

TEMA 1.

LAS CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES DE LA URBANIZACIÓN DEL TERRITORIO

- 1.1. El desarrollo sostenible
- 1.2. El concepto de huella ecológica
- 1.3. Los problemas medioambientales originados por el crecimiento de las ciudades
 - 1.3.1. La contaminación del aire y el efecto invernadero.
 - 1.3.2. El problema de la gestión de los recursos hidráulicos.
 - 1.3.3. La producción y consumo de energía.
 - 1.3.4. la generación de residuos contaminantes
 - 1.3.5. Degradación de tierras y ecosistemas
 - 1.3.6. Ocupación de suelos degradados
 - 1.3.7. Pérdida de identidad cultural
- 1.4. La ciudad como ecosistema urbano

1.1.- EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La definición oficial del “desarrollo sostenible” que se admite de manera universal es la que emana de la “Declaración de Río”¹ sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, donde se definió como un desarrollo que “responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras”, siendo requisitos del mismo el desarrollo económico, la cohesión social y la protección del medio ambiente y del patrimonio cultural.

Este concepto deriva en realidad del informe “Nuestro Futuro Común” elaborado bajo la presidencia de la noruega Gro Harlem Brundtland², que identificó la deslocalización de la producción de recursos como la base del cambio cultural que hace a las sociedades desarrolladas poco respetuosas con el medio ambiente.

Brundtland, en su informe, más o menos viene a decir que las sociedades prosperas actúan como si los recursos fuesen ilimitados porque los productos que se consumen no se originan en su entorno, sino en todo el planeta, y la distancia impide percibir los efectos negativos de esa producción sobre el medio ambiente. Por esta razón, el informe concluye con la necesidad urgente de recuperar la relación del ser humano con su entorno, si bien éste puede extenderse a un ámbito mundial y no exclusivamente local y próximo como el de las sociedades primitivas.

En este sentido el ámbito del desarrollo sostenible, además de los conceptos: ecológico y económico, tiene también una concepción social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. Este triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas, pero que tiene cuatro dimensiones básicas:

- Conservación.
- Desarrollo (apropiado) que no afecte sustantivamente los ecosistemas.

- Paz, igualdad, y respeto hacia los derechos humanos.
- Democracia.

Se debe satisfacer las necesidades de la sociedad y de su población, en lo que concierne a alimentación, vestimenta, vivienda, y trabajo, pues si la pobreza es habitual, el mundo estará encaminado a catástrofes de varias clases, incluidas las ecológicas y las humanitarias. Asimismo, el desarrollo y el bienestar social, están limitados por el nivel tecnológico, los recursos del medio ambiente, y la capacidad del medio ambiente para absorber los efectos de la actividad humana.

Ante esta situación, se plantea la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social, de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

En resumen, el desarrollo sostenible es un concepto que ha ido concretándose hacia el fin del siglo XX, y que hace relación al interés público de que se permita el crecimiento económico y el uso de los recursos naturales a nivel mundial, pero teniendo muy en cuenta los aspectos medioambientales y sociales, también desde una perspectiva global, para que en el largo plazo no se comprometa ni se degrade sustantivamente ni la vida en el planeta, ni la calidad de vida de la especie humana.

De una manera muy escueta, pero suficiente para abordar el tema desde un punto de vista de la planificación territorial y urbana, podríamos considerar que el desarrollo es sostenible si se dan los siguientes principios básicos:

1. Cuando la fuente de recursos sea renovable, no consumirla a una velocidad superior a la renovación natural de la misma
2. Si se trata de una fuente no renovable, no consumirla sin dedicar la parte necesaria de la "energía" resultante para desarrollar una nueva "fuente" que agotada la primera, permita continuar disfrutando de las mismas prestaciones
3. Cuando se trate de generar residuos, no generar más que aquellos que el sumidero correspondiente sea capaz de absorber de forma natural.

1.2. EL CONCEPTO DE HUELLA ECOLÓGICA

El concepto de "huella ecológica" fue introducido por Wackernagel y Rees en 1966³, como un indicador apropiado para evaluar las repercusiones directas del desarrollo urbano en un determinado territorio y generalmente se expresa en hectáreas de suelo por habitante.

