

---

# Ciudad territorio

---

PID\_00272062

Jacob Cirera  
Marc Montlleó

---

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 3 horas

---



**Jacob Cirera**

Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universidad de Girona y máster en Aplicación de los sistemas de información geográfica y la teledetección a la gestión del territorio, por el Instituto Catalán de Tecnología. Su experiencia laboral, en las empresas TECNOMA, Barcelona Regional y actualmente el Servicio de redacción del PDU del Área Metropolitana de Barcelona (AMB) se ha centrado en el tratamiento de los aspectos ambientales en el planeamiento urbanístico, y en especial en aquellos relacionados con la evaluación ambiental estratégica, el verde urbano, el medio natural y el metabolismo urbano. Ejerce de docente en la UOC, en el máster Ciudad y Urbanismo, especialización Ciudad y territorios sostenibles.

**Marc Montlleó**

Biólogo por la Universidad de Barcelona (UB), máster de Ingeniería ambiental (ICT y UPC). Es director técnico y de proyectos ambientales de la empresa pública Barcelona Regional, donde ha participado en diferentes estudios, entre los que destacan la coordinación de la evaluación ambiental estratégica del Plan territorial de la región metropolitana de Barcelona, la recuperación del tramo final del río Besòs, las directrices ambientales del Ecobarrio de Vallbona y la redacción de informes ambientales de la ciudad de Barcelona. También ha coordinado los trabajos del Plan de sostenibilidad ambiental del área metropolitana de Barcelona, y ha participado en el Plan estratégico metropolitano. En la UOC es profesor de *Medio ambiente y sostenibilidad urbana* en los programas de Ciudad y Urbanismo, y ha sido profesor del curso de *Medio ambiente y calidad de vida* del máster de Gestión de la ciudad.

La revisión de este recurso de aprendizaje UOC ha sido coordinada por las profesoras: Mirela Fiori, Mar Satorras Grau

Cuarta edición: marzo 2021

© de esta edición, Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC)

Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona

Autoría: Jacob Cirera, Marc Montlleó

Producción: FUOC



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0. Se puede copiar, distribuir y transmitir la obra públicamente siempre que se cite el autor y la fuente (Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no se haga un uso comercial y ni obra derivada de la misma. La licencia completa se puede consultar en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

# Índice

<b>Introducción</b> .....	5
<b>1. Matriz biofísica e infraestructura verde, el soporte a la vida: funciones ecológicas y servicios ecosistémicos</b> .....	9
1.1. La matriz biofísica, el soporte de la vida .....	9
1.2. El verde urbano como prestador de servicios ecosistémicos .....	15
1.2.1. ¿Por qué las ciudades necesitan verde? .....	15
1.2.2. ¿Cómo maximizar los servicios ambientales del verde urbano? .....	16
<b>2. Urbanismo y metabolismo urbano</b> .....	22
2.1. Principales problemáticas y oportunidades .....	25
2.1.1. Matriz biofísica .....	26
2.1.2. Sistemas antrópicos .....	27
2.1.3. Infraestructuras de explotación del recurso y de la red de transporte .....	29
2.1.4. Sistemas antrópicos-matriz biofísica .....	29
2.1.5. Interacción red-matriz biofísica (impactos globales) .....	30
2.1.6. Interacción red-zonas urbanas (impactos locales) .....	30
2.1.7. Sistemas antrópicos-matriz biofísica-red (interacciones y contexto global) .....	31
2.2. Urbanismo ecosistémico .....	31
2.2.1. Planificación transdisciplinar .....	32
2.2.2. Márgenes urbanos .....	32
2.2.3. Esquemas rectores .....	32
2.2.4. Esquema director de la infraestructura verde .....	33
2.2.5. Esquema director de redes y de infraestructuras de servicio .....	33
2.2.6. Esquema director de las infraestructuras y reservas para una movilidad sostenible .....	33
2.2.7. Análisis multiescalar adaptado a las preexistencias .....	34
2.2.8. Densidad y complejidad de los tejidos residenciales .....	34
2.2.9. Espacio público y verde urbano .....	34
2.2.10. Edificación .....	35
2.2.11. Espacios de actividad económica integrados o agregados en la trama urbana .....	35
2.2.12. Centrar la actuación .....	35
2.2.13. Centralidades .....	36
2.2.14. Planificación en tres dimensiones .....	36
2.2.15. Regulación de las cubiertas .....	36
2.2.16. Adaptabilidad y flexibilidad .....	37

2.2.17. Mecanismos de evaluación del planeamiento  
urbanístico ..... 37

**Bibliografía**..... 39

## Introducción

La "ciudad" es un sistema en expansión tanto por capacidad de concentración demográfica como por su creciente ocupación del territorio. Si a principios del siglo XIX tan sólo el 3% de la población mundial vivía en zonas urbanas, hoy este porcentaje es superior al 50%.

Vivimos, pues, en un mundo en constante proceso de urbanización. A lo largo del siglo XX, la población urbana mundial ha aumentado muy rápidamente, de 220 millones a casi 3.000 millones. Esta explosión de la urbanización es un fenómeno relativamente nuevo, que también se manifiesta en forma de creciente concentración en determinadas áreas del planeta; cabe pensar que, en 1800, la única ciudad que superaba el millón de habitantes era Beijing. Hoy en día son ya cientos, y ya hay más de diez ciudades por encima de los 15 millones de habitantes (las llamadas megaciudades).

Imágenes de las ciudades de Tokio, México y Lagos



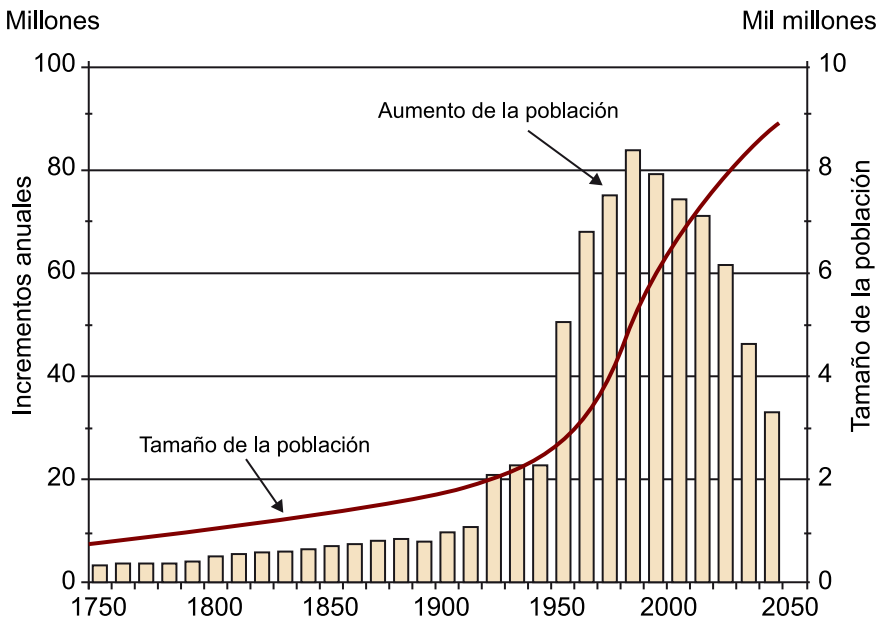
En la actualidad, por primera vez en la historia, más de la mitad de la población humana, 4.000 millones de personas, viven en zonas urbanas. Se prevé que, para el 2030 (UNFPA, 2007), esa cantidad habrá llegado a casi 5.000 millones, de un total de población mundial que superará los 8.100 millones de habitantes. Este hecho puede ser visto como algo positivo, si se tiene en cuenta que el crecimiento económico y las mejoras sociales se han desarrollado desde las zonas urbanas; pero también como un riesgo si se tiene en cuenta que esos ritmos de crecimiento y concentración en zonas sin recursos están basados en un crecimiento de áreas de pobreza urbana, hasta el extremo de que ya no siempre resulta cierta la relación entre grado de urbanización y desarrollo económico.

La creciente urbanización amenaza la estabilidad ambiental del planeta.

### Referencia bibliográfica

UNFPA (2007) Estado de la población mundial 2007. Liberar el potencial del crecimiento urbano: [https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/swp2007\\_spa.pdf](https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/swp2007_spa.pdf)

Crecimiento de la población y de la urbanización en el mundo.



Fuente: Informe mundial sobre población. NNUU, 2000

Esta concentración de la población en grandes ciudades y su acelerado ritmo de crecimiento representan un problema para la estabilidad del medio ambiente, amenazado de forma importante por los problemas generados por el tipo de modelo urbano dominante. De forma paradójica, se puede afirmar que es en las ciudades donde es posible idear y desarrollar políticas medioambientales y de sostenibilidad que supongan soluciones, a medio y largo plazo, para muchos de los problemas ambientales del planeta. De hecho, el primer factor decisivo es que las ciudades concentran la mitad de la población del planeta en menos del 3% de su superficie terrestre.

Por eso, el futuro de un medioambiente sostenible se libra primordialmente en las ciudades. En las zonas urbanas se acumula la mayor parte de los problemas medioambientales del planeta: crecimiento de la población, contaminación, degradación de los recursos naturales y generación de residuos. Pero, a pesar de ello, resulta paradójico que las concentraciones urbanas sean las que tengan una mejor oportunidad y predisposición hacia un futuro sostenible.

Es paradójico que la preservación de los grandes ecosistemas mundiales, como las selvas tropicales, los arrecifes coralinos o las zonas polares, dependa de las zonas menos naturales del planeta: las áreas urbanas.

Hace más de un siglo, Sir Patrick Geddes –sociólogo y biólogo que se dedicó a la planificación urbanística– ya vinculó territorio y ciudad, región y proyecto arquitectónico. Según Geddes, la ciudad debía evolucionar considerando su entorno; la ciudad era un sistema vivo y abierto, un organismo en constante evolución (biópolis). El modelo bueno de ciudad según Geddes (eutopía) debía

conservar la energía para organizar su entorno y así permitir una adecuada evolución de la vida colectiva e individual, frente al modelo malo (cacotopía), que disipaba energía para la obtención de beneficios monetarios individuales.

Desde la visión de la ciudad como ecosistema, el territorio, la matriz biofísica, aparece como el soporte funcional del desarrollo urbano, el elemento protagonista y prioritario que se debe ordenar para garantizar un desarrollo sostenible. No obstante, hasta el momento la ordenación de los usos urbanos ha pasado por delante del análisis de las funciones ecológicas. Es necesario invertir esta mirada del planeamiento urbanístico y volver a vincular ciudad y territorio como única garantía para superar la crisis ecológica global actual.





