



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS ECOSISTEMAS: EL ECOSISTEMA URBANO

Alumno/a: Martínez Montoro, Diego

Tutor/a: Prof. D. Mario Sánchez Gómez

Dpto: Geología

Índice

1. Introducción	6
2. Fundamentación teórica	9
2.1. La ciudad como ecosistema	9
2.2. Necesidad de ordenación del territorio y protección de espacios de la ciudad	13
2.3. Importancia del desarrollo sostenible	14
2.4. Aportación del desarrollo sostenible a la ecología de la ciudad	16
2.5. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y su importancia para una ciudad	18
2.6. Evaluación de Impacto Ambiental de una ciudad	21
2.7. Medidas ambientales para la implantación del desarrollo sostenible en una ciudad	26
2.7.1. Manejo de aguas urbanas	27
2.7.2. Energías sostenibles en la ciudad	31
2.7.3. Tratamiento y gestión de residuos urbanos	34
2.7.4. Implantación de espacios verdes en la ciudad	37
3. Aplicación didáctica del tema	39
3.1. Introducción	39
3.2. Justificación contextualizada de la Unidad Didáctica	39
3.2.1. Marco legislativo	39
3.2.2. Datos de la Unidad Didáctica	40
3.2.3. Justificación didáctica	40
3.2.4. Adaptación de la programación a la Unidad Didáctica	42
3.3. Objetivos	43

3.3.1. Objetivos generales de etapa	43
3.3.2. Objetivos generales de área de conocimiento	44
3.3.3. Objetivos específicos de la Unidad Didáctica	45
3.4. Competencias Básicas	46
3.5. Contenidos	48
3.5.1. Contenidos conceptuales	48
3.5.2. Contenidos procedimentales	49
3.5.3. Contenidos actitudinales	50
3.6. Metodología	52
3.6.1. Temporalización de la Unidad Didáctica	53
3.6.2. Descripción y secuenciación de las actividades	53
3.6.3. Recursos necesarios para la Unidad Didáctica	58
3.6.4. Medidas de atención a la diversidad	58
3.7. Evaluación	59
3.7.1. Sistema de evaluación	59
3.7.2. Criterios de evaluación	60
3.7.3. Criterios de calificación	61
3.7.4. Recuperación y pro-acción	61
4. Bibliografía	62

Resumen:

En este Trabajo de Fin de Máster de Educación Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas se expone la idea de desarrollo sostenible y la implicación que este desarrollo sostenible puede desempeñar sobre el modelo de crecimiento de una ciudad, para enlazarlo con el tema del *Medio Ambiente y la Humanidad* de la asignatura Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de 2º de Bachillerato.

En los últimos años ha surgido una problemática social, cultural y económica cada vez más acusada sobre todo en los países desarrollados y que cuentan con una gran densidad de población, se trata del crecimiento desmedido de la población sin tener en cuenta las características del lugar, las aptitudes para acoger a una población y la repercusión que este crecimiento ocasiona. De tal manera que ha surgido el término desarrollo sostenible para conciliar crecimiento y desarrollo con una sostenibilidad económica, social y ambiental que perdure en el tiempo. El objetivo de este trabajo es el estudio de la viabilidad del desarrollo sostenible en las ciudades, estableciendo un nexo de unión entre desarrollo sostenible y ecología mediante la visión de la ciudad como un ecosistema urbano.

Esta perspectiva que integra el ecosistema de la ciudad con desarrollo sostenible tiene la finalidad didáctica de acercar al alumnado una conciencia medioambiental en el entorno de su ciudad y permite tratar la Ecología como una ciencia multidisciplinar que concibe el estudio de la Ecología desde numerosos puntos de vista y posibilita un aprendizaje significativo basado en la integración de un ecosistema urbano (ciudad) con el desarrollo sostenible (problemas ocasionados debido al crecimiento de su ciudad).

Palabras clave: Desarrollo sostenible, ecosistema urbano, ordenación del territorio, huella ambiental, educación ambiental, programación didáctica.

Abstract:

In this Thesis for the degree of Master of Secondary Education, Vocational Training and Language Teaching, the idea of sustainable development is conveyed as well as the implications that this sustainable development can play on the growth model of a city to link it with the Environment and Humanity topic of the subject Earth Sciences and Environment of 2nd year of Bachillerato.

In recent years; new social, cultural and economic issues have arisen and are becoming more and more accentuated, especially in developed which have a high population density, it is the excessive growth of the population regardless of site characteristics, skills to accommodate a population and the impact that this growth causes. In such a way the term sustainable development has come up in order to achieve a balance

between growth and development by means of a long-term social, economic, environmental sustainability. The aim of this work is the study of sustainable development feasibility within cities, by establishing a bond between sustainable development and ecology throughout the vision of city as an urban ecosystem.

