.987 euros por víctimas humanas. (Estadística Riesgos Extraordinarios. Serie 1971-2008. Consorcio de Compensación de Seguros)

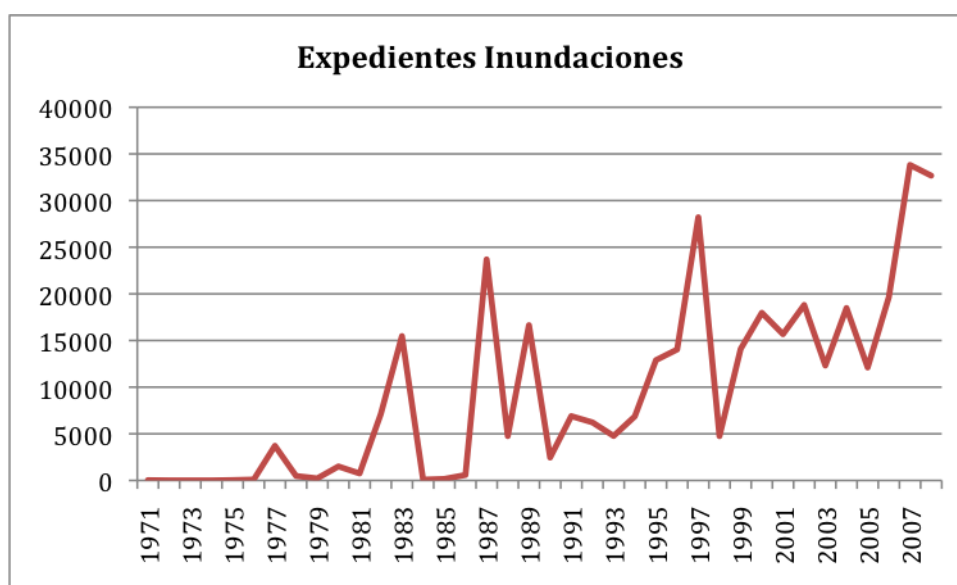


Figura 18.16. Expedientes por inundaciones (Consorcio de Compensación de Seguros)

5.2.6. Control biológico / Polinización

El mantenimiento de los ecosistemas existentes o la creación de zonas verdes no se ha tenido en cuenta en los procesos de planificación urbana, disminuyendo así la posibilidad de incorporar a los ecosistemas urbanos los servicios que proporcionan (Regulación climática, control biológico, polinización, disfrute estético, actividades recreativas).

Según los datos proporcionados por Corine Land Cover 1990, 2000 y 2006, entre 1990 y 2000 el incremento de las superficies de Zona verde fue del 1,9%, mientras se mantuvo estable entre 2000 y 2006, alcanzando una superficie total de cerca de 10.000 Has. Las Zonas verdes en los ecosistemas urbanos son el elemento central en el análisis de los Servicios de los Ecosistemas que se hace en muchos de los informes que sobre este tema se han elaborado y se han analizado en numerosos estudios

sus efectos sobre el bienestar humano (Barthel *et al*, 2010; MA, 2005). Sin embargo, en el caso de España, las áreas verdes no han sido en la mayoría de los núcleos urbanos una parte crucial en la planificación y el desarrollo. Mientras, como ya se ha comentado anteriormente, el crecimiento de otras superficies urbanas y de las redes de comunicación ha sido mucho mayor. La Organización Mundial de la Salud recomienda que la superficie de zona verde por habitante esté entre los 10 y los 15 m² por persona y según el informe del OSE sobre Sostenibilidad Urbana y Local, sólo 15 capitales de provincia en España están en ese margen, siendo en el resto inferiores.

Las zonas verdes, los huertos urbanos, las áreas recreativas, los jardines de los edificios, etc. son fundamentales para mantener la biodiversidad de los ecosistemas urbanos y los servicios que proporcionan (polinización, control biológico, regulación climática, etc.). No existen estudios en España que analicen ni la situación de estos tipos de uso del suelo en el ecosistema urbano ni la capacidad de generar estos servicios que poseen (Orive, A, 2010 en Cambio Global en España 2020-2050).

5.3. Servicios Culturales

En cuanto a los Servicios culturales que hemos considerado en los Ecosistemas urbanos, al igual que en los otros servicios hemos considerado en algunos casos la dualidad entre la provisión de esta tipología en los ecosistemas urbanos y el consumo de los generados en el resto de ecosistemas no urbanos.

5.3.1. Conocimiento científico

Las ciudades son en estos momentos uno de los territorios que más interés científico y técnico están despertando y su importancia se pone de relieve por la cantidad de congresos y jornadas que sobre el tema se celebran. Aunque la ecología se mantuvo durante mucho tiempo al margen de la investigación en las áreas urbanas la ecología urbana es en la actualidad un campo científico en crecimiento.

En octubre de 2010 se celebró la Cumbre de la Diversidad Biológica de la Ciudad simultáneamente con la 10ª Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Esto supone un hecho relevante por la importancia que supone mantener el recorrido de los últimos años de incorporar a las ciudades en la conservación de la biodiversidad y porque en la declaración resultante, continuación de las de Curitiba y Bonn, los dirigentes y mandatarios de las ciudades reconocen la necesidad de seguir investigando en la materia y resaltan la importancia de las redes de investigación que ya están incorporando sus reflexiones a la gestión de las ciudades: TEEB (Economía de los ecosistemas y la biodiversidad), URBIO (Urban Biodiversity & Design. Red internacional para la educación y la investigación aplicada) o los trabajos de la UNESCO.

En España desde finales del siglo XX han ido surgiendo diferentes Observatorios de sostenibilidad municipales (Vitoria-Gasteiz, Donostia, Málaga, Albacete, etc.), provinciales y regionales que además de las acciones de carácter técnico e informativo, están sirviendo como plataformas para la investigación en ecología urbana.