# 1. Matriz biofísica e infraestructura verde, el soporte a la vida: funciones ecológicas y servicios ecosistémicos

## 1.1. La matriz biofísica, el soporte de la vida

La matriz biofísica es la visión del territorio desde la tradición física y ecológica, es decir, la superficie terrestre, su relieve y los ecosistemas que alberga en su sentido más amplio. De la interrelación entre la matriz biofísica y las transformaciones de la actividad humana, nace la matriz ambiental, y es el paisaje una de las principales expresiones de esta interrelación.

La matriz biofísica se compone de elementos bioclimáticos, geomorfológicos, hidrogeológicos y ecosistémicos. Las actividades antrópicas que se sitúan sobre esta matriz interactúan entre ellas dependiendo de las características preexistentes, por esta razón reconocer las posibilidades y limitaciones de la matriz biofísica como premisa es capital para un proyecto ambiental sostenible (R. Folch, 2014).

Entendemos *ecosistema* como la suma de biocenosis y biotopo, es decir, el conjunto de organismos vivos, el territorio que ocupan y sus interrelaciones. Casi todos los ecosistemas dependen de la energía solar que se incorpora a las plantas a través de la fotosíntesis y que es la base de los procesos ecológicos.

Cuando una característica intrínseca del ecosistema o un proceso ecológico contribuye al mantenimiento y la evolución del ecosistema, hablamos de función ecológica. Si esta función ecológica o característica del ecosistema redundan en un bienestar humano, hablamos de servicio ecosistémico.

La conservación de la biodiversidad, entendida como la diversidad genética dentro de cada especie, diversidad de especies (riqueza o número de especies), y diversidad ecológica (ecosistemas y comunidades) es una preocupación global que no pertenece tan solo a ámbitos forestales inhóspitos y poco alterados como el Amazonas o la Antártida.

La diversidad biológica está constituida por elementos que regulan los flujos naturales de materia y energía, juegan un papel relevante en procesos atmosféricos y climáticos, o en el ciclo de los nutrientes que, en definitiva, generan sistemas y ambientes funcionales indispensables para nuestra propia supervivencia.

### Referencia Bibliográfica

Folch, R. (2014). *Matrius, escales i territori*. Quaderns PDU Metropolità 01. Àrea Metropolitana de Barcelona.

La sociedad se aprovecha directamente de algunos servicios que le ofrece la biodiversidad como los alimentos, productos farmacéuticos o cosméticos, fibras, tejidos, madera, etc., y tiene un papel fundamental desde la óptica científica para estudiar la evolución de la vida y entender el papel de cada especie en el ecosistema.

En las ciudades y sus áreas metropolitanas, además, la biodiversidad tiene una incidencia relevante en la configuración del paisaje territorial, el contacto con la naturaleza, el turismo, el ocio al aire libre, entre otros servicios que aumentan la calidad de vida de sus habitantes.

No obstante, existe un consenso y una constatación evidente por parte de todos los análisis realizados en materia de biodiversidad sobre la pérdida sostenida de diversidad biológica, tanto de poblaciones como de especies, hábitats y paisajes en las últimas décadas. Procesos como los cambios de uso del suelo, el deterioro de los hábitats o la fragmentación se erigen como las principales causas de esta pérdida, y el actual contexto de cambio global hace prever, aún más, un incremento de las presiones sobre la biodiversidad en un futuro no muy lejano.

### **Fragmentación del territorio**

La fragmentación del territorio es el proceso de transformación del territorio que comporta la división de un hábitat extenso en piezas más pequeñas y, por tanto, de menor calidad ecológica, frecuentemente a causa del establecimiento de infraestructuras, pero también de otras barreras artificiales como las generadas por los espacios urbanizados y determinados tipos de agricultura intensiva.

*(Bases para las directrices de conectividad ecológica de Catalunya, 2006).*

Las medidas adoptadas hasta ahora en relación con la conservación de la biodiversidad, todas ellas necesarias, se muestran aún insuficientes. La protección de espacios naturales, evolucionada posteriormente al concepto de protección de redes ecológicas, ha conseguido proteger espacios, pero no la totalidad de procesos que garantizan su biodiversidad y que, muchas veces, se dan fuera de estos espacios protegidos.

En este sentido, las tendencias conservacionistas actuales buscan un nuevo enfoque más integrado, menos centrado en la protección de espacios y más centrado en la mejora de los procesos que aseguran la funcionalidad de los ecosistemas. La conectividad ecológica, entendida como la propiedad de un territorio (calidad de los hábitats y de los espacios semitransformados) que permite, además del movimiento y la dispersión de organismos, el mantenimiento de los procesos ecológicos y de los flujos que los caracterizan (agua, materia, genes, etc.); se configura, por tanto, como un elemento fundamental para asegurar la conservación de la biodiversidad, aún más en territorios densamente urbanizados y tejidos de infraestructuras como las áreas metropolitanas.

#### **Red ecológica**

La red ecológica es la red coherente de espacios agroforestales entendida como un conjunto de espacios de elevado valor natural, generalmente protegidos, rodeados de zonas de influencia y conectados entre sí por otros espacios de menor dimensión, pero suficientemente bien conservados y dispuestos de manera que permitan los movimientos y la dispersión de especies de flora y fauna y el mantenimiento de los flujos que garantizan la funcionalidad de los ecosistemas.

La ecología del paisaje, entendida como la disciplina que estudia los patrones y estructura espaciotemporal del paisaje y su relación con los procesos funcionales que se llevan cabo en él, permite hacer una aproximación global a las problemáticas de conservación existentes en un territorio, y delimitar redes ecológicas con una clasificación simple de espacios (áreas núcleo, conectores ecológicos, corredores discontinuos, trama, matriz) que caracterizan su función y a la vez son útiles para la ordenación del territorio.

En definitiva, desde la óptica de esta disciplina, el paisaje es percibido como una entidad funcional en la que propiedades como el tamaño, la forma, la continuidad o la diversidad de las manchas condicionan los flujos de materiales, energía y organismos que se producen entre ellas.

### **Conector ecológico**

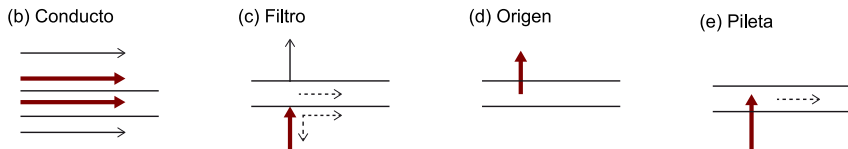
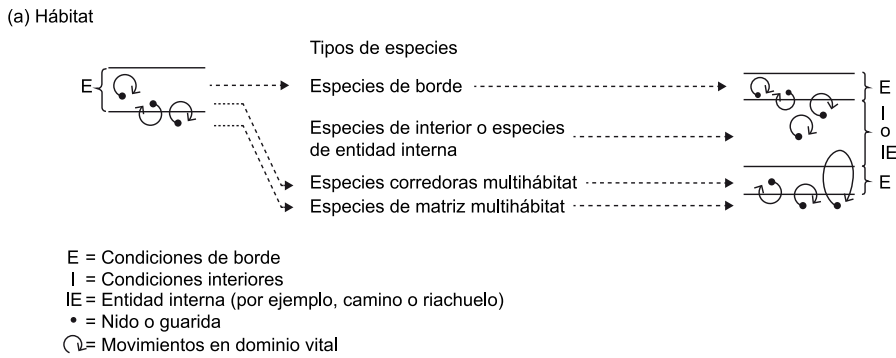
El conector ecológico es un sector relativamente amplio del territorio definido a partir de unas características morfológicas y de una estructura de hábitats que favorecen la continuidad de los flujos biológicos y ecológicos, como es facilitar el movimiento de un amplio abanico de especies a través del territorio y mantener la continuidad de determinados procesos ecológicos. Por la diversidad de hábitats que contiene, naturales y seminaturales, por su tamaño y por el hecho de acoger a un gran número de especies, no solo actúa como conector, sino que, generalmente, es a la vez el hábitat de determinadas especies.

No obstante, es necesario no olvidar la complejidad de los procesos ecosistémicos y de diversidad de situaciones que se están tratando bajo esta aparente simplicidad metodológica. No todos los conectores ecológicos, espacios de paso, tramas o áreas núcleo son iguales, y la conectividad ecológica tiene múltiples escalas de análisis, desde la conexión de paisajes, hasta la conexión de pequeñas poblaciones de especies con rangos de movimiento limitados.

La integración de esta complejidad, diversidad y multiescalaridad dentro de un análisis global, si bien tiene la virtud de ser comprensible y traducible a ordenaciones territoriales, también puede llevar a errores si se analizan sectorialmente para determinados ecosistemas, grupos faunísticos o especies en concreto y, por tanto, sus resultados se deben interpretar con cautela.

#### **Punto crítico**

El punto crítico es el lugar de interés para la conectividad ecológica en el que se concentran los efectos negativos de la presión urbana y de las infraestructuras, hasta el punto de limitar en gran medida, o impedir, su función conectora. Aunque afecte a un sector de extensión reducida, los efectos generados pueden ser muy graves para el mantenimiento de la conectividad ecológica de un ámbito mucho más extenso.



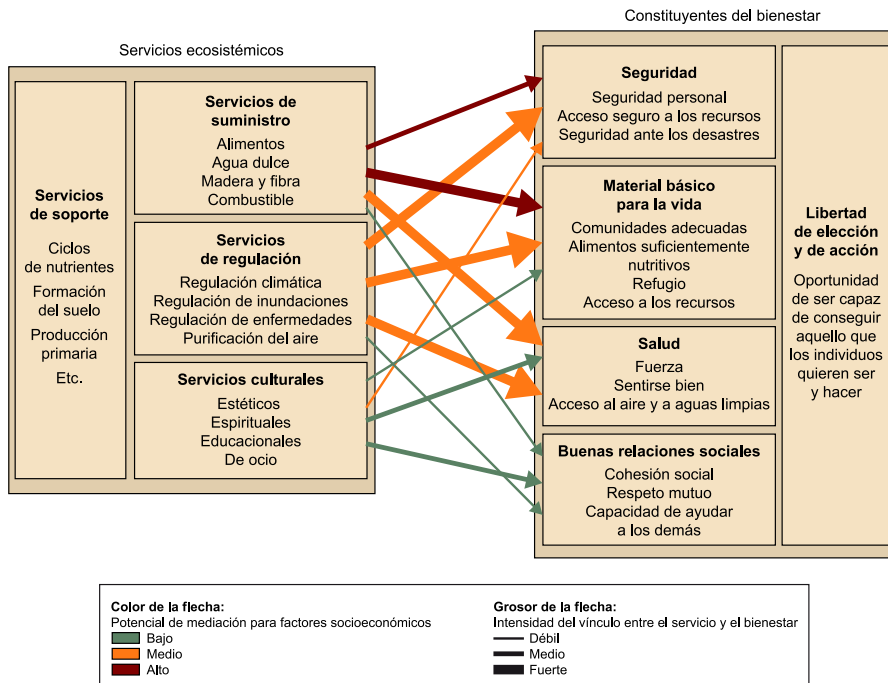
Cinco funciones de los corredores. (a) Corredor estrecho (izquierda) y amplio (derecha); especies multihábitat utilizan dos o más hábitats. (b) Aumento de la probabilidad de movimiento dentro o al lado del corredor. (c) (d) (e) Movimientos y flujos entre matriz y corredores. Fuente: Land Mosaics. Forman, R. T. T. (1995).