This perspective that entails both the city ecosystem and the sustainable development has the didactical purpose of allowing students become closer to environmental consciousness within their own city surroundings and it also allows approaching Ecology as a multidisciplinary science which conceives the study of Ecology from many points of view and it makes it possible a meaningful learning based on the integration of an urban ecosystem (city) within sustainable development (Problems originated due to their city's growth).

Keywords: Sustainable development, urban ecosystem, spatial planning, environmental footprint, environmental education, syllabus.

1. Introducción

La población humana, en su proceso de desarrollo, ha adquirido la capacidad de producir impactos ambientales con incidencias a escala global sobre su entorno, hasta ahora las generaciones futuras siempre habrían podido disfrutar de un medio ambiente y unos recursos aparentemente ilimitados (Owen, 1971). Sin embargo en los últimos años el crecimiento de la población se ha producido a un ritmo frenético, lo que ha incrementado la velocidad de extracción de recursos naturales y en muchas ocasiones ha comprometido la calidad y la reproducibilidad de los recursos y procesos naturales (Sollow, 2011).

Desde la Revolución Industrial el crecimiento de la actividad humana se ha desarrollado de forma radical (Wagman, 2014). La población mundial ha crecido exponencialmente; la producción industrial, aun más aceleradamente; el consumo de energía y de materiales o el tamaño de las ciudades han conformado un modelo de desarrollo que debe ser abordado para su estudio de forma que sea posible subsanar las deficiencias de este modelo de desarrollo actual.

La historia nos revela acontecimientos desgraciados que se han sucedido en asentamientos de población en los cuales una mala gestión de sus recursos naturales (sistema de abastecimiento de agua, tratamiento de residuos, etc...) han propiciado unos problemas sobre la salud de la población tales como enfermedades cardiovasculares, pulmonares e incluso oncológicas (Ordoñez, 2000).

Estas circunstancias ponen de manifiesto la necesidad de una gestión ambiental que coordine todas las intervenciones de la población humana en su entorno de actuación y garantizar la utilización de los recursos de forma racional (Rodríguez, López y Goicochea, 2009). Se puede considerar que la zona más influyente en la contaminación ambiental es la que constituyen las ciudades, pero la mayoría de las consecuencias ambientales se generan en zonas externas a las ciudades que son las que poseen los recursos naturales susceptibles de ser explotados, además configuran ecosistemas naturales muy frágiles desde el punto de vista ecológico y que reciben la contaminación procedente de los núcleos urbanos. Debido a la distribución de los elementos que intervienen en el problema de la sostenibilidad, se deduce que el mayor impacto ambiental se genera fuera de las ciudades, pero es importante recalcar que este problema se ve acentuado por la propia insostenibilidad de la ciudad como ecosistema que la convierte en un sistema incapaz de autoabastecerse por sí solo y sin la posibilidad de asimilar toda la contaminación que genera.

Por este motivo el problema de la sostenibilidad se le puede atribuir en primera instancia a los núcleos de población, que son sistemas tan densos, compactos y con tantas necesidades de abastecimiento que propician un impacto tan grave en el ecosistema urbano que lo convierten en un sistema insostenible y dependiente de

otros ecosistemas para su propia viabilidad (Paredis, 2011). De tal manera que esta situación de desequilibrio generada en las ciudades repercute de forma directa en otros ecosistemas llegando a ocasionarles perjuicios serios, a menudo irreparables. En este sentido nos vamos a centrar en la raíz del problema (las ciudades) para determinar posibles soluciones desde el punto de vista ecológico que se pueden aplicar en una ciudad para mejorar su sostenibilidad y controlar así su nivel de impacto sobre otros ecosistemas naturales.

En la propuesta para mejorar la sostenibilidad del ecosistema urbano, el primer paso consiste en establecer una ordenación del territorio y protección de los espacios naturales que contemple los usos de suelo de la ciudad (Rodríguez et al., 2009) y los clasifique por ejemplo en función de su valor ecológico y/o de la aptitud para soportar un impacto. En segundo lugar se propone la necesidad de la gestión ambiental de la ciudad para controlar los procesos que en ella ocurren y que se optimice su funcionamiento para que contribuyan a una mejora de sus sostenibilidad (Rueda, 1999). Por último se cree conveniente la implantación de medidas como la mejora de la capacidad de percolación del terreno, sistemas naturales que depuren el agua procedente de la irrigación o espacios verdes que depuren el aire contaminado por ejemplo, que sean capaces de mejorar la autorregulación de este ecosistema y que se minimice su impacto hacia el exterior.