5.3.2. Identidad cultural y sentido de pertenencia

El crecimiento de las migraciones de población a las ciudades por los servicios sociales, culturales y económicos que ofrece ha sido elemento común en nuestro país en las últimas décadas. El atractivo de las ciudades para el ser humano es indiscutible (Figura 18.17). La población cada vez mantiene un sentimiento mayor de pertenencia al medio urbano y demanda los servicios que se ofrecen en las ciudades de forma accesible para todas las personas. Sanidad, educación, servicios sociales, actividades comerciales y de servicios, cultura, tecnología, ciencia, etc..., son los elementos que se buscan en la ciudad. Aunque el estado de estos servicios no es objeto de este trabajo, si creemos que es necesario remarcar que esas migraciones a la ciudad responden a la necesidad y el deseo de acceder a estos servicios ubicados en los núcleos urbanos, lo cuál supone que si no se toma en consideración este

proceso, el despoblamiento o la presión sobre los núcleos rurales afectará al conjunto de ecosistemas españoles.

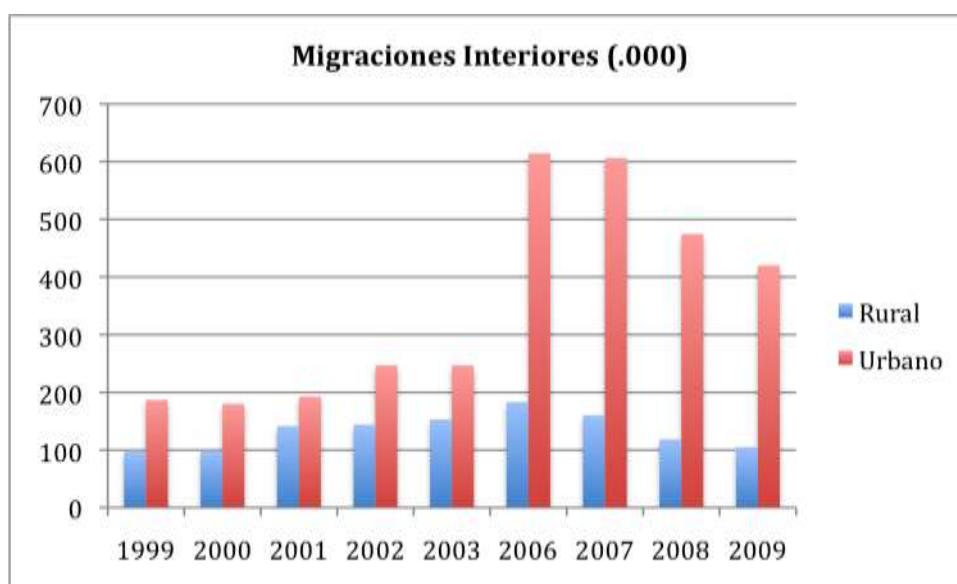


Figura 18.17. Migraciones interiores en España según destino, del medio rural al urbano y del urbano al rural (INE, 2010). Aunque van disminuyendo en los últimos años las migraciones al medio urbano desde el medio rural, principalmente por el despoblamiento que ya existe en él, el atractivo de las ciudades para el ser humano sigue siendo importante.

5.3.3. Paisaje disfrute estético / Actividades recreativas

La demanda de naturaleza, entendida como la necesidad de entrar en contacto con sus valores estéticos y psicológicos, no ha sido cubierta por el diseño de zonas verdes, jardines, etc. en las ciudades, generando un incremento del consumo de este servicio en los ecosistemas cercanos a la ciudad, principalmente en las áreas declaradas como espacios naturales protegidos.

El crecimiento urbano disperso basado en las viviendas unifamiliares ha tenido tradicionalmente como uno de sus argumentos de promoción el acercamiento a la naturaleza, basado en el modelo de asentamiento urbano anglosajón. Este concepto de cercanía a la naturaleza da una idea de la importancia que para el ser humano, y especialmente urbano, tiene el poder disfrutar de las ventajas y los beneficios que, reales o imaginados, proporciona para el bienestar humano.

Como dice José Fariñas: “La naturaleza está presente en las ciudades a lo largo de toda su historia, principalmente a través de jardines, huertos, o como fondo escénico. Pero también en otras formas: terremotos, riadas, frío, calor. En la Edad Media, los espacios agrícolas circundantes eran imprescindibles para el abastecimiento de la población urbana. Es en el barroco, donde alcanzan su máximo esplendor los paseos arbolados con claros fines escenográficos y las grandes áreas ajardinadas. Durante el siglo XIX nace el concepto de parque público, y es Joseph Paxton el que proyecta un “parque público de la comunidad” de 50 Ha, en 1843. En la actualidad las reservas de zonas verdes urbanas están reguladas y son cesiones obligatorias en cualquier nuevo desarrollo residencial” (Fariñas, 2000).

Sin embargo la presencia de “naturaleza” en la ciudad se ha demostrado que no ha sido suficiente para sus habitantes como demuestra la demanda de este tipo de servicio cultural del resto de ecosistemas.

La mayor parte de las más de 25 millones de visitas que se realizan a los Espacios Naturales Protegidos en España proviene de los habitantes de los núcleos urbanos. Estas visitas se concentran en aquellos espacios más emblemáticos, principalmente algunos Parques Nacionales y en los que están más ligados a las zonas urbanas, que soportan una fuerte presión por la afluencia de visitantes. Los Parques

Naturales de la Comunidad de Madrid, como el de la Cuenca Alta del Manzanares o el de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara, con más de 350.000 visitantes anuales registrados; los de la provincia de Barcelona con más de 1 millón de visitantes o simplemente el de la Montaña de Montserrat con más de 2 millones, dan una idea de la presión que se ejerce sobre estos territorios ligados a las grandes urbes. También generan una serie de beneficios económicos a los habitantes de esos entornos, en la mayor parte núcleos rurales que gracias a los ingresos obtenidos toman conciencia de la necesidad de conservar el territorio.

5.3.4. Educación ambiental

La realización de Programas de Educación ambiental en las ciudades es un servicio cultural que ha ido creciendo en consonancia con la concienciación de la población sobre los problemas ambientales y la necesidad de acercar al individuo a la naturaleza.

En un estudio realizado por el Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid (García Ventura, 2009) se analizaron los Programas de Educación Ambiental de los municipios de más de 25.000 habitantes. En ese estudio (Figura 18.18) se señalaba que la temática más abundante de los Programas de Educación Ambiental está centrada en aspectos relacionados con la biodiversidad, seguidos por los que se refieren más específicamente a las presiones que los ecosistemas urbanos ejercen sobre el resto.

