

Los ecosistemas urbanos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España

El análisis de los ecosistemas urbanos es una disciplina que poco a poco se ha ido introduciendo en el ámbito de la ecología. El estudio del metabolismo urbano, sus ciclos de materia y energía, pone en evidencia la presión que ejerce sobre el resto de ecosistemas para mantener su equilibrio. En las últimas décadas las ciudades han crecido en superficie, población y consumo de materia y energía y se han beneficiado de los servicios que le proporcionaban el resto de ecosistemas para mantener su funcionalidad. En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España se quiere analizar la situación de todos los servicios de los ecosistemas que garantizan el bienestar humano. De su aprovechamiento dependerá la estabilidad ecológica y social de nuestro territorio.

En el siglo XXI, el hábitat natural del ser humano son las ciudades. Más de la mitad de la población mundial vive en entornos urbanos con las ventajas y problemas que ello conlleva. 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. 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.

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:

Juan Carlos Barrios es coordinador del Equipo de Ecosistemas Urbanos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España

«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». ¹

Ahí está la clave para entender las ciudades: los ecosistemas urbanos se sostienen por las constantes relaciones con el resto de sistemas naturales, que en la actualidad alcanzan cualquier lugar del planeta. De cómo se establezcan estas relaciones dependerá su impacto sobre el resto de ecosistemas.

Los ecosistemas urbanos son sistemas abiertos, lo que significa que constantemente intercambian energía, materia e información con el exterior, tanto con otros sistemas urbanos como, sobre todo, con sistemas naturales. Además, son sistemas heterótrofos, es decir, la producción autóctona de energía y materiales no alcanza para satisfacer una mínima parte de sus necesidades metabólicas por lo que dependen de otros sistemas para conformar su estructura y mantener su funcionamiento. Y si algo les caracteriza es su alta productividad de servicios culturales, económicos y sociales que no sólo consumen internamente, sino que exportan e intercambian con el resto de sistemas humanos en el ámbito nacional e internacional.