Se presenta esta Unidad Didáctica de “Gestión sostenible de los ecosistemas: El ecosistema urbano” para tratar el tema de los ecosistemas, y establecer una analogía con el ecosistema natural urbano para debatir sobre la gestión y conservación del medio ambiente urbano teniendo en cuenta su funcionamiento como ecosistema y los elementos que en él intervienen, sumándole además la tendencia para lograr un desarrollo sostenible. De esta forma podemos integrar esta Unidad Didáctica en el tema del Medio Ambiente y la humanidad de 2º de Bachillerato.

Con este tema se le pretende dar una conciencia ambiental al alumnado sobre la importancia de entender su entorno urbano como un ecosistema donde es importante realizar un uso adecuado de sus recursos, así como de su conservación y con ello conseguimos abordar esta Unidad Didáctica desde la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad, lo que permite contextualizar estos contenidos a una realidad más próxima al alumnado y más comprometida con la situación real en la que convivimos.

Además hay que destacar la posibilidad de recurrir a ideas previas que esta Unidad Didáctica permite tratar por medio de la comparativa entre ecosistema urbano con ecosistema natural, la idea de desarrollo sostenible, la necesidad de ordenación del territorio o el impacto de los núcleos urbanos; de este modo contribuye a un aprendizaje significativo fundamentado en ideas que ya conocen y que permite activar la visión crítica del alumnado sobre el uso que se debe realizar de su ciudad, como interaccionan los distintos componentes que intervienen en su funcionamiento y la

necesidad de realizar un replanteamiento de los procesos en ella se llevan a cabo para una mejora de su sostenibilidad.

Para finalizar es importante destacar la importancia de uno de los temas que quizás presentan menor interés en esta densa asignatura de Ciencias de la Tierra, ya que es un tema multidisciplinar, además es un tema de actualidad en la investigación científica por el surgimiento de conflictos cada vez más frecuentes entre las poblaciones, su crecimiento y el entorno físico que las rodean. Por este motivo se ha interpretado la gestión y conservación del medio ambiente teniendo en cuenta el desarrollo sostenible y aplicándola al ecosistema de la ciudad.

2. Fundamentación teórica

2.1. La ciudad como ecosistema

La concepción de una ciudad como un sistema vivo no es algo de origen reciente. Esta idea ha sido ampliamente tratada durante el siglo XX por diversos autores que desarrollaron el tema del ecosistema de la ciudad (Higueras, 2008). Actualmente esta concepción del ecosistema de la ciudad es tratada con conformidad para solucionar los problemas ambientales que surgen en las zonas urbanas.

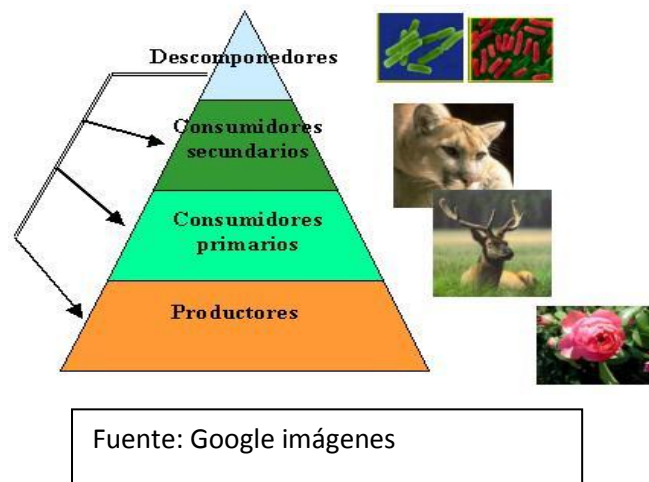
- ¿Qué entendemos por ecosistema?

Atendiendo a la mayoría de definiciones que explican un ecosistema de forma genérica; se define como un conjunto, un grupo o un sistema de elementos, organismos, seres vivos o individuo (biocenosis) que interactúan entre sí en un entorno determinado, medio natural, medio físico, área o zona geográfica (biotopo) para realizar un intercambio de energía o de materia completando un proceso cíclico. De esta forma casi cualquier cosa que nos imaginemos puede ser un ecosistema desde la cera que tenemos en los oídos hasta un frágil ecosistema de barras de coral y por supuesto una ciudad representa un ecosistema urbano.

Para entender mejor la visión de una ciudad como un ecosistema se hace patente identificar los elementos que lo componen, su función, cómo interactúan entre ellos y tratar de establecer una relación de semejanza con un ecosistema natural del que se conozca en profundidad todos sus detalles tales como su funcionamiento, organismos que intervienen en él, relaciones intraespecíficas e interespecíficas o funciones que cumplen en el ecosistema.