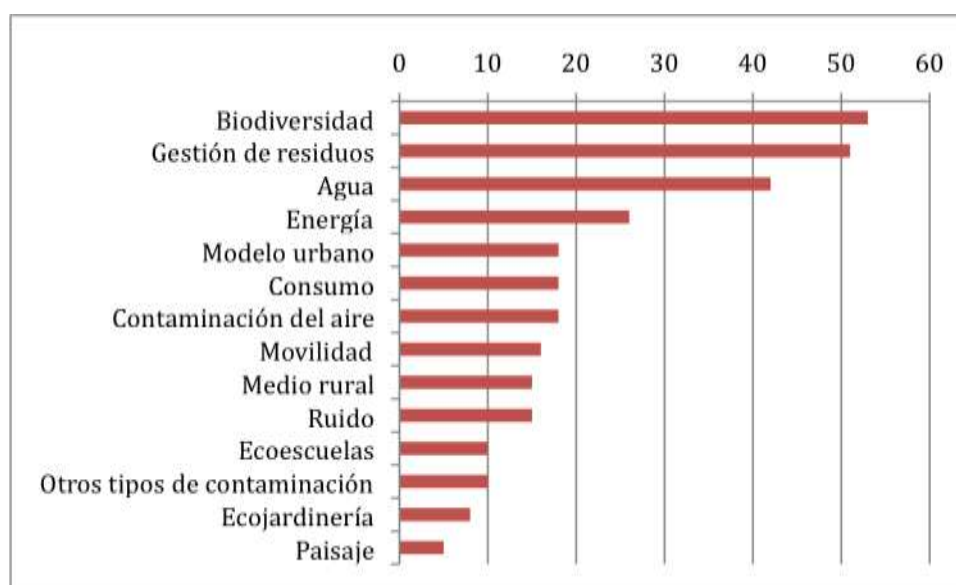


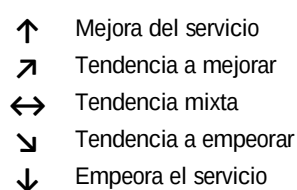
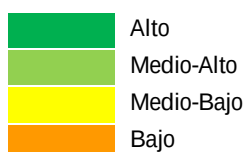
Figura 18.18. Número de municipios que incluyen cada temática entre sus Programas de Educación ambiental

5.4. Tendencias Generales

Para evaluar el estado general de los servicios en los ecosistemas urbanos se ha tenido en cuenta su doble faceta como consumidor de servicios producidos en otros ecosistemas y como generador de sus propios servicios. Por ello hemos dividido el análisis de las tendencias generales en dos tablas diferentes (Tablas 18.6 y 18.7). En la primera tabla se han analizado las tendencias de los servicios generados en los ecosistemas urbanos y en la segunda las de los servicios consumidos en los ecosistemas urbanos. En el caso de la provisión de servicios de los ecosistemas urbanos se han plasmado en la tabla dos situaciones diferentes, en la primera columna se detalla la evolución que han tenido en los últimos 50 años estos servicios y en la segunda cuál es la tendencia actual. Al contrario del análisis en el resto de ecosistemas, en los urbanos se ha considerado necesario realizar esta distinción por el intenso proceso de cambio al que se están sometiendo los ecosistemas urbanos en los últimos años.

Tabla 18.6. Evaluación global del estado de los servicios de los ecosistemas urbanos españoles. El sentido de las flechas indica la mejora (hacia arriba) o empeoramiento (hacia abajo) del servicio, o una tendencia mixta ($\pm$), es decir el servicio sufre empeoramientos o mejoras a lo largo del estudio.

Tipo	Servicio	Ejemplos	Provisión en los últimos 50 años	Provisión actual
Abastecimiento	Alimentos	Agricultura urbana y periurbana	↓	↗
	Agua dulce	Agua para el abastecimiento urbano	↔	↗
	Materias primas de origen biótico	Pulpa de celulosa	↔	↗
		Madera	↔	↗
	Materias primas de origen geótico	Cemento	↘	↔
		Áridos	↘	↔
	Energía	Energía procedente de renovables	↘	↗
Regulación	Regulación climática global, local y regional	Almacenamiento de carbono	↓	↑
	Regulación de la calidad del aire	Aire limpio y no contaminado	↓	↔
	Regulación hídrica y depuración del agua	Captación y Tratamiento de aguas	↓	↗
	Regulación morfosedimentaria.	Control de la erosión	↓	↔
	Formación y fertilidad del suelo	Utilización del compostaje como fertilizante	↓	↗
	Regulación de las perturbaciones naturales	Mitigación de inundaciones	↓	↔
Culturales	Conocimiento científico	Investigación en ecología urbana	↔	↑
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Identidad urbana	↑	↑
	Paisaje - Servicio estético	Visitas áreas verdes o zonas protegidas dentro de los ecosistemas urbanos	↓	↔
	Actividades recreativas	Actividades de ocio en los espacios naturales urbanos	↓	↔
	Educación ambiental	Programas de Educación Ambiental	↑	↑



En un espacio temporal de 50 años, como el que se utiliza en este análisis, la demanda de los servicios de abastecimiento procedentes de otros ecosistemas se ha incrementado conforme las migraciones de personas, el modelo de asentamiento de la población, el estilo de vida, las actividades y los modos de transportarse se modificaban.

Tabla 18.7. La ciudad como consumidora de servicios.