Queda clara, por tanto, la necesidad de incorporar en la planificación territorial y urbanística la matriz biofísica como elemento estructurante y preexistente, y que el establecimiento de una red ecológica funcional es fundamental para la conservación de la biodiversidad, que a la vez es la base y el soporte de la vida y el garante de la prestación de servicios ecosistémicos.

En este sentido, en los últimos años ha cobrado relevancia el concepto de *infraestructura verde*, definida en mayo de 2013, en el informe “Infraestructura verde - mejora del capital natural de Europa” de la Comisión Europea, como: “Red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales de otras características ambientales, diseñada y gestionada para ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos”.

Se entiende así la infraestructura verde como el soporte de los servicios ecosistémicos, ya que la demanda de capital natural y de servicios ecosistémicos es cada vez mayor (Ayres y van den Bergh 2005; Guo y otros, 2010; Krausmann y otros, 2009). Aunque nos hayamos distanciado de la naturaleza, dependemos completamente de los servicios que nos proporciona (MA, 2003). Así como cualquier otro sistema socio-ecológico, las ciudades dependen de los ecosistemas y de sus componentes para sostener, a largo plazo, las condiciones necesarias para la vida, la salud, la seguridad, las buenas relaciones sociales (EEA, 2011) y otros aspectos importantes del bienestar humano (TEEB, 2011).

Los servicios ecosistémicos son, pues, los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas y que contribuyen directa o indirectamente al bienestar de las personas (TEEB, 2010).



Relaciones entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano  
Fuente: Reid 2005.

**Referencias bibliográficas**

Ayres, R.U., van den Bergh, J. (2005). A theory of economic growth with material/energy resources and dematerialization: interaction of three growth mechanisms. *Ecological Economics*, vol. 55, p. 96-118.

EEA (European Environmental Agency) (2011). Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. *EEA Technical report*, vol. 18. European Environment Agency.

Guo, Z., Zhang, L., Li, Y. (2010). Increased dependence of humans on ecosystem services and biodiversity. *PLoS One* vol. 5, p. 1-7.

Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K.H., Haberl, H., Fischer-Kowalski, M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, vol. 68, p. 2696-2705.

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2011). Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. UNEP and the European Commission.

**Referencia bibliográfica**

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. *Earthscan*, London.

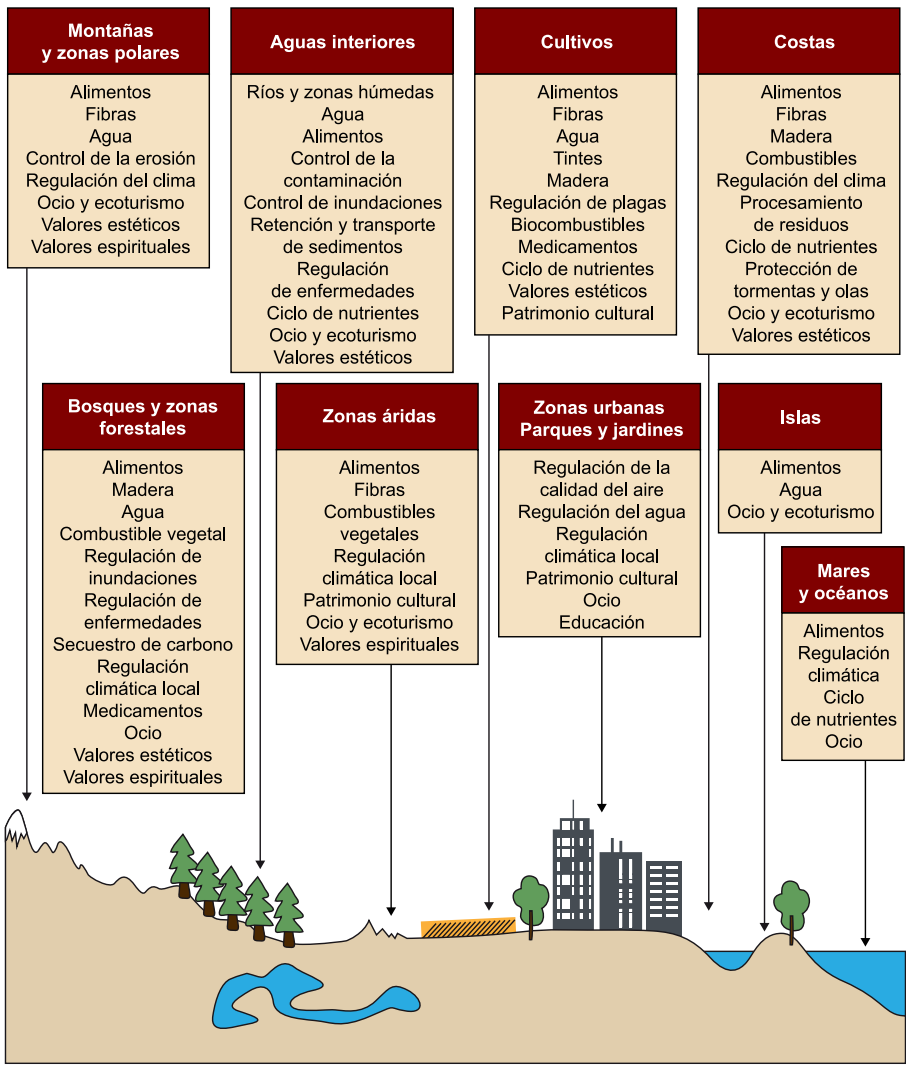
El énfasis del concepto de infraestructura verde radica en el interés de maximizar los servicios ecosistémicos basados en la integración de soluciones naturales en la ordenación y el desarrollo territorial. El concepto de infraestructura verde enfatiza tanto la calidad como la cantidad de los espacios verdes urbanos y periurbanos, su rol multifuncional y la importancia de las interconexiones entre los hábitats (Sandström, 2002; Tzoulas y otros, 2007). Si una infraestructura verde está bien planificada, desarrollada y mantenida tiene el potencial de guiar el desarrollo urbano dotándolo de un marco para el crecimiento económico y la conservación de la naturaleza. El despliegue del concepto de infraestructura verde en el ámbito de la planificación y la gestión territoriales puede ofrecer muchas oportunidades para la integración entre el desarrollo urbano, la conservación de la naturaleza y la mejora de la salud pública (Gobster, 1995).

**Referencias bibliográficas**

Sandström, U. G. (2002). Green infrastructure planning in urban Sweden. *Planning Practice and Research*, vol. 17, p. 373-385.

Tzoulas, K.; Korpela, K.; Venn, S.; Yli-Pelkonen, V.; Ka#mierczak, A.; Niemela, J.; James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, vol. 81 (3), p. 167-178.

Gobster, P. H. (1995). Perception and use of a metropolitan greenway system for recreation. *Landscape and Urban Planning*, vol. 33, p. 401-413.



Principales servicios ambientales de diferentes tipos de ecosistemas  
Fuente: Adaptación de MEA 2005a

Sin conectividad no hay sistema ecológico; sin sistema ecológico no hay servicio ambiental; sin servicio ambiental no hay ni habitabilidad antrópica ni producción económica, y sin producción y habitabilidad ¿qué sentido tiene el urbanismo? (R. Folch, 2015).

#### Referencia bibliográfica

Folch, R. (2015, 25 de febrero). *Planeamiento y ecología*. El Periódico.

## 1.2. El verde urbano como prestador de servicios ecosistémicos

### 1.2.1. ¿Por qué las ciudades necesitan verde?

Los beneficios más evidentes del verde urbano son los sociales, los espacios verdes son percibidos por el ciudadano como espacios de paz y belleza para la contemplación y la reflexión, para el descanso y para el ocio informal; ofrecen la oportunidad de mejorar la salud y el bienestar personal participando en una amplia gama de actividades deportivas al aire libre; ofrecen la oportunidad de encontrar espacios para reunirse, hablar o jugar, para la relación entre amigos o desconocidos, entre familias o entre individuos de diferentes generaciones; proporcionan vínculos con el pasado, sentido de lugar e identidad; permiten la realización de eventos comunitarios y de voluntariado, y devienen un aula al aire libre para la educación en determinadas temáticas como el arte, el diseño o las ciencias naturales.

Otros beneficios del verde urbano menos conocidos son los servicios ambientales de regulación y soporte. Los verdes urbanos ofrecen hábitats para la fauna libre y el establecimiento de comunidades forestales, que añaden biodiversidad al medio urbano; juegan un papel importante en la estabilización de la temperatura y humedad en la ciudad; contribuyen a la reducción de la contaminación del aire y del agua subterránea, ofrecen oportunidades para el reciclaje de materiales orgánicos; permiten reducir la velocidad del agua de escorrentía facilitando la infiltración y reduciendo la infraestructura de drenaje, y contribuyen a percibir mejor las estaciones y los vínculos con el mundo natural dentro del medio ambiente urbano.

#### ¡Aclaración! Los parques y jardines no son los pulmones de la ciudad.

A raíz de algunos titulares periodísticos de los años ochenta relacionados con el movimiento contra la deforestación de las zonas selváticas y, en concreto, del Amazonas, aún hoy está presente en el subconsciente de parte de la sociedad actual la creencia de que los bosques son el pulmón del planeta y, por analogía, muchos ciudadanos creen que uno de los principales servicios ambientales de los parques urbanos es el hecho de ser los pulmones de la ciudad. Esta afirmación es muy poco consistente y hace falta redundar en su aclaración.