- Estructura de un ecosistema

Un ecosistema maduro consta de una multitud de especies que conforman poblaciones y estas a su vez comunidades que forman la biocenosis del ecosistema mencionada anteriormente. En función del papel que desempeña cada conjunto de organismos del ecosistema en el proceso de obtención, asimilación e intercambio de materia o energía ocupan un lugar en una cadena trófica, que evoluciona a modo resumen desde:



A) **Productores:** Son los organismos que se abastecen de la luz solar en primera instancia, sirviéndose de esta energía solar para transformarla en energía bioquímica y poder utilizar esta nueva energía bioquímica en forma de ATP para sintetizar la materia inorgánica y poder transformarla en materia orgánica mediante el proceso denominado fotosíntesis.

Los organismos productores representados por las plantas, algas, cianobacterias y algunos protozoos que constituyen la entrada de energía y materia en el ecosistema y son el detonante del flujo de energía y materia que circula por el ecosistema y que permite el desarrollo del resto de cadenas tróficas que no son capaces de sintetizar la materia inorgánica por ellos mismos.

B) **Consumidores primarios:** Están representados por los seres vivos que se alimentan de los organismos fotosintéticos como las plantas, permitiendo un traspaso de energía/materia hacia la siguiente cadena trófica.

C) **Consumidores secundarios:** El conjunto de organismos que se nutren de los consumidores primarios, suelen ser consumidores carnívoros y normalmente establecen relaciones de tipo depredador-presa con los consumidores primarios, dependiendo las dos cadenas tróficas entre sí para dar lugar a un bucle cerrado que presenta una relación de abundancia de cada cadena trófica de tipo inverso.

D) **Descomponedores:** Se trata de los organismos tales como saprófitos, hongos y bacterias que reducen la materia o energía restante de los procesos entre las primeras cadenas tróficas a escala microscópica para su transformación a materia inorgánica que cierra el bucle en el que intervienen todas las cadenas tróficas.

- **Ecosistema urbano**

Es posible establecer una analogía del ecosistema urbano en consonancia con todo lo descrito anteriormente sobre un ecosistema natural y su estructura, simplemente realizando algunas adaptaciones a ese modelo y considerando algunas diferencias

como la disminución de cadenas tróficas, el nivel de desarrollo ecológico o el cambio de rol de los agentes que participan en el mismo.

Pero en resumidas cuentas es también un sistema natural ocupado por una población que ejerce una o varias funciones en ese ecosistema urbano, se produce una entrada constante de energía y materia que en su transcurso permite el desarrollo de esa población y abastecer sus necesidades a modo de la realización de servicios, operaciones, procesos, producción de bienes, etc.

A continuación se muestra una tabla comparativa que muestra las relaciones entre un ecosistema natural y el ecosistema urbano de una forma simple que muestra la analogía entre los elementos que constituyen los ecosistemas ambos:

	Ecosistema natural	Ecosistema urbano
Biotopo	Medio acuático, terrestre o mixto	Superficie ocupada por la ciudad
Biocenosis	Conjunto de seres vivos que lo habitan	Seres humanos + Tecnología
Productores	Plantas, hongos, cianobacterias...	Plantas, hongos, cianobacterias...
Consumidores primarios	En su mayoría herbívoros	Seres humanos
Consumidores secundarios	En su mayoría carnívoros	Seres humanos
Descomponedores	Saprófitos, hongos y bacterias	Saprófitos, hongos y bacterias