Tipo	Servicio	Impacto en el servicio	Consumo
Abastecimiento	Alimentos	Agricultura urbana y periurbana	↑
	Agua dulce	Agua para el abastecimiento urbano	↑
	Materias primas de origen biótico	Pulpa de celulosa	↑
		Madera	↑
	Materias primas de origen geótico	Cemento	↑
		Áridos	↑
	Energía	Energía del sector residencial	↑
		Energía del sector servicios	↑
	Acervo genético	-----	
Regulación	Regulación climática global, local y regional	Emisiones de CO ₂	↑
		Superficie de zonas verdes	↔
	Regulación de la calidad del aire	Emisiones de gases acidificantes y eutrofizantes	↑
	Regulación hídrica y depuración del agua	Captación y tratamiento de aguas	↑
	Regulación morfosedimentaria.	-----	
	Formación y fertilidad del suelo	Producción de residuos sólidos urbanos	↔
Culturales	Regulación de las perturbaciones naturales	Inundaciones	↔
	Conocimiento científico	Investigación en ecología urbana	↑
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Migraciones urbanas	↑
	Paisaje - Servicio estético	Visitantes a Espacios Naturales Protegidos en entornos cercanos a núcleos urbanos	↑
	Actividades recreativas	-----	↑
	Educación ambiental	Programas de Educación Ambiental	↑

	Alto
	Medio-Alto
	Medio-Bajo
	Bajo

↑	Mejora del servicio
↗	Tendencia a mejorar
↔	Tendencia mixta
↘	Tendencia a empeorar
↓	Empeora el servicio

El crecimiento de los ecosistemas urbanos ha estado demandando sin freno cantidades ingentes de materia y energía sin tener en cuenta ni la propia capacidad de generarla, ni los impactos que estaba produciendo en los ecosistemas de los que se abastecía. Es más, el propio modelo de crecimiento, en el que no se han tenido en cuenta aspectos como la potencialidad del suelo para generar materias primas de origen biológico o alimento, ni el ciclo hidrológico para garantizar el suministro y la calidad de las aguas, ni los ciclos biogeoquímicos para evitar el impacto de los contaminantes atmosféricos, ha disminuido la resiliencia de los ecosistemas urbanos y los ha convertido en más vulnerables a los efectos de factores como el cambio climático y las perturbaciones asociadas a él.

Esta tendencia está empezando a cambiar en los últimos años y, como hemos visto en capítulos anteriores, cada vez hay más experiencias en áreas urbanas que tratan de recuperar la capacidad de generar estos servicios de abastecimiento en los propios ecosistemas urbanos.

La situación de los servicios de regulación es consecuencia directa de lo ya relatado para los servicios de abastecimiento. El modelo de crecimiento de las áreas urbanas, sin adoptar una visión ecosistémica, ha derivado en una incapacidad de regular las perturbaciones que se estaban provocando en dicho proceso. El incremento de las emisiones de CO₂ y de gases acidificantes y eutrofizantes, los contaminantes y nutrientes que pasan al suelo, los cursos de agua y los acuíferos, las alteraciones de las características morfológicas del territorio, etc., han resultado imposibles de asimilar y han impactado directamente sobre el resto de ecosistemas, demandando los servicios de regulación que el ecosistema urbano es incapaz de generar.

El incremento de zonas verdes, la integración del diseño urbano con los ecosistemas cercanos y con las características del propio ecosistema sobre el que se han desarrollado las áreas urbanas, así como el mantenimiento de la complementariedad de los usos de territorio son necesarios para garantizar los servicios de regulación de los ecosistemas urbanos (Colding, 2007).

Por último, son los servicios culturales en los ecosistemas urbanos los que más han crecido. Cada vez más personas migran a las ciudades por el atractivo que presentan para el bienestar humano. Las actividades de educación ambiental se incrementan continuamente en las áreas urbanas, así como la utilización de los espacios naturales protegidos cercanos a los núcleos urbanos. La ecología urbana es una disciplina en continuo crecimiento y las diferentes iniciativas a nivel internacional que tienen como objeto de estudio estos ecosistemas así lo demuestran (cabe citar aquí la reciente Cumbre de la Diversidad Biológica de la Ciudad celebrada simultáneamente con la 10ª Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica).

Sin embargo, también la demanda de los servicios culturales de otros ecosistemas por parte de los habitantes de las ciudades está creciendo, hasta tal punto que en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España se ha definido una tipología específica de estos servicios definiéndolos como servicios culturales urbanos frente a los servicios culturales tradicionales (EME, Resumen ejecutivo)

Al analizar el estado de los Servicios en los Ecosistemas urbanos hay que señalar que en el momento actual nos encontramos en una coyuntura en la que la mayor parte de las demandas de materias, agua, energía, etc. y la generación de residuos, están disminuyendo con motivo de la situación de crisis económica que ha afectado a los niveles de consumo de la población. También se han puesto en marcha medidas de eficiencia en la gestión de estos recursos que permiten ser optimistas sobre la posibilidad de que la presión sobre el resto de ecosistemas se estabilice. Al mismo tiempo, gracias al incremento del conocimiento de la ecología urbana y a las demandas de la sociedad, cada vez hay una mayor capacidad para cambiar el modelo de gestión de las áreas urbanas incorporando la visión ecosistémica y las iniciativas en este sentido se van extendiendo por nuestro territorio.

Esto puede ser una situación coyuntural, por lo que es necesario continuar analizando estas tendencias para poder evaluar realmente su impacto futuro sobre el ecosistema urbano y el resto de ecosistemas.

6. Impulsores directos del cambio de los ecosistemas urbanos

En la Tabla 18.8 se muestran la importancia y la tendencia de los impulsores directos de cambio más importantes de los ecosistemas urbanos.

Tabla 18.8. Impulsores de cambio directo para ecosistemas urbanos españoles. La gama de colores indica la intensidad del impulsor en la alteración de los servicios que proporcionan y la flecha indican la tendencia actual que siguen los impulsores.

ECOSISTEMA	Cambios de usos de suelo	Cambio climático	Insumos externos	Especies invasoras	Otros
Urbanos	↑	↗	↑	-----	

Intensidad de los impulsores directos del cambio

Bajo	
Moderado	
Alto	
Muy alto	

Tendencias actuales de los impulsores directos del cambio

Disminuye el impacto	
Continúa el impacto	
Aumenta el impacto	
Aumenta muy rápido el impacto	

En el análisis sobre los impulsores directos del cambio y siguiendo con el enfoque dado, hemos considerado qué aspectos, de los incluidos en EME, están en la base de los cambios producidos en los ecosistemas urbanos y que a su vez incrementan o reducen la presión sobre el resto de ecosistemas.