Esta idea surge de pensar que la vegetación, al realizar la fotosíntesis, consume CO<sub>2</sub> de la atmósfera y libera oxígeno. Pero esta explicación es incompleta. Explicado de manera sencilla, las plantas realizan la fotosíntesis para conseguir dos cosas: crecer y crear nuevas estructuras (ramas, hojas, flores) y para crear combustible que les proporcione energía.

Las plantas, sin embargo, también respiran para mantenerse vivas y en este proceso gastan el combustible acumulado absorbiendo parte del oxígeno que habían liberado con la fotosíntesis, y liberando parte del CO<sub>2</sub> que antes habían captado. De esta manera, la planta no se conforma como una fábrica continua de oxígeno, sino que secuestra CO<sub>2</sub> a medida que crece.

Cuando la planta o partes de la planta mueren, sus estructuras son degradadas por microorganismos que consumen oxígeno y liberan CO<sub>2</sub>. Consecuentemente tanto los bosques como los suelos que contienen materia orgánica, y lo mismo se puede aplicar a los parques y jardines, liberan o captan CO<sub>2</sub> y oxígeno globalmente dependiendo de su equilibrio y balance entre ganancia y pérdida de biomasa.

Explicado aún de modo más sencillo, la cantidad de vegetación que vemos en un parque o jardín es un cúmulo de carbono secuestrado y oxígeno liberado, pero en ningún caso es una fábrica continua de oxígeno.

En este sentido, se puede considerar que otro de los servicios ambientales del verde urbano es el secuestro de carbono que contribuye en su medida a la atenuación del cambio climático, considerando que el carbono existente en la vegetación de la ciudad es CO<sub>2</sub> captado de la atmósfera, y considerando también que si se aumenta la cantidad de vegetación en la ciudad, eso permitirá tener más CO<sub>2</sub> secuestrado; pero considerando, también, que la cantidad de vegetación no se puede aumentar indefinidamente y que, consecuentemente, no es un secuestro continuo, sino que puede haber épocas en las que incluso los verdes urbanos consuman globalmente oxígeno y liberen CO<sub>2</sub>. En este sentido, la contribución del verde urbano en la atenuación del cambio climático puede ser más significativa por el efecto regulador de las temperaturas que la vegetación proporciona a la ciudad y el ahorro energético que esto supone por el CO<sub>2</sub> que secuestra.

Finalmente, el verde urbano también tiene un impacto económico positivo en las ciudades, aumenta el valor de las propiedades circundantes a los espacios verdes, tanto comerciales como residenciales, aumentando así también el rendimiento de los impuestos para mantener los servicios públicos; contribuye a la atracción del turismo; fomenta el trabajo y las inversiones en relación con el área y ayuda a crear una buena imagen del lugar (Barber, 2005).

#### Referencia bibliográfica

A. Barber (2005). *Green future, A study of the management of multifunctional urban green spaces in England.*

### 1.2.2. ¿Cómo maximizar los servicios ambientales del verde urbano?

Si, como hemos visto en el subapartado anterior, tenemos claro que los servicios ambientales que proporciona el verde urbano son fundamentales para hacer de las ciudades un lugar habitable, la siguiente cuestión para resolver es cómo podemos asegurarnos de que los verdes urbanos que planificamos y gestionamos en una ciudad puedan ofrecer el máximo número de servicios ambientales; cómo podemos asegurarnos de que todos los ciudadanos puedan disfrutar de estos servicios, y cómo integramos estos objetivos dentro del resto de dinámicas y estructuras de la ciudad.



Estas cuestiones deberían ser consideradas en el marco de una estrategia del verde urbano, que debería tener como principales ejes rectores los siguientes tres criterios:

- Planificar los espacios verdes urbanos como sistema.
- Facilitar la accesibilidad de la población a los espacios verdes.
- Pensar en la multifuncionalidad del sistema de verdes urbanos.

Vamos a verlos con detalle.

### **Planificación de los espacios verdes urbanos como sistema**

El primer paso para generar unas zonas verdes públicas integradas en la trama urbana, que sean útiles desde el punto de vista ambiental y social para los ciudadanos, es pensarlas como parte de un sistema que se debe tratar de modo global, como se hace con la planificación de la educación, las infraestructuras o el urbanismo. En este sentido, algunas iniciativas de planificación de espacios verdes ya utilizan el término *infraestructura verde*.

Es necesario tener una visión integral del sistema verde de una ciudad y no generar zonas verdes en lugares vacantes, sino buscar espacios necesarios para situar zonas verdes donde haya una carencia de estas y donde se integren mejor con el resto del sistema, de modo que cada elemento verde esté relacionado con los otros e interactúe con ellos y potencie y multiplique así sus beneficios ambientales y paisajísticos.

#### **Conceptos relacionados con el tratamiento del verde como sistema**

- **Anillo verde (*Green belt*)**. Red de parques que envuelve la ciudad, encarada a ordenar los fenómenos periurbanos, definir la transición de la ciudad con el medio agroforestal, concentrar las demandas de ocio en espacios forestales de zonas próximas a la ciudad y así asegurar también menores impactos en medios más sensibles preservando la biodiversidad.
- **Infraestructura verde**. Red de espacios verdes, forestales o agroforestales estratégicamente planificada y gestionada para conservar sus funciones ecológicas y garantizar la prestación de servicios ambientales a las poblaciones humanas. Este concepto es aplicable tanto a redes de espacios naturales (a escala regional) como a redes de espacios verdes urbanos (a escala de ciudad).
- **Corredores verdes urbanos**. Un concepto relativamente moderno relacionado con el verde urbano son los denominados corredores verdes urbanos: franjas del tejido urbano, normalmente ejes viarios, donde aparece una concentración de vegetación superior a los entornos y que conectan espacios verdes priorizando el uso del peatón y los medios de transporte no motorizados, encarados a tratar el verde urbano como un sistema de espacios y conexiones, es decir, como una infraestructura verde.



Tipologías de ordenaciones de los verdes urbanos

## Accesibilidad de la población a los espacios verdes

El sistema de verdes urbanos debe ser continuo y accesible alrededor de la ciudad y radialmente hacia el centro, buscando rutas concéntricas entre parques periféricos y aprovechando elementos físicos de la matriz primigenia existentes (ríos, montañas, etc.), como estructuradores del sistema, solo así podrán hacer que sus funciones se concentren en servicios aprovechados de modo eficiente por el ciudadano.

La macroplanificación de un sistema de espacios verdes no puede despreciar el hecho de que un espacio verde debe servir al ciudadano y que le ha de proporcionar calidad de vida, por eso es importante trabajar en la microplanificación y recordar que, además de los grandes parques de la ciudad, también deben existir pequeñas zonas verdes próximas a cada vivienda. Su objetivo es convertirse en un espacio de ocio próximo al que los usuarios puedan desplazarse de diariamente sin perder demasiado tiempo (Falcón, 2007).

Sin embargo, es necesario comprender que lo que interesa acercar a la población son los servicios ambientales del verde urbano, y no todos los espacios verdes ofrecen todos los servicios ambientales que el verde urbano puede ofrecer. En este sentido, el tamaño de los espacios verdes puede ser determinante para la prestación de determinados servicios ambientales. De modo general, los grandes espacios verdes pueden albergar poblaciones más grandes y diversas de animales y plantas; tener grandes espacios verdes es importante también para proteger los acuíferos y la calidad del agua superficial, y los grandes espacios verdes ofrecen también más oportunidades para las actividades deportivas (recorridos más largos para correr o caminar, por ejemplo).

### Referencia bibliográfica

Falcón, A. (2007) Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Ed. GG. Barcelona.

Por consiguiente, los grandes espacios verdes son también necesarios y, según su tamaño y características, se puede considerar que ofrecen una cobertura más grande o más pequeña de acceso a los ciudadanos de su entorno considerando un determinado servicio ambiental. Es decir, si una persona quiere llevar a jugar a sus bebés, buscará el parque más cercano con juegos infantiles independientemente de las dimensiones del parque; en cambio, si una persona quiere ir a correr 10 km un día determinado o quiere salir a pasar la mañana caminando, o pasar el día de picnic en un parque, estará dispuesto a desplazarse más lejos para encontrar un espacio más amplio.

#### **Cobertura de las diferentes tipologías y tamaños de espacios verdes y otros indicadores de accesibilidad**

- Cobertura de las diferentes tipologías de espacios verdes (Falcon, 2007)
  - Parques periurbanos y corredores urbanos (20-40 ha o más) – Cobertura 10 km.
  - Parques forestales y parques lineales (3-10 ha) – Cobertura 5 km.
  - Parques urbanos (1 ha o más) – 1 km.
  - Parques y jardines (0,2 ha o más) – 250 m.
  - Plazas arboladas (500 m<sup>2</sup> o más) – Cobertura 100 m.
- Accesibilidad de los ciudadanos a espacios verdes (Rueda, 2007).
  - Acceso a un espacio verde mayor a 0,2 ha – Distancia menor a 200 m (desplazamiento de carácter cotidiano a pie).
  - Acceso a un espacio verde mayor a 0,5 ha – Distancia menor a 750 m (desplazamiento a pie de carácter no cotidiano).
  - Acceso a un espacio verde mayor a 1 ha – Distancia menor a 2 km (desplazamiento en bicicleta).
  - Acceso a un espacio verde mayor a 10 ha – Distancia menor a 4 km (desplazamiento en transporte público).

Otros parámetros indicadores de accesibilidad al verde urbano, además de la cobertura de los espacios verdes, son los m<sup>2</sup> de verde por habitante, la intensidad de uso de los espacios verdes urbanos o la proximidad a la población más usuaria de estos espacios.

La infraestructura verde urbano, por consiguiente, puede estar compuesta por pocos y grandes parques que aporten unos beneficios ambientales considerables, pero alejados del uso diario de gran parte de los ciudadanos, o bien puede consistir en la ubicación de muchos y pequeños espacios que den respuesta a las necesidades de ocio, pero que no tengan la misma efectividad en determinados servicios ambientales con más requerimientos de área. Probablemente, el sistema de espacios verdes más accesible consista en una combinación equilibrada de zonas verdes de diversos tamaños y usos que se complementen entre sí. Esta reflexión ejerce de vínculo con el tercer criterio de planificación de los verdes que se expone a continuación.