Los distintos aspectos que se tienen en cuenta para calcular la huella ecológica de un territorio son:

- a) huella de cultivos.
- b) huella de tierras ganaderas.
- c) huella forestal.
- d) huella forestal (biomasa).
- e) huella de pesca.
- f) huella de carbono (energética).
- g) huella nuclear.
- h) huella de tierra construida.

Aunque lo hemos expuesto de manera muy escueta, en realidad la huella ecológica es bastante más compleja de calcular. Por ejemplo, los mismos indicadores tienen factores de equivalencia, ya que cuando se trata de factores de productividad que tienen su base en la conversión de la unidad de tierra en un área productiva universal o hectárea global, como es el caso de los cultivos o los bosques, aparece un factor de corrección; por ejemplo, en el caso de los cultivos el factor de corrección es de 2,21, mientras que para los pastizales solo es de 0,48.

Para hacernos una idea, las estrategias de cálculo de la huella ecológica parten de la siguiente estructura de desarrollo:

1. Del control tanto de los recursos consumidos como de los residuos generados.
2. De la conversión de estos recursos y desechos en hectáreas de superficie natural.
3. De la comparación de la necesidad de la población -en función a su forma de vida- con la capacidad real de la tierra de la que disponemos.
4. El resultado de exceso se convierte en demanda de territorio, ya que la tierra no dispone de capacidad regenerativa.

De una manera objetiva podemos decir que la huella ecológica es la repercusión de la ciudad sobre el territorio, de manera que, en función a un estilo de vida, la ciudad tiene una influencia que repercute en el territorio que ocupamos y que nos rodea. Se trata de averiguar la necesidad de suelo requerido tanto para el suministro de materiales y energía como el preciso para la eliminación de los residuos que generan las actividades humanas de un área urbana.

El problema es que cada vez este territorio que nos envuelve se amplía, hasta alcanzar dimensiones de ámbito planetario y por tanto su cálculo preciso resulta una operación bastante compleja. Por esta razón, aunque a escala planetaria la huella ecológica tiene sentido, a escala local solo es un indicador más de referencia.

No obstante, en el caso del cálculo de la huella ecológica de la ciudad podemos centrarnos en calcular:

- El suelo requerido para el suministro de materiales y energía
- El suelo requerido para la eliminación de los residuos generados.

Tomando como base estos dos datos es bastante factible el cálculo de la huella ecológica derivada de la planificación urbana, ya que podemos hacerlo a partir de las siguientes estrategias:

- a) Seguir la pista de la mayor parte de los recursos consumidos y los residuos generados por la población urbana.
- b) Trasladar estos flujos de recursos y desechos y cuantificarlos en un área biológicamente productiva para su mantenimiento.
- c) Comparar esta demanda humana, expresada como "huella ecológica", con la oferta natural del territorio (su biocapacidad efectiva), ya que las dos unidades de medidas son las Ha.
- d) Comprobar si el área demandada excede del área real; en este caso significa que el ecosistema supera su capacidad regenerativa y habrá que buscar soluciones para corregir este déficit.

Como conclusión, podemos decir que, desde la perspectiva de la planificación territorial y urbana, para paliar la huella ecológica, es necesario: controlar y limitar la expansión del suelo urbano. Podemos poner como ejemplo, el que una ciudad como Rochester (en el estado de N.Y.) se extiende sobre una superficie de algo más de 92 Km², mientras que en Granada (España), con una población similar, la ciudad urbana ocupa algo menos de 22 km², lo que nos permite hacernos una idea de la huella ecológica originada por ambas ciudades.

1.3 LOS PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES ORIGINADOS POR EL CRECIMIENTO DE LAS CIUDADES

Las ciudades desempeñan un papel central en el proceso de desarrollo. Son, en general, lugares productivos que hacen un aporte importante al crecimiento económico de un país. Sin embargo, el proceso de crecimiento urbano, en la mayor parte de los casos, lleva implícito un deterioro de las condiciones ambientales circundantes, como consecuencia del crecimiento demográfico, la actividad industrial, la concentración del uso de energía y recursos y la generación de residuos.