El cambio en los usos del suelo es el elemento que más ha influido en la transformación de los ecosistemas urbanos hacia modelos que ejercen mayor presión en el entorno, principalmente por el proceso de dispersión de las viviendas y de todas las infraestructuras que le acompañan (carreteras, centros comerciales, polígonos, etc.), y en sus propios habitantes. El incremento del transporte, el consumo de energía, materias primas y en muchos casos también de agua, se relaciona directamente con este cambio en el uso del suelo. Ligado a este cambio en la forma de ocupación del suelo, y en muchos casos se podría decir que en sus orígenes, está el incremento de la contaminación de los centros urbanos y la degradación que sufrieron y que obligó a muchas personas a buscar nuevos lugares para vivir en las cercanías de las ciudades, en unos desarrollos urbanos en los que se ofrecía una mayor proximidad a la naturaleza, pero que al final se convirtió en una forma de transformar y degradar los ecosistemas más cercanos. Esto provocó que la contaminación se fuera extendiendo y el proceso afectara a zonas más amplias de las ciudades. Sólo en los últimos años es cuando se está empezando a poner freno al proceso.

En relación al Cambio climático como impulsor de las transformaciones en los Ecosistemas urbanos, aunque no ha sido considerado hasta hace poco tiempo como un elemento importante, cada vez surgen más iniciativas tendentes a incorporarlo en la planificación urbana. Por ejemplo, la Diputación de Barcelona en su Catálogo de propuestas para la Mitigación y adaptación local al cambio climático ya plantea la necesidad de considerar aspectos como:

1. Modificación de las zonas inundables por cambios en el régimen de lluvias.
2. Redimensionamiento de las redes de aguas pluviales.
3. Diseño de las redes de aguas residuales en previsión del incremento del nivel de la capa freática.
4. Rediseño de las infraestructuras subterráneas de comunicaciones y servicios con vistas al incremento del nivel de la capa freática.
5. Restricciones de la edificabilidad en zonas donde el nivel de la capa freática pueda llegar a ser muy superficial.

6. Previsiones sobre los efectos que puede tener el cambio climático en el trazado y mantenimiento de calles, carreteras e infraestructuras de transporte.
7. Previsión del suministro del agua necesaria para los nuevos desarrollos, no sólo por la escasez del recurso, sino también por su pérdida de calidad.

7. Análisis de compromisos (*trade-offs*) y sinergias

En los ecosistemas urbanos, la planificación de su crecimiento se ha realizado, como se ha explicado anteriormente, sin tener en cuenta su propia capacidad de generar servicios para la sociedad y ha obligado en muchas ocasiones a intervenciones posteriores. La intensificación de los ciclos de materia, agua y energía que se canaliza hacia los ecosistemas urbanos ha obligado a dedicar ingentes recursos humanos y económicos para evitar el impacto sobre los ecosistemas cercanos y la población urbana, en muchas ocasiones con escasos resultados (Tabla 18.9).

Por ejemplo, la alteración de los cauces fluviales en el interior de las ciudades sin respetar las zonas inundables ni la vegetación de ribera que actuaba como freno a las crecidas, ha derivado en la mayoría de las ciudades en la canalización de los cauces, acelerando el flujo de agua hacia el curso inferior y destruyendo el conjunto de servicios que esas masas de vegetación aportaban para el bienestar humano (protección climática, control de plagas, etc.).

El modelo de movilidad urbana que se ha potenciado con el objetivo de incrementar la actividad económica en los núcleos urbanos ha derivado en una alteración de la calidad del aire que ejerce daños en la salud de los habitantes de la ciudad. En ese modelo de movilidad se han sacrificado los espacios públicos, las zonas verdes, y con ello toda la capacidad que pueden tener en la asimilación de los contaminantes atmosféricos, el ruido y la disminución del estrés de las personas, mediante los servicios de regulación y culturales que aportan.

La expansión de la ciudad fuera de los límites tradicionales del área urbana, con el argumento de ofrecer un tipo de vida sin estrés y más cercano a la naturaleza, ha destruido los ecosistemas cercanos y con ello los servicios que generaban a la ciudad cercana. Además el proceso de destrucción compromete la conectividad entre los ecosistemas y aísla completamente las zonas verdes del interior de las ciudades de los ecosistemas cercanos. La población local de estas ciudades son las que han sufrido el problema, tanto por el incremento de la movilidad con todo lo que ello supone como por la pérdida de los servicios de regulación que la ciudad consumía de estos ecosistemas destruidos.

Tabla 18.9. Ejemplos de decisiones en la planificación urbana y su impacto sobre el conjunto de servicios del ecosistema urbano.

DECISIÓN	OBJETIVO	GANADOR/ES	ECOSERVICIO QUE DECRECE	PERDEDORES
Canalización artificial de los cauces	Evitar inundaciones en el núcleo urbano	Población que vive en los márgenes de los ríos	Servicios de regulación hídrica, control natural de perturbaciones, servicios culturales	Población local afectada por la pérdida de servicios de regulación y culturales, Población de la cuenca baja, etc
Incrementar la movilidad en los centros urbanos	Dinamizar la economía de la ciudad	Sectores económicos urbanos (comercio, servicios, etc.)	Pérdida de zonas verdes y espacios públicos	Habitantes de los centros urbanos
Expansión del núcleo urbano en viviendas unifamiliares	Promover el acercamiento de la población a la naturaleza y entornos de mayor calidad	Empresarios inmobiliarios, finanzas municipales, población compradora	Destrucción de los servicios de los ecosistemas cercanos a las áreas urbanas	Población local. Regulación frente a perturbaciones externas,

8. Respuestas e intervenciones de gestión

Las áreas urbanas, como elementos creados de forma artificial por el ser humano, resultan complejas de gestionar si se adopta una visión de la ciudad como un sistema ecológico en el que las relaciones con el resto de ecosistemas, cercanos y lejanos, se establecen a través del flujo de Servicios existente entre ellos. Las ciudades se gestionan desde administraciones locales, con límites administrativos fijados, sin embargo la red de la que dependen para su equilibrio y funcionamiento excede estos límites y las conexiones entre ellas crecen continuamente. Por ello, la primera necesidad que se plantea al abordar la gestión de los ecosistemas urbanos es la existencia de una serie de objetivos comunes y de una visión consensuada entre las distintas administraciones, agentes sociales y económicos y ciudadanía.