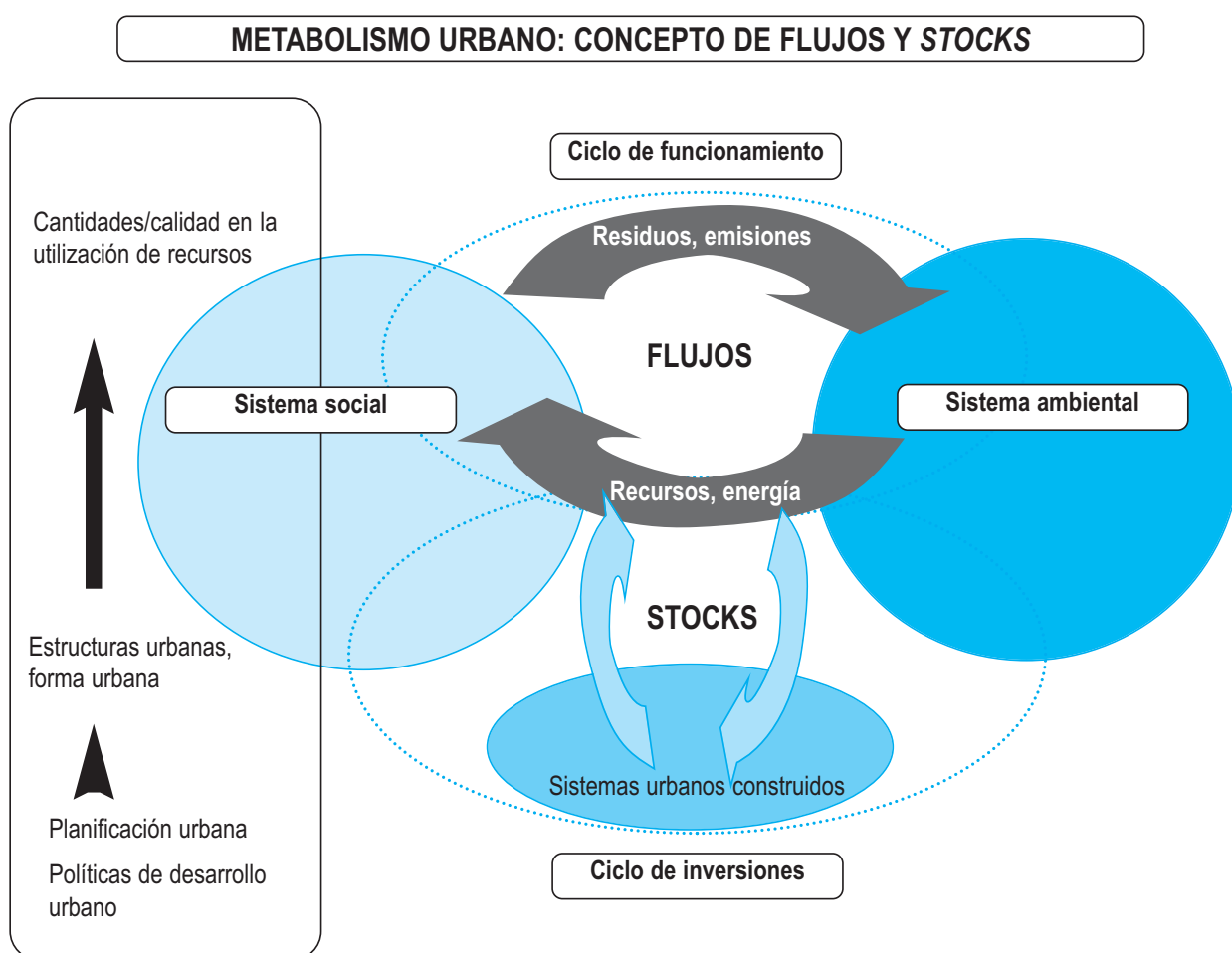
Metabolismo urbano

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 o *outputs* (aguas residuales, residuos y contaminantes atmosféricos). El grado de eficiencia de estos flujos va a caracterizar la presión sobre otros ecosistemas. Cuantos más *inputs* se demanden y más *outputs* se generen, mayor será la presión sobre los otros ecosistemas. Pero además, también va a ser fundamental en la evaluación del estado del ecosistema urbano. Los servicios propios de los ecosistemas urbanos, se van a ver afectados por el grado de ineficiencia en la transformación de los recursos de los que se nutre para generarlos.

¹ 10 messages for 2010, EEA, 2010.

Estos flujos se sustentan y a la vez construyen, una serie de *stocks* urbanos en un ciclo de inversión, que podríamos denominar el capital urbano y que a su vez va a condicionar los flujos de la ciudad. Ambos elementos, stocks y flujos, interactúan con los sistemas naturales y sociales, a nivel local y global:²

Gráfico 1. Concepto de flujos y *stocks* en el marco del proyecto SUME



Sin embargo, el balance de esos flujos es totalmente abierto, con grandes dificultades para convertirse en cerrado, es decir, en ciclos. Pero también es sumamente inestable: priman los factores productivos y acumulativos frente a los equilibradores, por lo que los sistemas urbanos escapan del control natural: la presión sobre el territorio de los usos y actividades urbanas supera en muchas ocasiones la capacidad que los sistemas naturales tienen de proporcionar servicios, y la de asimilar los residuos de dichas actividades. El medio urba-

² C. Schremmer, D. Stead, *Restructuring Cities for Sustainability – A Metabolism Approach*, Fifth Urban Research Symposium, 2009.

no es, en sí mismo, insostenible a menos que su diseño sea totalmente modificado, y sólo puede mantenerse considerando la ciudad y un entorno de abastecimiento que, en el momento actual, tiene tendencia a crecer cada vez más en la mayoría de las ciudades del mundo, de modo que los efectos socioambientales se expanden sobre territorios mayores.

Así, entender la ciudad ecológicamente es pensar en un sistema *disipativo*, porque consume mucha más energía de la que puede producir, y lo hace degradando esa energía a formatos no reaprovechables debido a que lo hace en flujos lineales en vez de procesos cíclicos, y sin apenas utilizar la energía solar, aspectos que sí son característicos de los sistemas naturales. Por eso, las ciudades están continuamente consumiendo cantidades ingentes de energía y materia, sin optimizar estos procesos, sin usar esa energía que exporta en aumentar su orden, su complejidad, su capital urbano. Se han potenciado los sistemas de retroalimentación *positiva*, obligando a gastar más energía y recursos, y a necesitar más para mantener ciudades cada vez más grandes. Se han obviado los sistemas negativos, aquellos que equilibran y reducen el crecimiento, manifestándose sólo en situaciones de crisis, daño o desastre.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