Ahora bien, la problemática que relaciona el crecimiento de las ciudades con los daños al medio ambiente no es algo nuevo, comenzó a cobrar importancia a partir de la Revolución Industrial (figura 1.1). Las ciudades, hasta esta fecha, mantenían el control sobre el consumo de recursos y de energía, entre otras causas porque no existía una tecnología capaz de extraer los recursos materiales en grandes cantidades y de poder facilitar su consumo en lugares alejados.

Con la llegada de la industrialización, en los núcleos urbanos se fueron creando



Figura 1.1. La ciudad y la Revolución Industrial

nuevos hábitos en la organización y el consumo desarrollando nuevas necesidades a causa del crecimiento y el aumento de población de las ciudades, especialmente debido a que las nuevas industrias necesitaban una gran cantidad de mano de obra.

Las consecuencias negativas son dobles: por un lado la ciudad tradicional, no dispone de suelo urbano capaz de acoger este exceso de población que se traslada desde las zonas rurales y, en consecuencia, se crean asentamientos en torno a los nuevos centros industriales, que se instalaron en la periferia de los núcleos de las ciudades históricas. Pero además, esta nueva población hace que se genere un masivo consumo de energía, de recursos y de necesidad de suelo, así como de un incremento de la producción de residuos para los que la ciudad no dispone de los medios necesarios para darles adecuada respuesta.

En un principio la propia industria se encargó de dar soluciones a los nuevos problemas generados. La facilidad de tratamiento de los recursos, la velocidad de mejoras y desarrollo, va solucionando inicialmente estos problemas, pero se desconoce el impacto que estos procesos van ocasionando en el medio natural. En consecuencia, el nuevo desarrollo a pesar de caminar hacia una mejora, la sostenibilidad fue una característica desconocida e ignorada.

En este aspecto, a lo largo del siglo XX, los problemas originados por el crecimiento de las ciudades, podemos concretarlos en:

- Las ciudades modifican profundamente su entorno, asumiendo los desequilibrios que se originan a medio y largo plazo y que en ocasiones son irreversibles.
- La creación de industrias se hace en torno a los núcleos urbanos, lo que hace co-responsables de estos desequilibrios globales.
- Se crean nuevas necesidades de consumo, que son la causa de los principales nudos de emisión de residuos y contaminación.
- Se produce una explotación demográfica de los entornos urbanos a veces incontrolada. Para hacernos una idea, en el año 1900 la población que

habitaba las grandes ciudades se estimaba en torno a los 233 millones, siendo cuantificada en el año 2000 en cerca de los 3.000 millones de habitantes.



En este sentido, a finales del Siglo XX, la actividad humana ya había sobrepasado algunos umbrales que perjudican la sostenibilidad de nuestro medio ambiente. Esta situación llevó a la creación Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, que celebró una Conferencia Mundial en las Naciones Unidas en 1980. Desde entonces el Programa de las Naciones de Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Mundial Independiente World Wide Fund for Nature (UICN/UNEP/MWF), han venido celebrando encuentros para intentar concienciar a los distintos Estados miembros. En 1991 se celebró una segunda Conferencia que tuvo por lema: *Cuidar la tierra. Estrategia para un futuro de vida*. En esta Conferencia aparecieron como primeros signos de insostenibilidad:

- el aumento demográfico y el consumo de recursos
- la pobreza, el acceso a los alimentos y al agua potable
- el agotamiento de los recursos y la pérdida de biodiversidad
- la contaminación ambiental
- la aceleración del cambio climático global
- la ampliación de la brecha de desarrollo entre el primer y el tercer mundo y la deuda mundial

Por todo lo expuesto y aunque los problemas originados por la sociedad post-industrial han generado unas relaciones y cambios en las relaciones urbanas que son muy complejas y precisan de estudios multidisciplinares, no cabe duda que las relaciones urbanas cobran una importancia especial. En este aspecto se pueden realizar múltiples estudios relacionados con los problemas que sobre el medio ambiente originan algunas realidades urbanísticas, sin embargo, nuestro interés se centra en las relaciones que se corresponden directamente con los inconvenientes que la planificación ambiental plantea a la sostenibilidad.