Cualquier acción nueva que se desarrolla en una ciudad va a tener repercusiones en otras ciudades (redes de comunicación, creación de lugares de ocio y/o negocio, nuevas viviendas, etc.), en otros ecosistemas cercanos (ocupación de riberas de ríos, presión de contaminantes, fragmentación de hábitats, etc.) y en ecosistemas lejanos (contaminación atmosférica, demanda de agua y energía, etc.). Eso quiere decir que en su planificación y ejecución se debe incorporar una visión global de los efectos que va a tener y de las medidas que se deben tomar para reducir los impactos negativos.

Pero también es necesario modificar la ciudad actual, para hacerla menos dependiente de otros ecosistemas. La demanda actual de materia, energía y servicios culturales para la población urbana, la producción de residuos y contaminantes, la ocupación de suelo, etc., que pone en peligro el capital natural del resto de los ecosistemas, se basa en un modelo de ciudad en la que su estructura, la forma de gestionar los ciclos de materia y energía, el estilo de vida de sus habitantes y la estructura política que la gestiona, ha quedado obsoleta. Con la visión global que proporciona la evaluación de los servicios de los ecosistemas podemos plantear modelos urbanos que reduzcan esa dependencia.

En la visión de la ciudad como un ecosistema la primera necesidad es la búsqueda del equilibrio. La dependencia externa la convierte en vulnerable y las alteraciones que se produzcan van a tener un fuerte impacto en el bienestar de sus habitantes. Por ello la ciudad tiene que tender al autoabastecimiento y generar los mecanismos de amortiguación de las perturbaciones. En términos de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, tiene que potenciar los servicios de abastecimiento y regulación.

El concepto de complementariedad ecológica de los usos del territorio se adecúa perfectamente a este objetivo. En la planificación urbana es necesario complementar los usos del territorio convencionales con el ecosistema sobre el que se asienta (o asentaba) la ciudad. El respeto al ciclo hidrológico, a las capacidades y características de los suelos, a la biodiversidad existente y/o potencial, etc. y la necesidad de potenciar los servicios propios del ecosistema urbano, ya expuestos a lo largo de este capítulo deben ser parte integrante de los planes de ordenación urbana de nueva redacción. Para ello se necesitan equipos de trabajo más amplios que permitan incorporar la disciplina de la ecología urbana junto a las del resto de profesionales que participan en la actualidad en los procesos de planificación y gestión de los núcleos urbanos.

Por todo ello hay cuatro pilares en los que se debe basar el cambio del modelo actual de los ecosistemas urbanos:

- Un modelo de gobernanza que supere el modelo actual. Como recoge la Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (Plan de Formación de la Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local. Universidad Autónoma de Madrid y ECOURBANO, 2010):
“Un aspecto importante de la gobernanza es el conseguir una cooperación eficiente entre las distintas esferas de la administración. Para articular la diversidad, fragmentación y dificultad de comunicación interadministrativa actual hay que promover mecanismos de coordinación, cooperación y/o integración, tanto de modo vertical como horizontal, esto es, entre la administración estatal, autonómica y local pero también entre los diferentes organismos en temas sectoriales.

La gestión urbana tiene que reconocer una dimensión metropolitana, que incluya todos los aspectos que superan el ámbito administrativo municipal. Muchos de los impactos que causa la ciudad lo hace fuera de sus límites, y muchas actuaciones de otras esferas de gobierno impactan en ella, causando tanto amenazas como oportunidades. Los procesos urbanísticos, la movilidad, la conexión de espacios naturales, la gestión de los recursos naturales o la gestión de los residuos no tienen fronteras. Por tanto, la gestión municipal debe estar coordinada con las administraciones supramunicipales y con otros municipios implicados, mediante órganos y procedimientos ya establecidos en la normativa vigente o por medio de planes territoriales metropolitanos, de comarcas o de mancomunidades, etc.”

- Unos investigadores, técnicos y profesionales (no olvidemos que los ecosistemas urbanos son una creación artificial del ser humano) que sepan gestionar la rehabilitación y el crecimiento de las ciudades y que trabajen en equipos interdisciplinarios que permitan abordar la complejidad de los ecosistemas urbanos. Es necesario que la planificación urbana incorpore visiones más amplias de la realidad que la arquitectónica o urbanística que ahora es predominante. La consideración de todos los aspectos que componen el metabolismo urbano y la inclusión de la evaluación de la situación de los Servicios al realizar la planificación es imprescindible para superar la actual presión sobre el Capital natural de los ecosistemas relacionados con el ecosistema urbano.

- Una tecnología al alcance de todos que permita ser más eficiente en la utilización de los recursos puede ayudar a reducir la Huella ecológica de las ciudades. Sin embargo la tecnología no es la solución, sólo es una de las herramientas que debe estar al servicio de los objetivos del modelo de ciudad.

La producción de energía en las ciudades a partir de energías renovables o la reutilización en el consumo de agua son tecnologías que se deben incorporar. Pero es necesario eliminar el efecto rebote de las tecnologías que, al reducir el consumo de recursos por unidad de uso del producto (coches híbridos o eléctricos, electrodomésticos o bombillas más eficientes, etc.), puedan provocar un mayor consumo global de energía o materiales por un uso inadecuado.

- Una ciudadanía formada para comprender las implicaciones del modelo de asentamiento urbano y que actúe de acuerdo a los límites que los ecosistemas plantean. Como señala también la Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local en una de sus Directrices, el objetivo debe ser: *“Promover y liderar el cambio colectivo de la sociedad hacia la sostenibilidad, impulsando – mediante la información, la educación y la participación– nuevos patrones culturales que primen la austeridad, el consumo responsable, la conciencia de los límites físicos, la puesta en valor de los recursos y el patrimonio ambiental, cultural y social heredado, etc.”*

9. La conservación del ecosistema urbano y el bienestar humano

La evolución del modelo de sociedad agraria a industrial y de ésta a sociedad de servicios, ha conllevado un proceso de concentración de las personas y las actividades en los núcleos urbanos. Durante este proceso, el suelo como soporte de las actividades humanas ha ido perdiendo valor, como también lo ha perdido el conjunto de los servicios que los ecosistemas que sustentaba proporcionaban para el bienestar humano.