#### **Multifuncionalidad del sistema de verdes urbanos**

Una vez planificado y establecido un sistema adecuado de verdes urbanos a nivel de interconexión, accesibilidad, y diversidad de tamaños, es necesario pensar en los usos que deben tener los espacios que conforman este sistema. Otra vez, si tenemos una visión parcial del sistema de espacios verdes y planificamos el uso de un determinado parque pensando tan solo en los entornos, podemos caer en el error de ser poco ambiciosos. Una visión parcial en el establecimiento de usos de los parques nos puede conducir a un sistema de verdes

#### **Referencia bibliográfica**

Rueda, S. (2009) El verd urbà: com i per què?: un manual de ciutat verda. Fundació Territori i Paisatge.

#### **Referencia bibliográfica**

Falcón, A. (2007) Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Ed. GG. Barcelona.

urbanos redundante y con las mismas características, en cambio, una planificación holística e interdisciplinar de los usos nos conducirá a incrementar la diversidad de servicios del verde y la eficiencia global del sistema.

El sistema de verdes urbanos debe ser multifuncional para poder ofrecer todos los servicios que el ciudadano demanda. Un buen ejemplo de modelo de planificación y gestión, en este sentido, es el modelo CLERE (Community, Landscape, Ecology, Recreation, Economy) que propone cinco enfoques para conseguir un sistema de verdes multifuncional:

- **Planificar y gestionar la infraestructura verde urbana como agente para el desarrollo comunitario y la educación:** proporcionando espacios para eventos comunitarios, creando oportunidades para el voluntariado, apoyando la relación dentro las familias y la mezcla intergeneracional, creando alianzas entre grupos empresariales y de voluntariado, habilitando rutas cívicas alternativas y actuando como catalizador para la planificación de ejercicios participativos educativos.
- **Planificar y gestionar la infraestructura verde como paisaje para conservar:** conservando los paisajes históricos, los bosques y las reservas naturales; conservando las visuales hacia los espacios verdes y dentro de ellos; manteniendo su estructura de elementos singulares tales como árboles, lagos o caminos; utilizando los parques y paisajes verdes como lugares de actividad cultural al aire libre como, por ejemplo, representaciones teatrales y musicales, y utilizando el paisaje como recurso educativo mediante programas escolares y de voluntariado.
- **Planificar y gestionar la infraestructura verde como ecosistema que presta servicios urbanos:** ofreciendo soporte a sistemas sostenibles de drenaje urbano, creando y gestionando hábitats forestales, favoreciendo la educación ambiental, mejorando la conectividad entre espacios verdes para pasear y montar en bicicleta, y diseñando los verdes para crear zona de sombra y de protección de vientos.
- **Planificar y gestionar la infraestructura verde como recurso recreativo para la salud y el bienestar:** organizando eventos y promocionando el deporte, fomentando estilos de vida saludables, permitiendo espacios de tranquilidad y ofreciendo servicios como vestuarios, cafeterías y lavabos.
- **Planificar y gestionar la infraestructura verde como contribuyente a la economía local:** haciendo el seguimiento de los valores de las propiedades circundantes, pensando en el fomento del turismo, promocionando ciclos de actividades juveniles, ejecutando programas de salud y educación en colaboración con otras empresas locales y escuelas, promocionando y comercializando las oportunidades recreativas, y creando oportunidades para el desarrollo de habilidades de conservación y horticultura.

#### Referencia bibliográfica

Barber, A. (2005) Green Future: A Study of the Management of Multifunctional Urban Green Spaces in England. GreenSpace Forum.

“... hay que recordar que un parque o un jardín no tienen que ser solo manchas de verde en un plano urbano; también tienen que constituir una conexión entre la ciudad y su entorno natural. En definitiva, los parques tienen que presentarse como corredores de vegetación y espacios complementarios de usos que conviertan las ciudades en lugares realmente habitables”.

### **Dar consistencia al sistema: diseñar una estrategia que no sea autista**

El diseño de una estrategia del verde urbano no finaliza en el desarrollo de los tres ejes rectores antes expuestos. Cabe considerar, como ya se ha expuesto anteriormente, que la infraestructura verde tiene incidencia en múltiples temáticas de la ciudad que son planificadas y gestionadas de modo independiente y que probablemente tengan también su propia estrategia. En este sentido, es capital coordinar y aprovechar la potencialidad de la infraestructura verde para nutrir el resto de estrategias sobre las que el verde puede tener incidencia: la estrategia urbanística, la estrategia de salud pública, la estrategia cultural, la estrategia de sostenibilidad, la estrategia de seguridad pública, la estrategia de transporte público, la estrategia de biodiversidad o la estrategia de accesibilidad igualitaria.

“La infraestructura verde es una red multifuncional de espacios verdes y otros elementos naturales, tales como canales, lagos y frentes marítimos que proporcionan una serie de beneficios sociales, ambientales y económicos. Una estrategia del verde urbano establece una visión integrada para la distribución, protección y mejora de esta red” (CABE space, Mayor of London, 2009)

### **Referencia bibliográfica**

Falcón, A. (2007). Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Ed. GG. Barcelona.

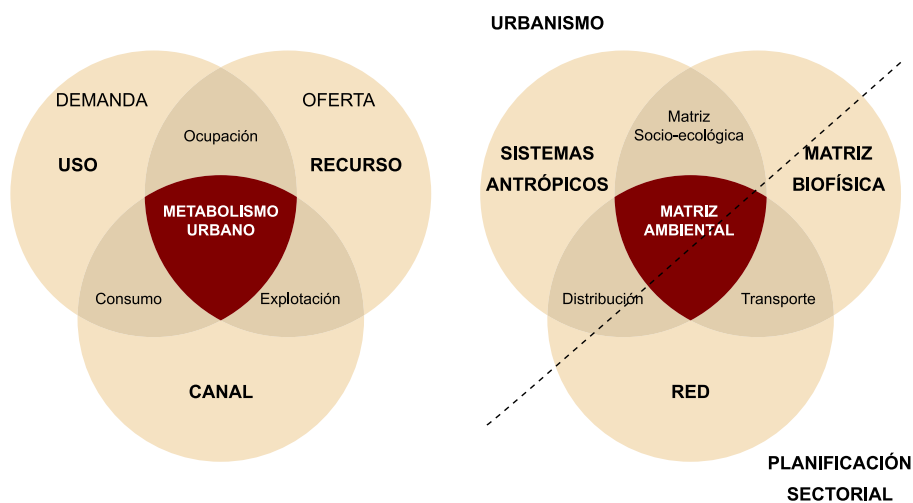
## 2. Urbanismo y metabolismo urbano

Aunque se otorgue al urbanismo el objetivo general y ambicioso de la planificación de las ciudades, la práctica instrumental relega esta disciplina a planificar, en esencia, la forma y distribución de los derechos y deberes de la propiedad del suelo.

La imagen y el desarrollo final de las ciudades, su funcionamiento y complejidad o su sostenibilidad, aunque están altamente condicionados por las determinaciones del planeamiento urbanístico (Serratosa, 1997), dependen de muchos más factores: las decisiones políticas, el sistema económico, la planificación sectorial, las dinámicas socioeconómicas, la planificación estratégica, la definición a escala de proyecto, su financiación, la propia ejecución del proyecto, la gestión y el mantenimiento o el propio uso y actividad individual o colectiva.

Por otro lado, aunque la planificación urbanística pueda condicionar gran parte de la forma y distribución territorial de los usos antrópicos y su intensidad, cabe considerar que estos usos se implantan sobre una matriz biofísica preexistente que condiciona aún más el uso del suelo, o debería hacerlo.

El metabolismo urbano, entendido como el flujo constante de materiales y energía utilizado por los sistemas urbanos, parece en este contexto una temática alejada de las competencias urbanísticas. No obstante, este flujo de materiales y energía relaciona unos elementos consumidores (usos antrópicos) con unos elementos naturales generadores de recursos y servicios ecosistémicos (matriz biofísica) a través de un canal de aprovechamiento (redes e infraestructuras de servicio).



En este contexto de demanda y oferta relacionada con la distribución territorial de intensidades de uso y de recursos, el urbanismo puede incidir de manera determinante en la mejora del metabolismo urbano.

En este sentido, se definen los principios básicos que el urbanismo debería integrar para alcanzar este reto:

### **1) Funcionalidad ecológica**

Es necesario conservar y mejorar los espacios que permiten las relaciones ecológicas, ya que son el garante de la prestación de servicios ecosistémicos y de calidad ambiental de los entornos urbanos.

### **2) Conservación y mejora de los recursos**

Más allá de la mejora de la funcionalidad de los ecosistemas y ciclos naturales, es necesario prestar atención a la planificación de aquellos aspectos de mejora de la matriz biofísica que permitan aumentar los recursos y servicios demandados por los usos antrópicos.

### **3) Autosuficiencia**

Si bien este reto se plantea imposible de conseguir a corto plazo en ámbitos metropolitanos, es necesario abordarlo analizando cada flujo (agua, energía, materiales) en la escala pertinente y plantear el reto de la autosuficiencia en el ámbito territorial más reducido posible.

### **4) Circularidad**

Es necesario romper la dinámica de un metabolismo lineal que obtiene toda nueva necesidad o demanda mediante nueva producción e incremento de explotación de recursos, y apostar por un metabolismo que aproveche los flujos residuales como nuevos recursos, minimizando así sus externalidades.

### **5) Renovación**

Es necesario preservar esta circularidad también en lo referente a la generación de bienes y servicios que aporta la matriz biofísica, y adaptar el consumo al ritmo de renovación de estos recursos. En este sentido, es necesario apostar por un modelo urbano que se nutra cada vez más de energía y recursos renovables.

### **6) Eficiencia/ahorro**

Para conseguir un modelo 100 % renovable es necesario reducir la cantidad de recursos que se consumen. Por tanto, es prioritario trabajar también sobre la organización interna de los usos antrópicos y su eficiencia en la demanda de recursos.

### **7) Proximidad**

Es necesario acercar los ámbitos de producción de recursos y servicios ecosistémicos a los ámbitos de consumo, de manera que se minimiza el consumo de recursos asociados al transporte y la distribución.

### **8) Integración**

El canal de aprovechamiento de recursos o de recogida de flujos residuales no siempre debe materializarse mediante una infraestructura desacoplada del territorio. En este sentido, es necesario pensar en soluciones basadas en la naturaleza para favorecer una mejor integración de usos antrópicos y matriz biofísica.

### **9) Cohesión**

Existen múltiples aspectos del metabolismo urbano relacionados con aspectos sociales. La cohesión debe permitir evitar situaciones de desequilibrio y facilitar un uso colectivo más racional y justo de los recursos que garantice el bienestar de los ciudadanos.