Desde esta perspectiva y como una primera aproximación al análisis para la búsqueda de soluciones, nos atrevemos a enumerar una serie de aspectos del ambiente urbano que requieren una consideración especial desde el punto de vista medioambiental:

- La contaminación del aire y el efecto invernadero.
- El problema de la gestión de los recursos hidráulicos.
- La producción y consumo de energía.
- Generación de residuos contaminantes
- Degradación de tierras y ecosistemas
- Ocupación de suelos degradados
- La Pérdida de identidad cultural

1.2.1 La contaminación del aire y el efecto invernadero.

En la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, también se puso de manifiesto la relación directa entre el grado de industrialización en los entornos urbanos y la contaminación del planeta⁴, y entre la contaminación y los graves problemas medioambientales globales como son: el efecto invernadero y el calentamiento del planeta. A partir de entonces, las consecuencias negativas del

efecto invernadero son conocidas por la mayor parte de la población y la preocupación internacional ha sido creciente y, poco a poco, las buenas intenciones se van materializando en compromisos que obligan a los diversos Estados a unas políticas para la conservación. Sin embargo, es necesario un verdadero consenso mundial sobre cómo reducir la contaminación, especialmente en lo que se refiere al tema de los gases del efecto invernadero. En este sentido, los gases contemplados en el protocolo de Kyoto no son todos los que provocan el efecto invernadero sino que son los más representativos y están formados por cuatro gases, CO_2 , CH_4 , N_2O y SF_6 y dos familias de gases perfluorocarbonos e hidrofluorocarbonos⁵.

Entre los gases citados, el CO_2 es el que está más estrechamente relacionado con la ciudad, y el transporte urbano, por lo que los automóviles se han convertido en uno de los problemas más acuciantes, desde el punto de vista de la contaminación, de algunas ciudades (figura 1.2). Además la contaminación en este caso no debe



contarse solamente a efectos del aire con la combustión, ya que podemos añadir la contaminación acústica que produce por los excesos de ruido y la ocupación de gran cantidad de espacio, provocando atascos y dificultades de movilidad a los peatones. Además, necesita de una infraestructura para circular, que también es, de por sí, contaminante: las calles asfaltadas.

En lo referentes a las emisiones urbanas, el problema más preocupante es el producido por los gases de efecto invernadero y los responsables de la destrucción de la capa del ozono.

Figura 1.2. Contaminación de la ciudad por el uso del automóvil

1.2.2. El problema de la gestión de los recursos hidráulicos.

La urbanización de los suelos agrícolas, junto con su inseparable desarrollo industrial, tiene profundos impactos sobre el ciclo hidrológico, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo.

Los recursos hidráulicos disponibles en las cercanías de las ciudades, se ven afectados a dos niveles: el del abastecimiento y el de la contaminación. Por un lado, el aumento de del consumo conlleva el agotamiento de los recursos, obligando a la necesidad de explotar nuevos recursos, con el consiguiente costo añadido. Por otro lado, los mayores requerimientos de tratamiento del agua por una incorrecta eliminación de los desechos urbanos e industriales, que conlleva un deterioro de la calidad del agua potable, así como la necesidad de aumentar las redes de saneamiento que deben transportar más agua a las estaciones depuradoras de aguas residuales obligan a revisar las políticas de uso y mantenimiento.

La impermeabilización de la superficie de las áreas urbanas cambia considerablemente la hidrografía del aflujo, favoreciendo que aumenten las inundaciones y que se reduzca el aporte a las aguas subterráneas. Al mismo tiempo, el aflujo urbano se convierte en una de las principales fuentes de contaminación puntual.

1.2.3. La producción y consumo de energía.

Las ciudades inevitablemente requieren del consumo de energía y, en diversos grados, la producción de energía para su uso en el hogar, los negocios y el transporte.

La escala misma del uso urbano de energía puede resultar en importantes problemas de contaminación, como ya se ha analizado.

Es común el empleo excesivo, frecuentemente resultado de políticas energéticas ineficientes. Los aumentos proyectados en el uso de la energía en las ciudades de los países menos desarrollados, según los pronósticos de crecimiento demográfico y económico y los patrones actuales de consumo ineficiente y elección de combustibles altamente contaminantes, presagian cada vez mayores impactos ambientales a nivel local, regional y global, y el riesgo de mayores accidentes.

Una apropiada fijación de precios para el combustible y la energía, mejores prácticas de planificación y administración energética, y tecnologías que ahorran energía, son necesarios como piezas fundamentales de las estrategias de conservación energética.