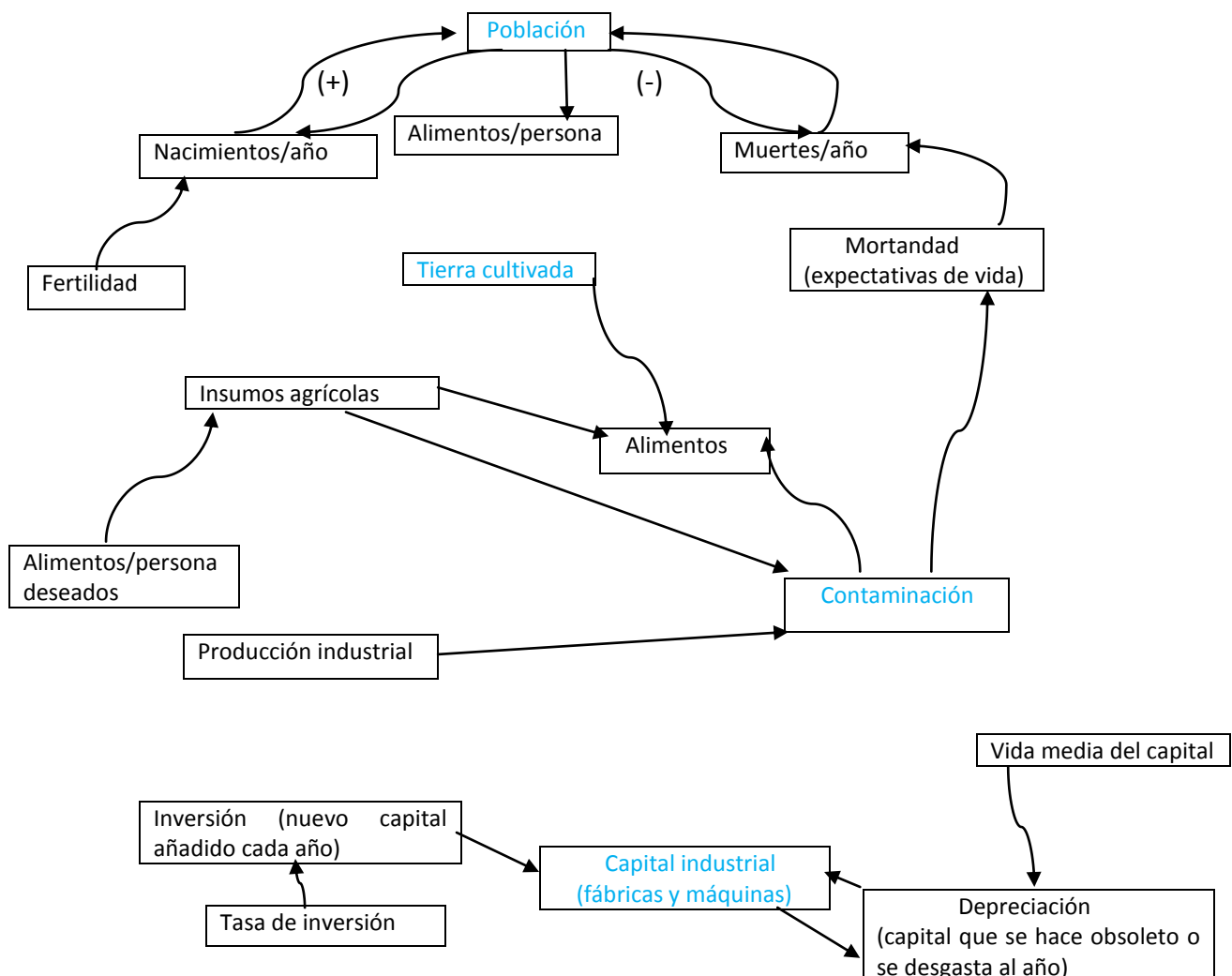
Fuente: Elaboración propia

Además de todos estos elementos, el funcionamiento del ecosistema urbano es totalmente diferente debido a la cantidad y complejidad de procesos que el ser humano lleva a cabo en él. De tal forma que el medio físico sobre el que se sustenta este ecosistema urbano se corresponde más bien con una gran extensión edificada que impide el desarrollo de vegetación, por este motivo la fauna y la flora están casi totalmente desplazadas de este ecosistema y además esta superficie construida constituye un impedimento físico en la interfases litosfera-hidrosfera-atmosfera por lo que la mayoría de ciclos biológicos asociados a estas relaciones se extinguen.

Pero esto no quiere decir que no se produzcan otro tipo de relaciones en las que aunque no haya tantos procesos ambientales, influyen en el ecosistema urbano e inciden sobre los ciclos biogeoquímicos que se encuentran alterados en este ecosistema y en su población.

Cuando hablamos de los procesos que ocurren en el ecosistema “ciudad”, nos estamos refiriendo a su metabolismo urbano (Inostroza, 2014). La idea de analizar la ciudad como un ecosistema no tiene solo interés cultural o científico. Es útil también para aportar soluciones de menor escala propias del funcionamiento interno de la ciudad, por ejemplo, para establecer qué barreras se establecerán al tráfico y al estacionamiento de los vehículos, qué configuración adquirirá la actividad productiva, qué combustibles resultan más interesantes para mejorar la ecología urbana, qué servicios colectivos van a mejorarse, qué gasto económico para cada habitante va a suponer o cómo disminuir los costes de mantenimiento (Higueras, 2013). Cualquier decisión parcial, tiene unas repercusiones directas e indirectas sobre otros sistemas urbanos, por tanto la solución ecosistémica es una solución válida ante problemas actuales. Es por tanto en las soluciones al problema de la insostenibilidad urbana, donde verdaderamente es oportuno plantear enfoques ecosistémicos (León, 2007).

Como ejemplo se muestra a continuación un esquema en forma de bucle de retroalimentación que mezcla variables asociadas a la población, agricultura, contaminación, agricultura y capital (Fuente: elaboración propia).