Al mismo tiempo, esa concentración de actividades y personas en los núcleos urbanos sin una planificación adecuada, propició un proceso de degradación de los centros de las ciudades, que hasta hace pocas décadas habían acogido a menos personas que desarrollaban actividades menos dependientes de la intensificación de los ciclos de materia y energía. Todo ello junto con una coyuntura de bajos costes del transporte y la energía ha propiciado la extensión de los ecosistemas urbanos por todo el territorio, afectando gravemente la integridad de ecosistemas tan frágiles como los de litoral, montaña, sistemas agrícolas o aguas continentales.

Los ecosistemas urbanos demandan gran cantidad de materia, agua y energía y, mal gestionados, devuelven al entorno, local y global, innumerables desechos sólidos, líquidos y gaseosos, que deben ser asimilados por el resto de ecosistemas. Sin los servicios de abastecimiento y regulación de otros ecosistemas, los ecosistemas urbanos, en los que se concentran las actividades económicas, sociales, culturales y administrativas, necesarias para el ser humano, serían inviables. Estas interacciones quedan reflejadas en la Figura 18.19.

En la coyuntura actual la conservación del ecosistema urbano pasa por recuperar los servicios que puede y debe proporcionar a la población y que hasta hace unas décadas seguía proporcionando en mayor o menor medida. Las perturbaciones a las que los ecosistemas urbanos en España, en un clima mediterráneo y con gran parte de la población viviendo en zonas litorales, van a tener que hacer frente por los efectos del cambio climático no pueden ser solventados a base de inversiones en tecnologías y obras de contención. Ya existen experiencias de cómo las áreas urbanas pueden adaptarse a estas perturbaciones y ahora es necesario incorporarlas en los procesos de planificación urbana, algo que hasta ahora no se ha tenido en cuenta en la gestión de estos ecosistemas,

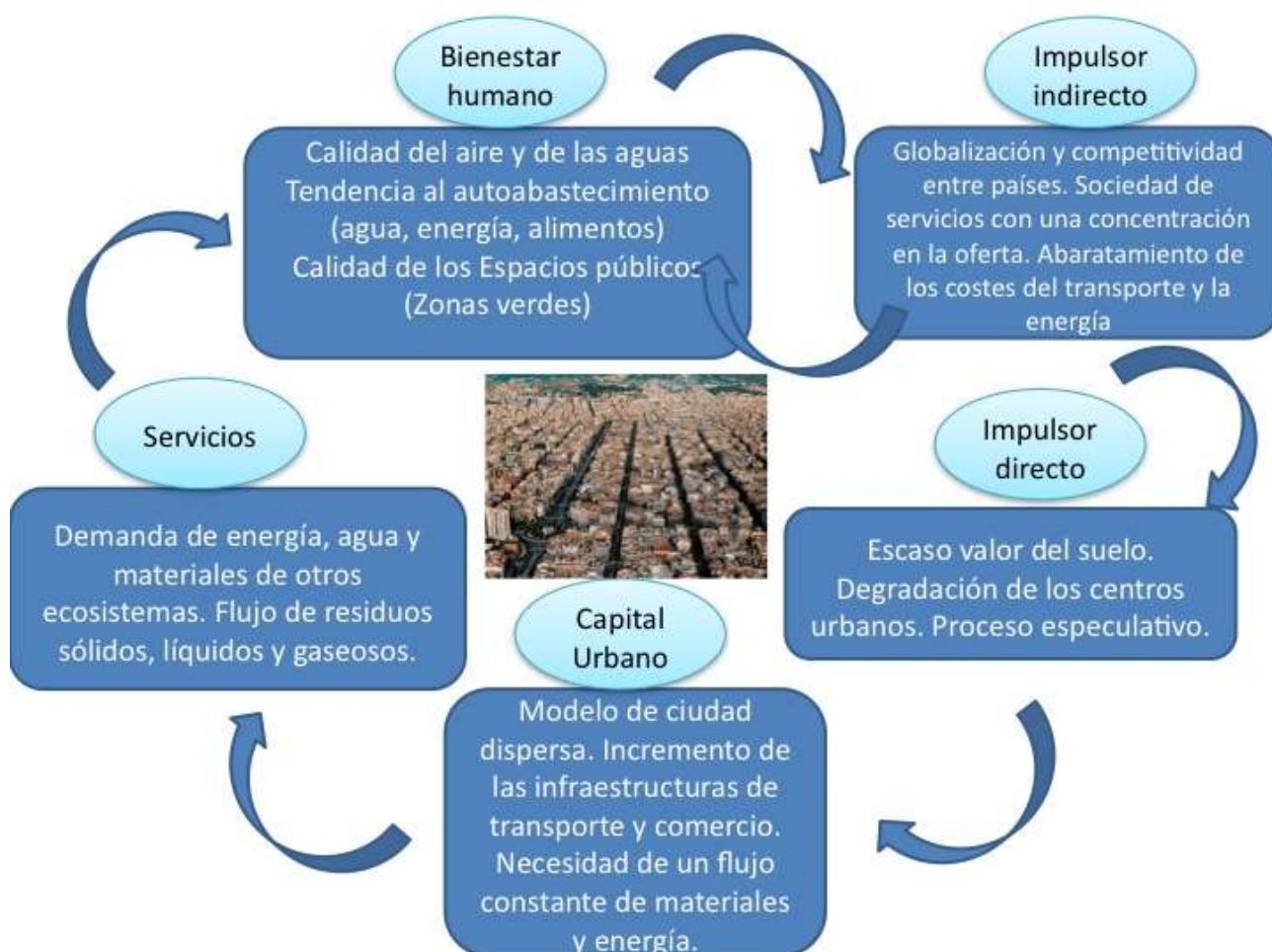


Figura 18.19. Esquema sintético de cómo los impulsores indirectos y directos de cambio condiciona el flujo de servicios demandados por las ciudades conceptuadas como ecosistemas. La globalización de la sociedad y el paso de la economía española de la producción a la adquisición con un incremento del sector terciario, unido a los bajos precios de la energía y los costes del transporte, influyeron directamente en la transformación de las ciudades, generando un modelo de ciudad dispersa, consumidora de suelo, materiales y energía que nos ha conducido a la situación actual. Se produce un exceso de consumo de servicios de los ecosistemas no urbanos y una falta de suministro de estos servicios en el propio ecosistema urbano. Esta situación influye directamente en el bienestar humano, empeorando la calidad de las aguas y el aire, la calidad de los espacios públicos y la seguridad frente a perturbaciones externas. Este es el ciclo de los ecosistemas urbanos que es necesario romper.