Las ciudades afectan además el equilibrio natural del calor, pues el que es generado por el uso de energía, incluyendo los automóviles, combinando con el calor diurno atrapado por las estructuras urbanas y la liberación más lenta durante la noche del calor almacenado, crea un efecto de “isla de calor” que puede elevar las temperaturas en la ciudad por 5° a 10° C. En las regiones y temporadas calientes, esta situación es casi invariablemente desfavorable, sumándose a la incomodidad e inclusive aportando a la mortalidad (por ejemplo entre los ancianos) al gravar una ola general de calor. Las inversiones térmicas son comunes sobre las áreas urbanas, atrapando las emisiones industriales y los productos de la quema de combustibles y contribuyendo a la formación del nocivo “smog” fotoquímico. Se ha considerado usar este nombre para denominar el fenómeno, ya que se trata de la abreviatura de las palabras inglesas *smoke* (humo) y *fog* (niebla), por lo que en algunos países de habla española se suele denominar “efecto niebla” (figura 1.3),



Figura 1.3. “Efecto niebla” sobre el cielo de Madrid, en febrero de 2011 (Fuente EFE)

El proceso de formación del smog fotoquímico es muy complejo ya que implica centenares de reacciones diferentes sufridas por decenas de compuestos distintos. No obstante suele darse cuando interactúan tres condicionantes:

- Un volumen de tráfico importante que emita los contaminantes que producen smog.
- Un tiempo soleado y cálido para que la radiación produzca los radicales iniciadores de la mayor parte de las reacciones formadoras de smog.

- Debe haber relativamente pocos movimientos de masas de aire, para que los contaminantes no se diluyan ni dispersen.

En las mediciones de las emisiones de partículas de NO, Pb y CO, realizadas en 2011 en la ciudad de Madrid, los datos fueron especialmente preocupantes, pues sólo en el caso de los vehículos privados, se alcanzaban niveles del 80% de plomo, de 74% para el CO y de 54% de NO. La emisión de SO₂ media fue de 62 ug/m³.

Pero además del problema de las emisiones de gases contaminantes, se da la circunstancia de la inexistencia de sumideros de CO₂, es decir, elementos que sean capaces de eliminarlos definitivamente. En la ciudad son eficaces los árboles, ya que los incorporan a sus elementos de desarrollo en tallo y hojas, pero su posibilidad de asimilación es limitada y por tanto no es suficiente ante el volumen de gases existentes actualmente en la atmósfera.

1.2.4 Generación de residuos contaminantes

La generación de residuos es otro de los principales problemas actuales a los que se enfrentan las ciudades. Además, el problema se complica al producirse residuos de origen muy variado: doméstico, industrial, sanitario, comercial, urbano, etc. Si además añadimos que, en algunos casos, el manejo de los mismos es muy poco eficiente, los problemas de contaminación pueden multiplicarse, ya que, además de que la contaminación afecte a la salud de los habitantes de la ciudad, también pueden ser de efectos nocivos para animales y plantas, ríos y acuíferos, suelos y aire.



Para paliar este conflicto, se aconseja seguir la estrategia denominada de las tres "Rs":

- Reducir, la cantidad de residuos generados
- Reutilizar, la mayor parte posible de los mismos
- Reciclar, los que no puedan eliminarse o reutilizar, para incorporarlos al ciclo y evitar de esta forma convertirlos en desechos (figura 1.4)

Figura 1.4. Residuos urbanos aptos para reciclado

1.2.5. Degradación de tierras y ecosistemas



A medida que crecen las ciudades, el fracaso del mercado urbano de tierras induce a una urbanización inapropiada y ejerce presión sobre los ecosistemas naturales circundantes.

Los impactos pueden incluir la pérdida de tierras agrícolas y forestales (con su rica diversidad genética y capacidad para proteger su hidrología), zonas costeras, áreas recreativas, recursos forestales (particularmente debido a la

Figura 1.5. Urbanización ganada a la selva tropical en la Península de Yucatán (México). Foto: Daniel Beltrá

acelerada deforestación) (figura 1.5).

El desarrollo urbano también impacta negativamente en las cuencas hidráulicas aguas abajo mediante el mayor aflujo a causa de la erosión.