En 2001, Naciones Unidas lanzó la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), una iniciativa cuyo objetivo central es evaluar los vínculos y las consecuencias que la degradación de los ecosistemas acuáticos y terrestres y la pérdida de la biodiversidad están teniendo en el bienestar humano (www.millenniumassessment.org). Su finalidad es suministrar información científica interdisciplinaria a los tomadores de decisiones y al público en general referente a las consecuencias que las alteraciones que se están produciendo en los ecosistemas del planeta tienen sobre el bienestar humano así como facilitar las posibles opciones de respuestas a estos cambios. El principio sobre el que se articula el marco conceptual y metodológico del proyecto es que los servicios que generan los ecosistemas son la base del bienestar humano. Por tanto, del buen funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres del planeta depende el futuro económico, social, cultural y político de las sociedades humanas.

En España en el año 2009 se inició la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EME). El objetivo general de la EME es evaluar y suministrar a la sociedad información científica interdisciplinaria desde las ciencias biofísicas y sociales sobre las consecuencias que el cambio de los ecosistemas acuáticos y terrestres, insulares y peninsulares de España y la pérdida de la biodiversidad tienen en el bienestar humano de sus habitantes.³

³ C. Montes y P. Lomas, «La evaluación de los ecosistemas del milenio en España», *Ambienta*, n.º 91, 2010, pp. 56-75.

En este ámbito, y con las consideraciones que hacíamos al comienzo, la incorporación de los ecosistemas urbanos en la EME cumple un papel fundamental, al completar el análisis de los servicios suministrados por el conjunto de ecosistemas con el del análisis del sumidero en el que se consumen la mayoría de ellos.

En la EME los servicios proporcionados por los Ecosistemas se clasifican en 3 grandes tipos: *abastecimiento* (alimentos, agua, energía, materiales abióticos, etc.); *regulación* (clima, agua, suelo, CO₂, etc.); y culturales (actividades culturales, recreativas, científicas, tradicionales, etc.). Gran parte de ellos tienen como destino final su aprovechamiento en las ciudades o son utilizados directamente por sus habitantes.

Entender la ciudad ecológicamente es pensar en un sistema disipativo: consume más energía de la que puede producir

Evaluación de los servicios en los ecosistemas urbanos

El análisis de los servicios de los ecosistemas urbanos puede realizarse desde dos enfoques complementarios: considerar los servicios que tienen los ecosistemas que se desarrollan en el interior de las áreas urbanas para la población, fundamentalmente las zonas verdes, o considerar la forma en la que los servicios de otros ecosistemas son asimilados en el interior de la ciudad. A su vez, podría decirse que las ciudades son ecosistemas en los cuáles, a partir de los servicios generados en otros ecosistemas, se obtienen una serie de servicios básicos para nuestra especie y de los que disfrutan no sólo sus habitantes, sino que son exportados al conjunto de la ciudadanía de un territorio más o menos extenso en función de las características de la propia ciudad. En los estudios sobre percepción de calidad de vida en las ciudades,⁴ los principales elementos que intervienen en la satisfacción de la ciudadanía son los aspectos sociales y económicos (sanidad, educación, empleo, etc.) y las infraestructuras urbanas, incluidos los espacios públicos, jardines, instalaciones culturales, deportivas. Sin embargo, aspectos como la calidad del aire y de las aguas, son fundamentales para valorar positivamente la vida en la ciudad.

En la 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

⁴ Encuesta de opinión sobre la calidad de vida en las ciudades europeas, URBAN AUDIT 2004, 2006 y 2009.

le proporcionan y la eficiencia en su utilización. De esta eficiencia dependerá en gran medida la calidad de los servicios que proporcionen los ecosistemas urbanos a sus habitantes y a los de los entornos rurales que se benefician de ellos.

En relación a los servicios de abastecimiento, las ciudades españolas 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 en entornos urbanos desde el medio rural (y en los últimos años al incremento de la inmigración), como al modelo de crecimiento que han seguido las ciudades españolas, primando un 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.