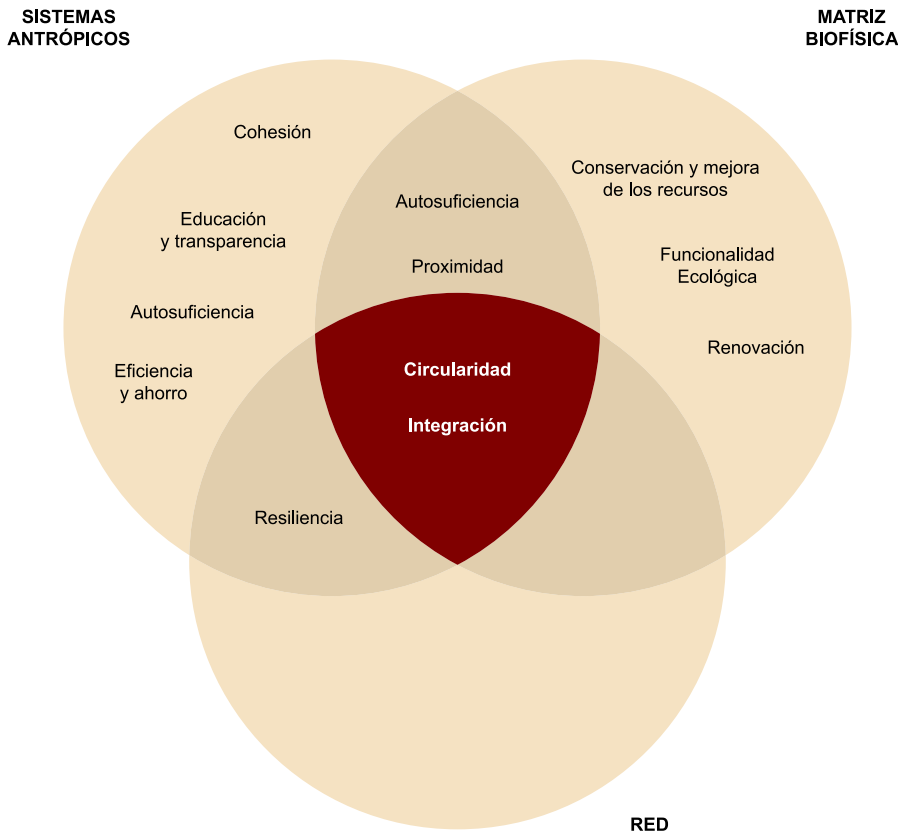
### **10) Habitabilidad**

Es necesario evitar que las externalidades del metabolismo urbano generen problemáticas de calidad ambiental y social en espacios urbanos, que pueden incluso llegar a afectar a la salud.

### **11) Resiliencia**

En el contexto actual de cambio global (cambio climático, transición energética, cambios acelerados en los ecosistemas y en las formas de vivir, etc.) y considerando las incertidumbres y los riesgos naturales y tecnológicos, es indispensable pensar en un modelo urbano capaz de superar determinados cambios sin alterar su funcionamiento.





La aplicación de estos principios es interdependiente. Así, la posibilidad de conseguir la autosuficiencia depende de la capacidad de mejora de los recursos y el potencial aprovechamiento de renovables; o de la misma manera, conseguir un modelo renovable de aprovechamiento de los recursos es más factible si se consigue mejorar la eficiencia y proximidad para reducir el consumo. Por esta razón, no es posible concebir por separado estos principios y retos, sino que tienen que verse como un conjunto que debe permitir la sostenibilidad ambiental del territorio.

El reto del urbanismo consiste en preservar la calidad de vida, la competitividad y la eficiencia al mismo tiempo. No obstante, es importante remarcar que no existe un modelo universal de urbanismo sostenible. Cada territorio debe encontrar el suyo dentro de una estrategia marco y unos estándares básicos. Por esta razón, es indispensable un enfoque multidisciplinar y multiescalar de la planificación urbanística.

## 2.1. Principales problemáticas y oportunidades

Las ciudades y los territorios metropolitanos presentan diversas problemáticas y oportunidades relacionadas con el metabolismo urbano, que, debido a su transversalidad, se relacionan con multitud de factores, competencias y agentes.

A partir del esquema de relación entre los sistemas antrópicos, la matriz biofísica y las redes, podemos repasar varias problemáticas y oportunidades de mejora recurrentes de las zonas metropolitanas relacionadas con el metabolismo urbano y que tienen parte de su solución en la ordenación territorial y urbanística a modo de ejemplo.

### **2.1.1. Matriz biofísica**

#### **Procesos de intensificación de la agricultura y de aforestación de los espacios abiertos**

La intensificación de la agricultura para devenir competitiva en un marco económico que no internaliza los impactos ambientales, y para permitir alimentar a una población mundial creciente, está generando, paradójicamente, un abandono de los cultivos extensivos y una pérdida neta global de zona agrícolas a nivel mundial. Se calcula que cada día perdemos 300 km<sup>2</sup> de terrenos agrícolas.

Esta intensificación provoca impactos ambientales como salinización, disminución de materia orgánica en el suelo, pérdida de biodiversidad, contaminación de los acuíferos y coste energético en la síntesis de los fertilizantes. En definitiva, una pérdida de biocapacidad del planeta sin precedentes.

#### **Servicios ecosistémicos presionados por el elevado uso en los márgenes urbanos**

Uno de los conflictos existentes en los bordes urbanos es la coexistencia de usos de carácter productivo con usos relacionados con el ocio al aire libre. La proximidad de los espacios verdes es una necesidad de primer orden que es necesario garantizar en la planificación urbana. No obstante, la demanda de espacios verdes de ocio puede repercutir en contra de espacios agrícolas productivos.

#### **Recursos de agua propios**

Por razones de densidad poblacional, dimensiones reducidas de las cuencas hidrográficas y dependiendo de la climatología, muchos territorios metropolitanos presentan problemas de calidad y cantidad de agua de proximidad.

Un recurso para el abastecimiento de agua localizado dentro de la propia área metropolitana son los acuíferos, sobre todo los relacionados con los deltas. No obstante, una excesiva explotación y una ineficiente protección frente a la contaminación pueden afectar negativamente a estas masas de agua subterránea. Utilizar de modo sostenible estos recursos y preservarlos permite disminuir la dependencia de recursos externos.

## **Recursos renovables**

Es necesario evaluar el potencial de energías renovables que existe en cada territorio metropolitano analizando el recurso eólico, solar, el potencial geotérmico, la biomasa, entre otras.

Es necesario tener en cuenta que la transición energética hacia un mayor aprovechamiento de energías renovables puede suponer también una mayor ocupación del suelo. En este sentido, se debe priorizar la instalación de sistemas de aprovechamiento de energía renovable en espacios ya utilizados por otros usos para incrementar así la eficiencia en el uso del suelo.

### **2.1.2. Sistemas antrópicos**

#### **Urbanización dispersa (*urban sprawl*)**

Un parque edificatorio disperso supone directamente mayor consumo de energía en concepto de movilidad (distancias medias de desplazamiento y mayor proporción de vehículo privado). Además, las viviendas unifamiliares consumen más por unidad de superficie y por persona, y generan otros impactos (fragmentación ecológica, pérdida de cohesión social, dispersión de las redes de servicios, etc.).

Es necesario apostar por el reciclaje urbano y la rehabilitación de los tejidos urbanos, priorizando las áreas urbanas más vulnerables. De manera complementaria, es necesario establecer un modelo policéntrico que estructure los suburbios.

#### **Riesgo de degradación de los barrios**

Muchos territorios metropolitanos tienen una elevada presencia de vivienda plurifamiliar antigua que suele concentrarse en sus centros urbanos. Por otro lado, en las periferias de los núcleos más densos aparecen ámbitos que destacan por un elevado porcentaje de inmigración.

Los tejidos urbanos compiten entre sí, hay barrios que presentan una dotación de vivienda poco competitiva que la gente abandona cuando tiene oportunidad. Hay una correlación directa entre estos barrios y las zonas con mayores déficits urbanísticos y sociales, que presentan, muchos de ellos, grandes *stocks* de vivienda vacía.

En estos barrios existen barreras financieras debido a que las rentas son bajas. Este hecho genera procesos de rehabilitación más lentos y también consecuencias energéticas que pueden derivar en carencias en cuanto a servicios básicos y también problemas de confort y salud.

Es necesario profundizar en cómo la planificación urbanística puede introducir instrumentos para mejorar los tejidos preexistentes sin necesidad de sustituirlos. El objetivo debería ser el impulso de intervenciones de rehabilitación proactivas y de transformación.

### **Parque edificado energéticamente ineficiente**

La mayoría del parque edificado con carencias energéticas se corresponde no tan solo con una mala calidad constructiva/energética pasiva, sino también con el equipamiento activo, es decir, la mayoría de estos edificios no dispone de sistemas activos para la climatización y los residentes optan por sistemas muy poco eficientes, como estufas de butano, entre otras.

La composición de las familias tiene más incidencia en los consumos energéticos que las características de la vivienda. La renta es un parámetro importante en el consumo de energía primaria. Muchas veces el consumo de las viviendas nuevas es superior al de las antiguas. Las causas son diversas, desde el tipo de residentes al mayor equipamiento y puntos de consumo.

Las oportunidades de mejora energética de los edificios pasan por acompañar las soluciones estructurales y tecnológicas con medidas de capacitación ciudadana, que conviertan a los usuarios en protagonistas.

### **Aumento de la presión sobre los recursos y disfunciones generadas por la población estacional**

La visita turística de muchas ciudades con atractivo a nivel internacional pone, a veces, en riesgo la capacidad de carga del territorio, ya que intensifica el consumo de recursos (agua, energía y materiales).

### **Envejecimiento de la población**

El índice de envejecimiento de la población es un problema común de muchas ciudades, y esto implica mayor porcentaje de gente vulnerable (por ejemplo, a la subida de temperatura por efecto del cambio climático) y con necesidades especiales, que será necesario tener en cuenta al evaluar riesgos e intervenir en determinados tejidos urbanos.

### **Crecimiento progresivo del consumo eléctrico**

Cada vez existe un mayor peso del consumo de electricidad frente a las energías fósiles como energía de uso final. La electricidad será el modo predominante de energía final en todos los sectores, excepto en determinados tipos de industria y en el transporte de larga distancia y aéreo.