1.2.6. Ocupación de terrenos degradados

En las grandes ciudades, con un crecimiento poblacional incontrolado, se observa un descontrol de la urbanización periférica, que es ocupada por parte de grupos, generalmente procedentes de la inmigración o con desarraigo social y de bajos ingresos. La ocupación de estas zonas, que suelen ser poco aptas para su urbanización, deriva a construir asentamientos en tierras bajas propensas a inundaciones, laderas de montañas con peligro de deslizamientos, etc. (figura 1.6)



Figura 1.6. Infraviviendas afectadas por deslizamiento de tierras, en la aglomeración de la Paz (Bolivia).

Foto IRD/S. Hardv

Además de tratarse de terrenos degradados, el problema que se plantea es que estas áreas están expuestas a inundaciones, deslaves de tierra, formación de lodazales o erosión, con el consiguiente peligro para la salud de sus habitantes. Si a estos se añade la baja calidad de los materiales con los que se construyen las viviendas o la falta de *infraestructuras básicas*, el resultado previsible es de riesgo para la salud de los habitantes. También puede resultar un riesgo para la salud, el

habitar en las cercanías de industrias altamente contaminantes o que trabajan con desechos peligrosos para la salud⁶.

1.2.7. Pérdida de identidad cultural]

Al considerar los impactos ambientales, con frecuencia se pasa por alto la degradación del patrimonio cultural en las ciudades, sean monumentos históricos o vivos. La contaminación del aire y agua es el principal culpable, que acelera la descomposición y destrucción de estos recursos culturales. Se siente los impactos en la pérdida de patrimonio cultural.

Todas estas causas despiertan en la sociedad una preocupación inherente en ellos mismos en vista al futuro del planeta, que por consiguiente afecta al entorno en el que se mueven las personas y al bienestar, despertando un interés por la implantación de una política de actuación ante esta situación, que necesariamente debe referirse a una política de desarrollo sostenible urbano.

1.3. LA CIUDAD COMO ECOSISTEMA URBANO

Una de las formas de estudiar, analizar y, en muchos casos, resolver los problemas planteados es a partir de concebir la ciudad como un “ecosistema”.

Un ecosistema es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y un medio físico donde se relacionan (biotopo). Se trata de una unidad compuesta por organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat.

La idea de considerar a la ciudad como un sistema vivo ya fue utilizada por Patrick Geddes y Lewis Mumford (1915) con una clara visión de descentralización y mezcla de usos⁷. Sin embargo, en las escuelas de arquitectura y urbanismo, durante bastantes años han prevalecido las teorías de la Carta de Atenas⁸, propugnando los modelos de dispersión urbana tan característicos de las ciudades de América del Norte de los años 60 del pasado siglo y ha sido necesario que, propuestas más recientes nos hayan hecho ver la verdadera relevancia de las ciudades ecológicas. En este sentido debemos destacar el reconocimiento de la importancia del análisis del ecosistema ciudad, que en 1973 hizo la UNESCO con carácter internacional dentro del programa *Man and Biosphere*, que lanzó un proyecto de estudio, referido a de la ciudad como ecosistema artificial. Hoy día es un término consensuado por expertos que ayuda sobre todo a comprender las soluciones que se han manifestado en las zonas urbanas y que afectan a la sostenibilidad.

Para concebir la ciudad como un “ecosistema urbano”, deberemos percibir la propia ciudad como un hábitat urbanizado en el que sus habitantes son los subsistemas del mismo, con sus interacciones y relaciones. Aparece así una la actividad interna urbana, y un funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información

Sin embargo, nos interesa destacar que el flujo de circulación de la materia se da entre los seres vivos y el medio, forma un círculo cerrado ya que se renueva continuamente de forma cíclica. En cambio la energía, en aplicación del segundo principio de la Termodinámica, el flujo no es continuo pues se degrada, ya que los seres vivos necesitan consumir energía y materiales para mantenerse vivos⁹.

Partiendo de este principio, nos encontramos con que la ciudad no cumple dos de los requisitos determinantes de la definición de un ecosistema natural:

- Primero, no posee un metabolismo de ciclo cerrado (o circular), ya que los grandes recorridos son horizontales. Tanto los recursos de agua, alimentos, electricidad y combustibles que genera, agua, alimentos, electricidad y combustibles que genera, son capaces de explotar otros ecosistemas lejanos y provocar importantes desequilibrios territoriales a escala planetaria.
- Y en segundo lugar no funciona a partir de una fuente de energía inagotable (como el Sol), que garantice indefinidamente su funcionamiento.