La superficie ocupada por los ecosistemas urbanos en España se ha incrementado enormemente en los últimos años, muy por encima del incremento poblacional, demandando grandes cantidades de suelo de los ecosistemas más cercanos, principalmente áreas agrícolas y forestales. Según el informe del OSE «Cambios en la ocupación del suelo en España», entre 1987 y 2000 la superficie artificial se incrementó en un 29,5%, cifra que se ha superado con creces a partir de ese año si tenemos en cuenta el crecimiento del parque de viviendas en España en los últimos años, con más de 1.600.000 visados emitidos entre el año 2000 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», el OSE señala también el incremento del suelo de naturaleza urbana en las capitales españolas de un 22,88% de media.

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. En España hay 750 municipios de más de 10.000 habitantes frente a 7.362 menores de esta cifra, mientras que el censo de población recoge unas cifras de 36.860.891 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 solo 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 importante, pasando del 12 al 16% en 2009. Este incremento ha supuesto también un incremento en la demanda de los servicios de otros ecosistemas, especialmente en lo referente a la demanda de energía y agua y a la capacidad para la absorción de los residuos producidos. Todas estas cifras nos dan una idea de cómo han ido creciendo los ecosistemas urbanos en España y la presión que ejercen sobre el resto.

Unido a este crecimiento está ligado el incremento en la demanda de agua, energía y materiales. El consumo de 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 en los últimos años (150% entre el año 1973 y 2008) 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.

Según el informe del OSE «Sostenibilidad local: una aproximación urbana y rural» 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 aportan estos servicios energéticos que un modelo de asentamiento menos urbano.

La evolución del consumo de agua también se ha incrementado en los ecosistemas urbanos, así como la producción de aguas residuales que son devueltas a los ríos. Entre 1996 y 2008, el consumo de agua municipal se incrementó en un 25%. En este último año se suministraron a las redes de abastecimiento cerca de 5.000 Hm³ de agua, procedente tanto de la recogida de aguas superficiales (65%) como subterráneas (32%) de los ecosistemas cercanos. Este servicio de abastecimiento de agua es fundamental para la calidad de vida en las ciudades. Sin embargo, según el estudio del OSE el consumo de agua por habitante en las capitales de provincia es menor que la media nacional y es en las grandes ciudades donde este valor es menor.

La intensificación en el suministro de agua y energía procedente de otros ecosistemas también se ha producido en el de materiales. En la sociedad española se ha estado incrementando constantemente la cantidad de materiales, 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 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.

En los últimos años, el incremento del número de viviendas y de las infraestructuras de los ecosistemas urbanos ha hecho aumentar también la demanda de materiales como el cemento, pasando de un consumo de 26 millones de toneladas hasta cerca de los 50 millones, o de ladrillos, desde 17 millones de toneladas en 1980 hasta cerca de 30 millones antes de la crisis económica.

Si consideramos los servicios de regulación, los ecosistemas urbanos se benefician de la capacidad del resto de ecosistemas para asimilar las presiones que ejercen 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 caso de la energía, las emisiones de CO₂ son las que de forma más evidente se han contabilizado en los últimos tiempos. Su incremento, debido principalmente a las emisiones del transporte y la producción de electricidad, se compensa 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, ya que afecta al resto de ecosistemas mediante su capacidad de asimilación y regulación de las alteraciones meteorológicas que genera (inundaciones, sequías, etc.). Pero estas emisiones 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 SO₂, aunque otros como el dióxido de nitrógeno, el ozono o las partículas en suspensión siguen existiendo (véase 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 las ciudades, sino directamente a los ecosistemas cercanos.

La reducción de la demanda de los servicios de abastecimiento y regulación que proporcionan los ecosistemas urbanos es básica para sus condiciones de habitabilidad

La producción de aguas residuales que acaban en los ecosistemas fluviales o marinos cercanos se ha incrementado también en las últimas décadas, presionando sobre los servicios de regulación de dichos ecosistemas. Aunque no existen datos específicos sobre el volumen total de aguas residuales en las ciudades españolas, podemos evaluar el incremento producido sabiendo que las aguas tratadas en España aumentaron desde los cerca de 8.000 Hm³ en 2000 hasta los más de 12.000 en 2008.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, se genera también un flujo constante de residuos, que en su mayor parte acaban en los vertederos (59%) o son incinerados (9%). Desde 1990 la producción de residuos se ha duplicado en España y las fracciones como el papel, plástico o los residuos de construcción y demolición superan este porcentaje. Al igual que ocurre con la energía, la presión sobre el resto de ecosistemas se ejerce por la búsqueda de lugares para la instalación de los vertederos o las emisiones de gases a la atmósfera procedentes de la incineración.