Este hecho plantea una mayor dependencia de la red eléctrica debido a la constante electrificación de muchos procesos. El incremento progresivo de la demanda eléctrica en casi todos los sectores generará un incremento en

el valor absoluto de energía solicitada por la red eléctrica. En este sentido, será necesario un refuerzo y una adaptación de la red eléctrica y una gestión inteligente de esta.

### **2.1.3. Infraestructuras de explotación del recurso y de la red de transporte**

#### **Modelo centralizado de generación y transporte de los recursos**

La mayoría de las regiones metropolitanas del mundo presentan pocos puntos de producción de energía de gran potencia y están alejados de los grandes centros de consumo. La vulnerabilidad de la red eléctrica tiene uno de sus principales riesgos en la centralización que presenta actualmente. Una caída de las arterias principales de la red puede derivar en una caída en cadena del resto de la red.

#### **Crecimiento urbano basado en la movilidad motorizada; consumo excesivo de energía de la movilidad**

La ciudad monofuncional y dispersa genera un mayor número de viajes obligados (trabajo, estudio, movilidad personal). La dispersión obliga a utilizar el vehículo privado por falta de transporte público. Las redes viarias se congestionan y generan pérdidas de tiempo evaluadas en miles de millones de horas al año.

### **2.1.4. Sistemas antrópicos-matriz biofísica**

#### **Falta de proximidad de bienes y servicios**

El proceso urbanizador de las últimas décadas ha generado tejidos monofuncionales con falta de centralidad. La dispersión de los usos sobre el territorio pone en evidencia la necesidad de una estrategia de ordenación que haga compatible los requisitos de los sistemas antrópicos y los de la matriz biofísica.

El equilibrio entre residencia y trabajo, la complejidad de servicios, personas y actividades favorece las relaciones de proximidad y permite la eficiencia y sostenibilidad de servicios e infraestructuras.

#### **Falta de calidad ambiental y ordenación de los márgenes urbanos e intersticiales**

Las áreas metropolitanas presentan numerosos espacios verdes situados en los márgenes urbanos o entre infraestructuras. Se trata de espacios afectados por servidumbres de infraestructuras de transporte y de otras redes de servicio, ocupados muchas veces por usos periurbanos que la ciudad no ha querido en

su interior. Muchos de estos espacios no están ordenados y suelen provocar una concentración de impactos y poca eficiencia en la ocupación del suelo, que se traduce en un abandono o relegación a la marginalidad.

Pese a esta imagen de marginalidad, muchos de estos espacios se sitúan en entornos estratégicos para maximizar los servicios ecosistémicos, mejorar la conectividad ecológica o integrar paisajísticamente los entornos urbanos. También suelen ser ámbitos con buena accesibilidad y donde se concentra uso público.

En este sentido, se plantea la necesidad de ordenación e integración de los márgenes de la ciudad como un proyecto estratégico para mejorar la calidad ambiental de los núcleos urbanos.

### **2.1.5. Interacción red-matriz biofísica (impactos globales)**

#### **Matriz fragmentada y con necesidad de restauración**

Uno de los principales problemas de la matriz biofísica de muchas áreas metropolitanas es la fragmentación territorial producto de una planificación territorial basada en el consumo de suelo, la movilidad motorizada y un modelo centralizado de infraestructuras de servicio que han generado múltiples cortes en el territorio.

La fragmentación de la matriz biofísica lleva implícita la pérdida de conectividad ecológica, así como las propias alteraciones de los hábitats autóctonos y la presencia de invasiones biológicas que generan en su conjunto una relevante pérdida de biodiversidad en entornos metropolitanos.

Es necesario identificar los espacios naturales con más riesgo de aislamiento para establecer criterios de ordenación y restaurar su conectividad ecológica.

### **2.1.6. Interacción red-zonas urbanas (impactos locales)**

#### **La movilidad es la principal causa de impactos ambientales locales**

La movilidad motorizada basada en el vehículo privado es, a día de hoy, el factor que mayores disfunciones genera en las zonas urbanas. Condiciona la ocupación del suelo y también los usos del espacio público. En la mayoría de las ciudades más del 70 % del espacio público se destina al transporte motorizado. Este hecho tiene repercusiones directas sobre la calidad del aire, el ruido, la siniestralidad, el aumento del efecto isla de calor y, en definitiva, un nivel bajo de habitabilidad en el espacio público, que finalmente repercute en la salud de la población.

Es necesario ir restando espacio al coche para darlo al transporte público y a la movilidad activa. Esta es la garantía de un uso más eficiente de las calles, una reducción de los consumos energéticos y una mejora de la calidad del aire.

### **2.1.7. Sistemas antrópicos-matriz biofísica-red (interacciones y contexto global)**

#### **Metabolismo lineal**

La aplicación de un modelo económico que no internaliza los impactos ambientales ni su coste favorece una economía centrada en producir toda nueva demanda explotando nuevos recursos. Un modelo lineal insostenible (Pacione, 2009).

Esta circunstancia acaba repercutiendo tanto en la distribución territorial de los usos como en la distribución del espacio de la propia edificación: polígonos de actividad económica aislados, logística atomizada y poco integrada en el tejido urbano, transformación de espacios industriales estratégicos para la cadena logística urbana, falta de espacio para la reparación de materiales, etc.

Es necesaria una relectura de la actividad económica desde la circularidad de la producción, distribución y reparación, así como una regulación urbanística que favorezca los espacios comunitarios, el reciclaje y la reparación, y en definitiva el fomento de un modelo circular de aprovechamiento de materiales utilizados como nuevos recursos.

## **2.2. Urbanismo ecosistémico**

Desde la Revolución Industrial la sociedad se ha caracterizado por el elevado consumo de recursos y la desvinculación con el medio ambiente. En general, el territorio que se ha organizado mejor para explotar más recursos naturales ha tomado ventaja competitiva. El ideal basado en la contribución ambiental del desarrollo tecnológico en pro de un aumento de la eficiencia ha sido ficticio y la tecnología ha servido para aumentar la capacidad y velocidad en la transformación del territorio. El resultado ha sido un impacto insostenible sobre los ecosistemas planetarios.

Ahora iniciamos otra gran revolución: de la sociedad industrial a la sociedad de la información. Las incertidumbres sobre el futuro y los precedentes nos obligan a pensar en una transición hasta esta nueva era que cambie el modelo de consumo, un nuevo paradigma que incremente la capacidad de anticipación y que utilice esta información en pro de la sostenibilidad global del planeta.

¿Cuál es la contribución que puede hacer el urbanismo y la ordenación del territorio hacia este cambio de modelo?

### **2.2.1. Planificación transdisciplinar**

Es importante implicar a todas las disciplinas que pueden aportar visiones diferentes sobre el urbanismo y la ordenación del territorio en un proceso conjunto de planificación, frente a una planificación sectorial que contraponga sus planteamientos. Los objetivos ambientales del planeamiento urbanístico deben ser conjuntos y compartidos para alcanzar los objetivos sectoriales parciales de manera efectiva.

### **2.2.2. Márgenes urbanos**

Un ámbito estratégico donde la transdisciplinariedad en la planificación es más necesaria son las transiciones entre usos urbanos y zona agrícolas y forestales, los márgenes de la ciudad. Estos ámbitos reciben impactos de procesos que la ciudad no ha sabido o no ha querido internalizar, y a su vez, conforman espacios de oportunidad para conseguir completar o conectar diversos sistemas, tanto naturales como infraestructurales. Sistemas que suelen tener una posición perpendicular u oblicua a los márgenes, pero que concentran sus problemáticas en estos espacios de margen.

Por tanto, es importante detectar estos puntos de interés asociados a cada sistema y también los valores ecológicos para poder realizar un proyecto de ordenación específico de los espacios de margen considerando aspectos como los siguientes:

- Los espacios con elevada concentración de valores ecológicos y servicios ecosistémicos que preservar.
- La conectividad ecológica (espacios críticos para la conectividad ecológica que restaurar y proteger para evitar impactos acumulativos).
- El uso público (espacios con elevada accesibilidad).
- Espacios estratégicos para situar servicios técnicos (plantas de tratamiento, depuradoras, generación de renovables, etc.).
- Los usos periurbanos y sus condiciones de implantación.
- Los espacios de mayor interés paisajístico y patrimonial.
- Los espacios de mayor interés para la regulación del ciclo del agua.
- Los espacios con mayores riesgos (incendio, erosión, inundación, transporte de mercancías peligrosas, entre otros).
- La condiciones de implantación de equipamientos.

### **2.2.3. Esquemas rectores**

Es necesario generar esquemas rectores territoriales para todas aquellas problemáticas que requieran una resolución metropolitana.



#### **2.2.4. Esquema director de la infraestructura verde**

La consideración de la matriz biofísica como un elemento estructurante situado en la base de la planificación urbanística representa la apuesta más decidida para conseguir un desarrollo sostenible, mediante la mejora de la funcionalidad y calidad ecológica de los sistemas de soporte y producción del territorio.

Un esquema director de infraestructura verde debería contemplar aspectos como los siguientes:

- Una priorización de los espacios estratégicos que restaurar.
- Los conectores ecológicos.
- Las áreas de espacial conservación.
- Las categorías de parques y jardines en relación con los servicios ecosistémicos.
- La identificación de los parques estructurantes y los corredores verdes urbanos.

#### **2.2.5. Esquema director de redes y de infraestructuras de servicio**

Las infraestructuras de servicios son elementos imprescindibles para el funcionamiento de nuestra sociedad y motor de nuestra economía. En este sentido, conforman elementos indisolubles de la planificación territorial.

El urbanismo define dónde se tiene que construir, qué se construye, qué usos se desarrollarán, y quién y cómo se hará cargo de ello, al tiempo que establece los derechos y deberes de los ciudadanos en todo el proceso. Además, transforma, conserva, regula y controla el uso del suelo, del subsuelo y del espacio aéreo inmediato a la edificación. En este sentido, tiene gran incidencia en relación con el desarrollo de las redes de servicio.

Análisis como la detección de corredores con elevada concentración de infraestructuras que ordenar y racionalizar, o el cálculo de escenarios de crecimiento de la demanda para la reserva de espacios para nuevas infraestructuras son clave para coordinar urbanismo y planificación sectorial.

#### **2.2.6. Esquema director de las infraestructuras y reservas para una movilidad sostenible**

Un esquema director de las infraestructuras y vías dedicadas a la movilidad debe considerar la estructuración de la metrópolis desde la escala humana, la movilidad activa y el transporte público. Es necesario romper la lógica de una red jerárquica pensada para el vehículo privado, evitando vías segregadas que permitan el acceso de estos vehículos hasta el corazón de la ciudad, y por

el contrario articular las continuidades viarias en torno al transporte de alta capacidad de pasajeros, con espacios amables para los peatones y la movilidad activa.