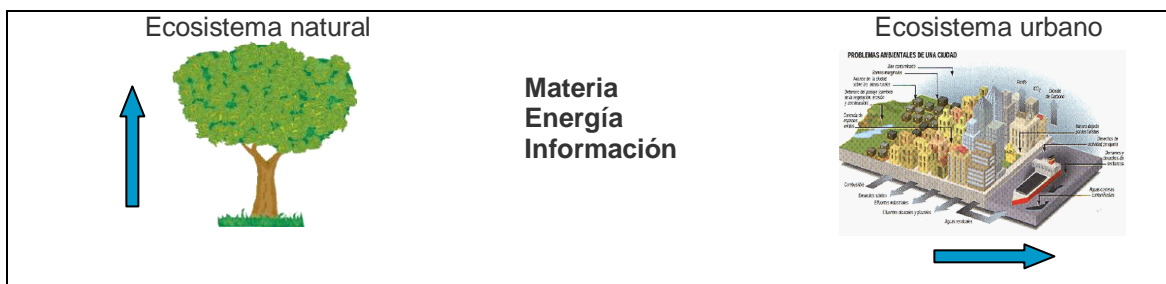


Figura 1.7. Traslación de materias en los ecosistemas

Por ejemplo, en un sistema natural (como es el caso de las plantas) la translación de la materia, la energía y la información, es vertical. Mientras que en el caso de la ciudad, el transporte de las materias se realiza en horizontal (figura 1.7).

Por ello, la ciudad se ha definido como un “ecosistema de metabolismo lineal”, en el que las redes que facilitan el transporte de abastecimientos y residuos, son

horizontales; es decir se produce un metabolismo lineal doble, tanto para suministros como para residuos o excedentes.

Por otra parte, las ciudades constituyen organizaciones muy complejas y en consecuencia difíciles de asimilar con cualquier otra estructura existente. Además, la ciudad actual, mantiene unas conexiones que se extienden sobre todo el planeta influyendo en espacios lejanos gracias a la tecnología y a las nuevas redes de transporte. La principal particularidad del ecosistema urbano, por tanto, reside en los grandes recorridos horizontales, capaces de explotar otros ecosistemas lejanos y provocar importantes desequilibrios territoriales¹⁰

Además de lo anterior, el funcionamiento de la ciudad no está sustentado en energías primarias sino secundarias, como la electricidad, el petróleo, el gas, etc. Este consumo masivo de energía secundaria es lo que permite el crecimiento y mantenimiento de las ciudades que tienen su base de funcionamiento en el transporte de recursos desde cualquier punto del planeta y trasladar sus desechos a zonas circundantes alejadas.

No obstante, todas estas particularidades, no nos impiden la posibilidad de analizar la ciudad como un ecosistema, especialmente porque ello es útil para aportar soluciones al propio funcionamiento interno de la ciudad. Por ejemplo: para establecer qué limitaciones se pondrán al tráfico y al estacionamiento de los vehículos, dónde se situará la actividad productiva, qué combustible se pueden usar para las calefacciones, qué servicios colectivos van a potenciarse, cómo disminuir los costes de mantenimiento, etc. Cualquier decisión parcial, tiene unas repercusiones directas e indirectas sobre otros sistemas urbanos, por tanto la solución del análisis a partir del ecosistema es una solución válida ante los problemas actuales. Es decir, es en la búsqueda de soluciones al problema de la insostenibilidad urbana, donde verdaderamente es oportuno plantear este tipo de enfoques¹¹.

Partiendo de este concepto, algunos de los ciclos a analizar en la ciudad como ecosistema urbano son:

- el ciclo atmosférico;
- el ciclo hidrológico;
- el de la materia orgánica y los residuos
- el ciclo energético.