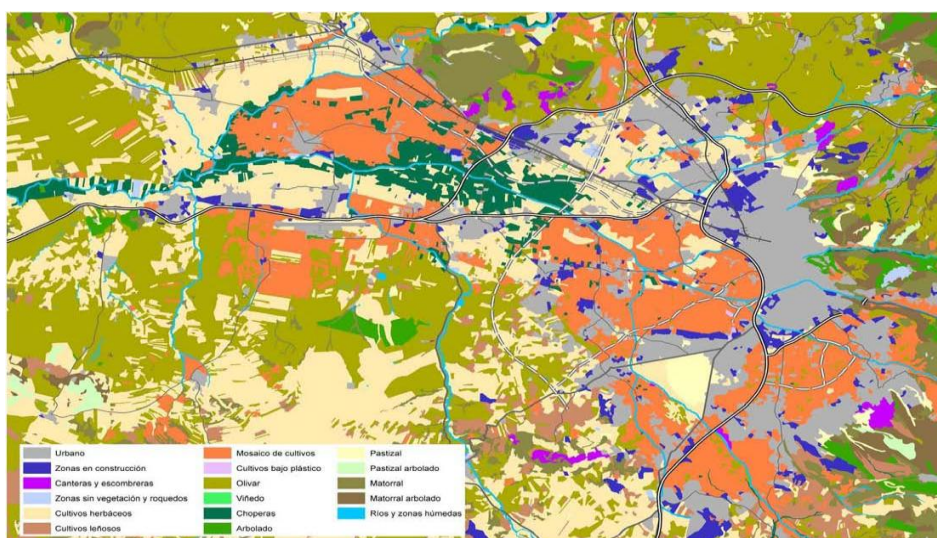


2.2. Necesidad de ordenación del territorio y ordenación de los espacios naturales de la ciudad.

La importancia de dotar de figuras de protección a los espacios naturales es una consecuencia heredada por las acciones para el desarrollo de la sociedad. Su desarrollo en el medio natural ha generado zonas con graves desórdenes territoriales que en varias ocasiones han producido un perjuicio serio a un lugar determinado sin haber reparado en las consecuencias que ello conllevaba y sin considerar el valor ecológico que ese lugar ofrece a la sociedad (Vacas, 2005).

De esta forma se ha necesitado incidir sobre el desarrollo incontrolado, mediante la creación de figuras de protección en los ecosistemas naturales como Parques Nacionales, Parques Naturales, Reservas Naturales, Reservas fluviales, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos, Microrreservas, Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) o Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS), cada una de estas figuras de protección establece un uso restringido del lugar protegido en base a algún valor ambiental que posea ese lugar y que merezca ser protegido y conservado, como su elevada biodiversidad, especies en peligro de extinción, belleza singular, etc...

Para poder realizar una figura de protección de una zona concreta es necesario realizar un estudio ambiental (geológico, edafológico, ecológico) para recoger criterios que permitan una estimación cuantitativa del valor ecológico de ese territorio, de los impactos potenciales de la actividad antrópica y recurrir a un mapa de suelo que clasifica la extensión de terreno en función de los distintos usos de suelo que se realizan (Gallo e Faraoni, 2014).



Fuente: Google imágenes

- Ejemplo de un mapa diferenciando los distintos tipos de suelo

Mediante la ordenación del territorio se consigue corregir las desigualdades territoriales del desarrollo poblacional otorgándole el mejor uso de suelo posible a cada terreno en función de sus aptitudes y se consigue proteger y conservar recursos naturales con un alto valor ecológico que pueden ofrecer un servicio ambiental en un futuro.

Los medios ambientes naturales cada vez reclaman de una mayor protección ambiental debido a la sensibilidad ambiental que se ha adquirido debido a los impactos antrópicos causados al medio ambiente. Pero, sin embargo, no existe una ordenación del territorio tan eficiente en lo que se refiere al ecosistema de las ciudades, que son los ecosistemas más presionados por la intervención humana y que presentan un mayor riesgo de un impacto grave sobre su medio natural, además si se pretende avanzar hacia un camino a la sostenibilidad donde las ciudades sean cada vez un lugar más sostenible para vivir se hace patente realizar una ordenación del territorio exhaustiva en las ciudades que mejore su capacidad de asimilación de todo lo que la actividad humana conlleva y permitir con ello también reducir la presión de explotación de nuevos ecosistemas naturales debido a la propia insostenibilidad urbana que obliga a un aumento de la huella ecológica de los núcleos de población.

La ordenación del territorio en las ciudades se hace mediante planes urbanísticos basados en Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU), que se corresponden en muchas ocasiones con las directrices generales del Estado o la Comunidad Autónoma y no establecen un uso de suelos que atañe a la realidad social, ambiental de la ciudad. Actualmente los planes de ordenación urbanística cada vez consideran más requisitos de tipo medio ambiental en la elaboración de usos mixtos de suelo en el territorio correspondiente al medio urbano para aprovechar los servicios ambientales que ofrecen y mejorar el metabolismo urbano (Mella, 2008).