Este sistema debe plantear las reservas necesarias en aquellos ámbitos estratégicos para posibilitar un intercambio modal en la movilidad de personas y mercancías para aumentar la eficiencia del sistema, adaptando el modo de transporte más adecuado en relación con el flujo servido y el consumo de recursos.

### **2.2.7. Análisis multiescalar adaptado a las preexistencias**

Es necesario revisar las medidas concretas a todas las escalas para implementarlas a nivel territorial. No podemos dejar de lado la escala más humana, más local. Es necesario considerar qué escala conviene para cada estrategia y cerrar ciclos en el ámbito territorial más pequeño posible.

Necesitamos pensar en las preexistencias y su evolución deseada, atacando los factores más problemáticos de cada tejido y reforzando los más positivos a partir de estrategias de intervención diferenciales según la tipología de tejido urbano (morfología y uso).

### **2.2.8. Densidad y complejidad de los tejidos residenciales**

Es necesario regular la densidad y diversidad de los tejidos urbanos, añadiendo la importancia que eso tiene también en relación con la mejora metabólica de estos tejidos. El equilibrio entre actividad, residencia y dotaciones en los tejidos urbanos y el análisis de las densidades óptimas son temas estratégicos para mejorar la eficiencia de los tejidos urbanos y su calidad ambiental.

### **2.2.9. Espacio público y verde urbano**

El espacio público de la ciudad es un ámbito clave per mejorar la calidad ambiental de los tejidos urbanos. Algunos de los aspectos más determinantes que se deben abordar en este espacio a nivel ambiental son los siguientes:

- El aumento del medio receptor de aguas pluviales mediante sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS).
- El incremento del verde urbano y las áreas permeables en espacios con problemas de regulación del calor y el tratamiento específico del suelo para permitir un mayor desarrollo del arbolado.
- La implementación de materiales fríos.

### **2.2.10. Edificación**

Hay varios aspectos de la regulación urbanística de los edificios que puede mejorar el metabolismo urbano, como por ejemplo:

- Permitir el solapamiento de diferentes usos para aumentar la eficiencia en la ocupación del espacio (espacios públicos en cubierta, estaciones de transporte público bajo vivienda dotacional o equipamientos, etc.).
- Regular el diseño de espacios comunitarios en edificaciones plurifamiliares para facilitar la eficiencia en el uso de instalaciones o los espacios de reparación dentro de edificios.
- Regular la posibilidad de aumento de volumetría de los edificios si se consiguen determinados objetivos de mejora en la eficiencia metabólica.

### **2.2.11. Espacios de actividad económica integrados o agregados en la trama urbana**

Los espacios de actividad económica más interesantes desde la óptica del metabolismo urbano y de la economía circular son los integrados en la trama urbana. Además de su valor productivo, estos espacios también tienen un elevado interés como soporte de la actividad terciaria y comercial de la ciudad. No obstante, son espacios que muchas veces han quedado relegados a un terreno difuso entre el mundo de las oficinas y el de los polígonos logísticos, industriales y comerciales.

Estos espacios desarrollan un papel relevante para el metabolismo económico de la ciudad, pero también reciben una fuerte presión para cambiar sus usos debido a su centralidad.

Un enfoque interesante en este sentido es el estudio de estos espacios desde la óptica de la producción-distribución-reparación (PDR). Este estudio tendría que permitir determinar las necesidades mínimas de almacenes, microplataformas logísticas, espacios de reparación y espacios dedicados a servicios urbanos para propiciar la circularidad de la actividad económica y permitir una logística sostenible.

### **2.2.12. Centrar la actuación**

El urbanismo debe generar las condiciones suficientes, pero no lo puede alcanzar todo. Hacen falta criterios, soluciones técnicas, jurídicas e instrumentos organizativos. El urbanismo no puede resolver todas las problemáticas del metabolismo urbano, pero es una de las condiciones necesarias para llegar a este objetivo.

Es necesario identificar ámbitos prioritarios donde intervenir en relación con las vulnerabilidades buscando sinergias entre mejora metabólica y cohesión social.

### **2.2.13. Centralidades**

Esta es una estrategia básica para estructurar territorios de proximidad entre demanda y oferta de recursos y servicios. Se considera especialmente importante fomentar la complementariedad entre microcentralidades, centralidades de nivel local y centralidades metropolitanas. Es necesario que estas centralidades vayan acorde con los niveles de accesibilidad y conectividad en transporte público.

### **2.2.14. Planificación en tres dimensiones**

Muchos procesos ecológicos y metabólicos son más o menos funcionales dependiendo de la estructura tridimensional de los elementos que la generan (suelo, vuelo, subsuelo). Por otro lado, muchas redes de servicio y usos urbanos ocupan espacios del subsuelo o aéreos solapándose a elementos de la matriz o a otros usos.

En este sentido, es necesario pensar la regulación y ordenación en cubierta, superficie y subsuelo de todos los elementos asociados al metabolismo urbano para favorecer la funcionalidad de todos los sistemas que se entrelazan en la metrópolis.

### **2.2.15. Regulación de las cubiertas**

Una de las principales potencialidades de los entornos urbanos para avanzar hacia la sostenibilidad es aprovechar las cubiertas de los edificios de viviendas, oficinas, equipamientos o instalaciones industriales y logísticas. Las cubiertas representan una importante e infrautilizada superficie de las áreas urbanas sobre la cual se pueden desarrollar diferentes usos:

- usos tradicionales (terraza, secador de ropa, recreo...)
- usos de ocio (terrazas de ocio, piscinas, etc.)
- captación energética (solar, minieólica)
- captación hídrica
- cubierta verde
- cubierta fértil

Las cubiertas industriales son las que presentan un mayor potencial para aprovechar energía solar debido a su superficie y regularidad.

### **2.2.16. Adaptabilidad y flexibilidad**

Es importante pensar en la adaptabilidad de la planificación urbanística. Este es un reto que se debe abordar desde la ordenación. Se requieren instrumentos que permitan la flexibilidad utilizando indicadores y parámetros metabólicos que incorporen el dinamismo del territorio.

Es necesario generar indicadores de seguimiento y evaluación actualizables para poder llevar a cabo un seguimiento de los cambios que se irán produciendo, y adaptar los criterios de planificación. En definitiva, son necesarios instrumentos de planificación que permitan planificar aprendiendo.

### **2.2.17. Mecanismos de evaluación del planeamiento urbanístico**

Es necesario desarrollar métodos que ayuden a tomar decisiones durante el planeamiento y la evaluación de resultados. La definición de indicadores para los diferentes vectores permite comparar la posición de un determinado territorio en relación con la estrategia formulada, permitiendo así el diagnóstico del estado actual y también el pronóstico de las situaciones futuras (Rotmans y otros, 2000).

De este modo, los diferentes objetivos planteados se deben poder evaluar a partir de distintos indicadores. El indicador ideal debe cumplir con las siguientes características:

- Tiene que ser cuantificable.
- Debe ser medible de forma homogénea a lo largo del tiempo, de modo que muestre la tendencia deseada para poder compararla con los objetivos establecidos.
- Tiene que ser representativo respecto al parámetro que se pretende medir.
- Debe basarse en datos fáciles de encontrar y que sean significativos.
- Ha de ser de bajo coste.
- La interpretación del resultado tiene que ser posible de forma clara y sin ambigüedades.



## Bibliografía

### Referencias bibliográficas

**Álvarez-Palau, E.; Cirera, J.; Hernández, M.; Montlleó, M.; Subero, J.** (2015). *¿Cómo pueden ser sostenibles las ciudades conectadas?* Barcelona: UOC.

**Ayres, R.U.; van den Bergh, J.** (2005). A theory of economic growth with material/energy resources and dematerialization: interaction of three growth mechanisms. *Ecological Economics*, vol. 55, 96–118.

**Barber, A.** (2005). *Green Future: A Study of the Management of Multifunctional Urban Green Spaces in England*. GreenSpace Forum.

**Erath, A. y otros** (2015). *Innovació urbana, mobilitat i metabolisme metropolitana*. Barcelona: Quadern 08 PDU metropolitana. Àrea Metropolitana de Barcelona.

**EEA** (European Environmental Agency) (2011). Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. *EEA Technical report, 18*. European Environment Agency.

**Falcón, A.** (2007). *Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. Barcelona: Ed. GG.

**Folch, R.** (2003). *El territorio como sistema*. Conceptos y herramientas de ordenación. Diputación de Barcelona.

**Folch, R.** (2014). *Matrius, escales i territori*. Quaderns PDU Metropolitana 01. Àrea Metropolitana de Barcelona.

**Folch, R.** (2015, 25 de febrero). *Planeamiento y ecología*. El Periódico.

**Gobster, P. H.** (1995). Perception and use of a metropolitan greenway system for recreation. *Landscape and Urban Planning*, vol. 33, p. 401-413.

**Guo, Z.; Zhang, L.; Li, Y.** (2010). Increased dependence of humans on ecosystem services and biodiversity. *PLoS One*, vol. 5, p. 1–7.

**Krausmann, F.; Gingrich, S.; Eisenmenger, N.; Erb, K.H.; Haberl, H.; Fischer-Kowalski, M.** (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, vol. 68, p. 2696–2705.

**Pacione, M.** (2009). *Urban Geography: A Global Perspective*. Abingdon, Oxon: Routledge.

**Rueda, S.** (2002). *Barcelona, ciutat mediterrània, compacta i complexa: una visió de futur més sostenible*. Ajuntament de Barcelona: Agència d'Ecologia Urbana.

**Rueda, S.** (2009). *El verd urbà: com i per què?: un manual de ciutat verda*. Fundació Territori i Paisatge.

**Sandström, U. G.** (2002). Green infrastructure planning in urban Sweden. *Planning Practice and Research*, vol. 17, p. 373-385.

**Serratosa, A.** (1976). «La revisió del Pla Comarcal de 1953: Alternatives a l'origen i organització dels treballs». *Papers. Regió metropolitana de Barcelona* (núm. 28, pág. 10).

**TEEB** (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2011). *Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*. UNEP and the European Commission.

**TEEB** (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, London.

**Tzoulas, K.; Korpela, K.; Venn, S.; Yli-Pelkonen, V.; Ka#mierczak, A.; Niemela, J., James, P.** (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, vol. 81 (3), p. 167-178.