De esta manera podremos ir planteando las soluciones en cada uno de ellos. Por ejemplo:

A) En el ciclo atmosférico, tendríamos como objetivos:

- Disminuir la contaminación atmosférica
 - ✓ transporte privado y público no contaminante
 - ✓ calefacciones no contaminantes y acondicionamiento pasivo
 - ✓ control emisiones industriales
- Disminuir el efecto de "isla térmica"¹²
 - ✓ aumentar zonas verdes en áreas centrales
 - ✓ colores claros en pavimentos y fachadas
 - ✓ evitar las emisiones de calor por los equipos de climatización

B) En el ciclo hidrológico, los objetivos son:

- Reducir la escorrentía superficial;
- Reserva y reutilización del agua de lluvia con reciclado de las aguas grises con uso apropiado;
- Reducción del consumo de agua potable

- Control del regadío de las zonas verdes

C) En el Ciclo de la materia orgánica y los residuos, los objetivos son:

- El reciclado y la separación de los residuos
- El reciclado del residuo orgánico para su tratamiento y gestión (compostaje, biogás)

D) En el ciclo energético: el objetivo es el uso energías renovables y no contaminantes para todas las actividades urbanas.

REFERENCIAS:

¹ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en 1992 en Río de Janeiro:

² Ver "Informe Brrundtland", de 27 septiembre 2006, en: "En el mundo, ONU, Sociedad"

³ El concepto de huella ecológica fue introducido por Wackernagel y Rees (1996) Wackernagel M y Rees W, 1996 *Our Ecological Footprint. Reducing human impact on Earth. Grabiola Island, New Society Publishers.*

⁴ CONSTANZA, Robert. (1998): *An Introduction to Ecological Economics*, CRC Press, Washington DC. Existe una edición en español: *Introducción a la economía ecológica*, de 1999, editada por: Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid.

⁵ Desde la Conferencia de Río de Janeiro en 1992, se aceptó el cambio climático como una realidad demostrada científicamente y se empezaron a esbozar algunas soluciones. En la Cumbre de Kioto, diciembre 1997, se aprobó un protocolo destinado a limitar las emisiones en los países industrializados de seis gases (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆) que son los principales causantes del efecto invernadero. La unión Europea se comprometió a reducir en un 8% la emisión de estos seis gases repartida la reducción proporcionalmente entre los 15 países miembros que la integran para el 2010.

⁶ Ver: Desastre de Bhopal: <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Bhopal.htm>

⁷ La idea de considerar a la ciudad como un sistema vivo no es nueva. Desde Munford (1938) a Geddes (1904), pasando por Piccinato (1988), han sido numerosos los autores que han hablado del ecosistema de la ciudad. En 1978, Nicoletti escribió el libro: "El ecosistema urbano", en referencia a la ciudad.

⁸ Se recomienda ver:

http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/guatemala/guatemala_carta_de_atenas_1931_spa_orof

⁹ La única manera de regenerar esta energía entrópica en los sistemas abiertos terrestres es la utilización de la energía del sol, que fijada a través de la fotosíntesis es utilizada después por otros vivos en la cadena alimenticia, por todos conocida. Luego aun existiendo una fuente externa, que es el sol, el ecosistema permanece cíclicamente en funcionamiento a lo largo de los siglos, si no hay factores externos que los sobrecarguen. La entropía describe lo irreversible de los sistemas termodinámicos. En termodinámica, la *entropía* (simbolizada como **S**) es la magnitud física que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo. La palabra entropía procede del griego (ἐντροπία) y significa evolución o transformación.

¹⁰ Como veremos este aspecto influye en la huella ecológica.

¹¹ Bettini, lo explica claramente en el capítulo de su libro titulado "Lo que no es un ecosistema urbano", en el cual por exclusión plantea acertadamente el alcance de las soluciones ecosistémicas que son oportunas en la ciudad. *Elementos de ecología urbana*. V. Bettini y otros. Editorial Trota.

¹² La isla de calor es una situación urbana, de acumulación de calor a causa de los materiales que tienen gran inercia térmica y por el desprendimiento de calor que producen ciertas instalaciones. Se presenta en las grandes ciudades que tienen dificultad de la disipación del calor durante las horas nocturnas, cuando las áreas no urbanas, se enfrían notablemente por la falta de acumulación de calor. El centro urbano, donde los edificios y el asfalto desprenden por la noche el calor acumulado durante el día, provoca vientos locales desde el exterior hacia el interior.