10. Referencias bibliográficas

- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. *NEC Directive status report 2009*. Copenhagen, 48 pp.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. *The European environment — state and outlook 2010* (SOER 2010). *Urban Environment*. Copenhagen, 40 pp.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. *The European environment — state and outlook 2010* (SOER 2010). *Soil*. Copenhagen, 44 pp.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. *The European environment — state and outlook 2010* (SOER 2010). *Adapting to climate change*. Copenhagen, 52 pp.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2010. 10 messages for 2010 Urban ecosystems. Copenhagen, 11 pp.
- Agencia Europea de Medio Ambiente, 2006. Urban sprawl in Europe. The ignored Challenge. Copenhagen, 57 pp.
- AmbienteItalia. 2007. *Report 2007 URBAN ECOSYSTEM EUROPE. An integrated assessment on the sustainability of 32 European cities*.
- ANEFA, 2010. Revista Anual 2009-2010. Madrid. 93 pp.
- ASPAPEL, 2009. Memoria 2008. Madrid.
- Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental de la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid. 2010. *Cambio Global en España 2020/50*. Madrid.
- Christof Schremmer; Dominic Stead. 2009. *Restructuring Cities for Sustainability – A Metabolism Approach*. Fifth Urban Research Symposium 2009.
- Comisión Europea. *Encuesta de opinión sobre la calidad de vida en las ciudades europea. URBAN AUDIT 2004, 2006 y 2009*. Bruselas.
- Consorcio de Compensación de Seguros. 2009. Estadística de Riesgos Extraordinarios, serie 1971 – 2008. Madrid, 161 pp.
- Diputación de Barcelona, 2008. *Mitigación y adaptación local al cambio climático. Catálogo de propuestas*. Barcelona, 114 pp.
- Donald C. Dearborn; Salit Kark. 2009. *Motivations for Conserving Urban Biodiversity*. Conservation Biology. 9 pp.
- EUROPARC-España, 2010. *Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos en 2009*. Madrid. 104 pp.
- Fariña, J. 2001. *Naturaleza Urbana*. Boletín Ciudades para un futuro más sostenible, Número 15. Instituto Juan de Herrera.
- Fondo de Población de Naciones Unidas (UNFPA), 2007. *Estado de la población mundial 2007*. Nueva York, 99 pp.
- García-Ventura, D. 2009. *Environmental Education in Spanish municipalities. An approach through indicators*. 5th World Environmental Education Congress. May, 10-14. Montréal (Canadá).
- Grimm, N; Faeth, S; Golubiewski, N; Redman, C; Wu, J; Bai, X; Briggs, J. 2008. *Global Change and the Ecology of cities*. Science 319. 756-760.
- MA (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT). 2005. *Ecosystem and human well-being: Urban systems*. World Resources Institute. Washington, DC. 795-825.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Secretaría de Estado de Energía. 2009. *La Energía en España*. Madrid, 326 pp.

- Ministerio de Medio Ambiente. 2000. *Libro blanco del agua en España*. Madrid, 637 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009. *Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (EESUL)*. Madrid, 121 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Perfil Ambiental de España 2009. Informe basado en indicadores*. Madrid, 381 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008*. Madrid, 74 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Inventario de Gases de Efecto Invernadero de España. Edición 2010 (Serie 1990 – 2008). Sumario de resultados*. Madrid, 32 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *La Alimentación mes a mes. Diciembre 2009*. Madrid, 17 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. *Plan Nacional de reutilización de aguas*. Versión preliminar. Madrid, 131 pp.
- Ministerio de Sanidad y Política Social, 2010. *Sistema Nacional de Salud. Principales datos y cifras de la sanidad en España. Anexo D*. Madrid.
- Morán, N. 2010. *Agricultura urbana: un aporte a la rehabilitación integral*. Papeles de relaciones sociales y cambio global. Nº 11. 99-111.
- Naredo, J.M. y Frías, J (1988). *Los flujos de agua, energía, materiales e información en la Comunidad de Madrid y sus contrapartidas monetarias*. Comunidad de Madrid, Consejería de Economía.
- Naredo, J.M. (2003). *Anatomía y fisiología de la conurbación madrileña: gigantismo e ineficiencia crecientes*. Madrid. Club de debates urbanos. ed. Club de debates urbanos. Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- Observatorio para la Sostenibilidad en España. 2006. *Cambios de Ocupación del Suelo en España: Implicaciones para la Sostenibilidad*. Madrid, 485 pp.
- Observatorio para la Sostenibilidad en España. 2006. *Sostenibilidad Local: Una aproximación Urbana y Rural*. Madrid, 573 pp.
- Prieto, F. Campillo, M. X. Fontcuberta, (2010): *Cambios de ocupación del suelo en el Reino de España Primeros análisis a partir del proyecto Corine Land Cover 2006, Sin Permiso*, 27 de junio.
- Rueda, S. 1996. *La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa*. La construcción de la ciudad sostenible. Primer catálogo español de buenas prácticas. Coordinado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA) (Gobierno de España). Madrid. MOPTMA.
- Rueda, S. 2009. *El Libro Verde del Medio Ambiente Urbano 2*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 181 pp.
- Terradas, J., Pares, M. y Pou, G. (1985) *Ecología d'una ciutat: Barcelona*, (Centre del Medi Urbà y Programa Mab, UNESCO, Barcelona).
- Unión Europea. 2007. *State of European Cities Report. Adding value to the European Urban Audit*. Bruselas, 227 pp.
- Unión Europea. *Catalogue of Best Practice Urban Sustainability –Learning From the Best. European Green Capital Award 2010 & 2011*.
- Unión Europea. 2007. GREEN PAPER Towards a new culture for urban mobility. Bruselas. 23 pp.
- Victor J. Martín. 2007. *1987-2007, dos décadas del panel de consumo alimentario*. Revista Distribución y Consumo nº 100.
- Wackernagel, M. Rees, W. 1996. *Our Ecological Footprint*, Philadelphia, Gabriola Island, BC.