Por último, podríamos decir que en el apartado de la oferta y no de la demanda, un elemento característico de los ecosistemas urbanos es la concentración de servicios de carácter social, cultural y económico que se generan y que, además de ser disfrutados por sus habitantes, son exportados al resto de personas del territorio nacional. Los grandes centros educativos y sanitarios, las grandes corporaciones económicas e industriales, los principales centros de distribución de mercancías y alimentos, etc., se concentran en las ciudades. Podríamos decir que la tipología y calidad de estos servicios será el resultado de la transformación de los recursos obtenidos de otros ecosistemas y que la eficiencia que el ecosistema urbano desarrolle en ese proceso influirá en la demanda de los servicios de regulación del resto de ecosistemas y en la calidad de vida de los propios habitantes de las ciudades.

Perspectivas de futuro

Sin duda las ciudades, los ecosistemas urbanos, van a seguir siendo los principales modelos de asentamiento humano en el futuro y continuarán concentrando la mayor parte de los servicios, actividades económicas, actividades científicas, educativas y culturales, y seguirán demandando servicios del resto de ecosistemas para garantizar su estabilidad y la calidad de vida de sus habitantes.

Según los últimos datos proporcionados por la Unión Europea en la «Encuesta de opinión sobre la calidad de vida en las ciudades europeas» (marzo 2010), en la mayor parte de las ciudades analizadas sus habitantes se muestran satisfechos con la vida en las ciudades y especialmente con la oferta de servicios sanitarios, educativos, culturales y con las infraestructuras para el transporte, el ocio e incluso con la oferta de espacios públicos y áreas verdes. Sin embargo, siguen mostrándose descontentos con aspectos como la accesibilidad a la vivienda o el empleo y reconocen que los grandes problemas que afectan a su calidad de vida son los ambientales, especialmente los relacionados con la contaminación atmosférica y acústica.

En las cuatro ciudades españolas incluidas en el informe (Madrid, Barcelona, Málaga y Oviedo) se confirma esta situación. El 74% está satisfecho con los servicios sanitarios, el

78% con los culturales, el 79% con la oferta y el estado de los espacios públicos y el 70% con los espacios verdes. Sin embargo, el 79% considera que es difícil encontrar empleo en la ciudad y sólo el 34% cree que es fácil encontrar vivienda a precios razonables. En relación a los aspectos ambientales, el 59% considera que la polución atmosférica es un problema y el 67% que lo es el ruido. Además, el 42% cree que su ciudad no está lo suficientemente limpia.

Así pues el gran desafío que tienen los ecosistemas urbanos es garantizar la calidad de vida de las especies que lo habitan y disminuir la presión que ejercen sobre otros ecosistemas, principalmente reduciendo la demanda de los servicios de abastecimiento y regulación que proporcionan. Las propias condiciones de habitabilidad en los ecosistemas urbanos van a depender de cómo se gestionen esos flujos de servicios de los que se nutren.

Para ello es necesario que sus ciclos sean más autónomos y menos dependientes de otros ecosistemas. Es necesario disminuir la demanda de agua, energía y materiales potenciando el reciclaje, la reutilización, la rehabilitación, la producción y eficiencia energética, etc. Es imprescindible generar mayores espacios públicos en los que se eliminen los impactos negativos sobre la calidad de vida de los individuos (contaminantes, barreras para la accesibilidad) y se permita la penetración de los ecosistemas cercanos a través por ejemplo de corredores verdes o de la conservación de parte de los ecosistemas originales en los que se asientan.

Los datos de crecimiento continuo de aspectos como la demanda de energía, agua y materiales y los consiguientes incrementos de la producción de residuos y contaminantes se ha detenido en los dos últimos años debido principalmente a la crisis económica. La dispersión de las zonas urbanas y el crecimiento de las infraestructuras necesarias para soportar ese modelo disperso también se han frenado. Esta situación brinda una gran oportunidad para repensar los ecosistemas urbanos –que a diferencia de otros ecosistemas surgen del diseño *inteligente* del ser humano–, y permitir una mayor integración con el resto de ecosistemas para garantizar su equilibrio y conservación.