2.3. Importancia del desarrollo sostenible

La mayoría de los seres vivos de una determinada especie presentan un modelo de crecimiento que es unánime para todos los individuos de dicha especie y que es establecido por condicionantes como la estrategia de supervivencia, las condiciones ambientales del medio o su función entre las cadenas tróficas de un ecosistema. Pero cuando nos referimos al desarrollo del ser humano tenemos que diferenciar entre varios modelos de crecimiento, ya que el ser humano es un ser racional que es capaz de decidir sobre su crecimiento en función de sus preferencias.

Pero más importante para los humanos es hablar de desarrollo, qué es la capacidad que se posee de aprovechar los recursos naturales para completar sus necesidades. Por eso es adecuado hablar de crecimiento y del tipo de desarrollo que lleva asociado

el mismo, de esta forma en la sociedad se han configurado varios modelos de desarrollo basados en cada concepción que se tenga de desarrollo.

El concepto de “desarrollo” es ambiguo y suscita muchas controversias desde su origen. Para algunas personas significa la posibilidad de satisfacer necesidades básicas como la alimentación, vivienda o la salud. Para otras, sin embargo, supone la capacidad tecnológica de un país en materia de infraestructuras, empresas o telecomunicaciones.

Tradicionalmente, en las diversas concepciones del desarrollo, el aspecto económico del término ha tenido un peso fundamental. Simplemente hay que recordar los factores que se tienen en cuenta para calificar si un país es desarrollado o no, estos factores son indicadores macroeconómicos tales como (Producto Nacional Bruto, renta per cápita o nivel de consumo).

Sin embargo esta concepción de lo que significa desarrollo viene determinada por la idea de desarrollo que los países ricos han transmitido para establecer un símil entre desarrollo, y producción y consumo ilimitados, de capacidad de gastar recursos y almacenar bienes en términos de un crecimiento económico continuo. Pero debido al estudio de lo que el desarrollo debe aportar a la sociedad se han constituido tres modelos básicos que ayudan a entender mejor que significa desarrollo y qué modelo le conviene más a las generaciones futuras.

A) Desarrollo incontrolado:

Desde la Revolución Industrial, el crecimiento de la actividad humana ha sido una constante. La población mundial ha crecido exponencialmente en todos los sentidos, la actividad industrial aún lo ha hecho más aceleradamente debido a la tecnificación de la maquinaria utilizada en el proceso de fabricación y por ende el tamaño de las ciudades también se ha incrementado.

Este modelo de crecimiento ha sido descrito por muchos economistas con meridiana claridad: “Nuestra economía enormemente productiva... exige que hagamos del consumo nuestra forma de vida, que convirtamos la compra y el uso de mercancías en rituales...Que las cosas se consuman y se gasten cada vez a un ritmo mayor”.

En contraposición algunos científicos matemáticos como Meadows, Meadows y Rangers (1991) señalaron en su informe que “Los límites de crecimiento son los límites de la habilidad de las fuentes planetarias para promover el flujo de materiales y energía, y los límites de los sumideros planetarios para absorber la contaminación y los residuos”.

B) Crecimiento cero o “conservacionismo”:

Este modelo de crecimiento fue propuesto por el Club de Roma en los años 70 y expone que la manera de disminuir los problemas ambientales es detener el desarrollo y propiciar el “crecimiento 0”. Sin embargo este modelo de desarrollo es un modelo injusto para los países subdesarrollados y en vías de desarrollo, pero si se utiliza en ciertos contextos muy delimitados como por ejemplo para limitar los cupos de pesca en una región o creando figuras de protección sobre espacios naturales con un gran interés ecológico como el bosque del Amazonas.

C) Desarrollo sostenible:

Este desarrollo es importante porque realiza una consideración intermedia de los dos modelos de crecimiento anteriores. Su definición más extendida es la que redactó Gro Harlem Brundlandt (1989), primera ministra de Noruega, para la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro donde denomina desarrollo sostenible a “aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones”.

Lo interesante de este modelo de desarrollo son las implicaciones a nivel medioambiental que suscita su implantación, ya que este desarrollo pretende conciliar crecimiento con un mantenimiento de los servicios ambientales que ofrece el ecosistema en proceso de desarrollo. Por este motivo y por la posibilidad que este desarrollo ofrece para aunar la preservación del medio natural junto con el desarrollo humano, lo cual permite la coexistencia de ambas partes en conflicto mediante la propuesta de un modelo de desarrollo más flexible.

En este trabajo nos interesa explotar la vertiente del punto de vista ambiental que aporta el desarrollo sostenible y cómo se puede poner al servicio del ecosistema de una ciudad para abordar los problemas ambientales que pueden surgir en un ecosistema urbano debidos al desarrollo masivo y al supercrecimiento que muchas ciudades soportan y soportaran y conseguir con ello hacer de ellas un ecosistema urbano sostenible.

2.4. Aportación del desarrollo sostenible a la ecología de una ciudad

Si realizamos un repaso general de cómo funciona el ecosistema global Tierra observamos que existe una regulación interna en los procesos que ocurren a nivel de los subsistemas, donde existe una continua importación de energía, pero las relaciones entre las partes no cambian, manteniéndose un equilibrio dinámico dentro de ciertos límites, es decir, existe un equilibrio de flujos en todos los procesos que se desarrollan.

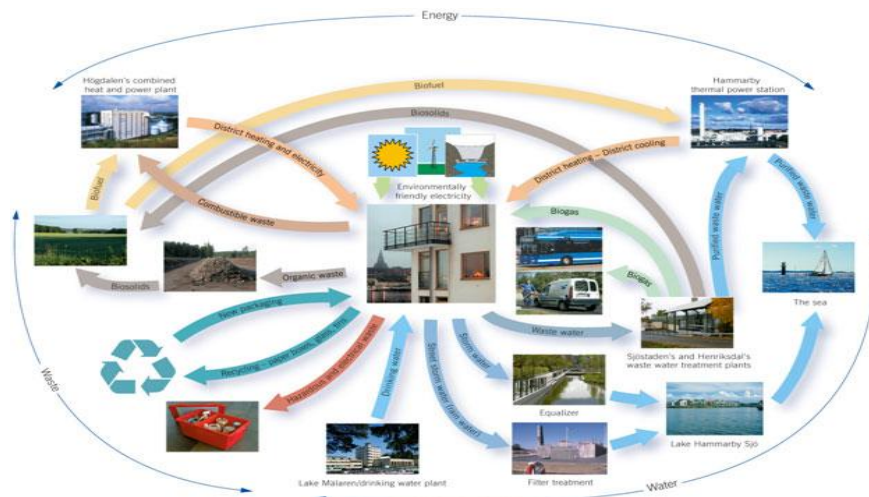
Esto a nivel de la Tierra también sucede, por lo que hay autores como Lovelock y Margulis (1974) que sostienen en su teoría de Gaia que la biosfera ha adquirido la capacidad de autorregular el medio ambiente global para mantener estables las condiciones físicas como la temperatura o la composición química de la atmósfera que permiten el desarrollo de la vida y la puesta en marcha de todos los procesos biológicos, de modo que la biosfera es mucho más que una capa donde sobreviven todas las especies si no que sería una entidad con propiedades mayores que la suma de sus partes. Esta teoría está evidenciada por hechos transcurridos a lo largo del tiempo y que permite explicar: La concentración de O_2 fundamental para la vida se ha mantenido constante en un 21%, así como el N_2 que no es muy estable y para su formación se necesita gasto energético (realizado por la actividad biológica), la temperatura se ha mantenido constante a lo largo de la historia a excepción de los ciclos glaciares/interglaciares y los gases de la atmósfera son la mayoría de origen biológico y pareciera que existe un mecanismo sensor y de control como la biosfera.

Parece que el ecosistema a nivel global es capaz de autorregularse, pero en una ciudad hay multitud de procesos y de tanta envergadura, que en muchas ocasiones es imposible que el ecosistema de la ciudad pueda regular los cambios inducidos por las acciones que el ser humano realiza, ya sea la contaminación atmosférica masiva, el agotamiento de los recursos hídricos de los manantiales existentes o la extracción de recursos no renovables a la escala de tiempo que se extraen.

Por ello es relevante aplicar el desarrollo sostenible a la ecología del ecosistema urbano, para facilitar, por medio de acciones antrópicas sobre este ecosistema, la mejora de la capacidad autorregulativa del ecosistema mediante el entendimiento de la ecología de ese ecosistema (Fischer, Scherren and Hastpart, 2013) se pueden aplicar numerosas técnicas e intervenciones que contribuyan a una regeneración más efectiva de esa ciudad y la reducción del impacto ocasionado por las acciones antropogénicas.

Además muchos de los procesos biológicos, químicos o geológicos que ocurren en los ecosistemas naturales son procesos cíclicos o de bucle cerrado, en los que existe un equilibrio en el intercambio de energía entre las partes, pero en un ecosistema urbano el proceso no es cíclico, es un sistema inestable ambientalmente con un grave derroche de energía y es necesario implantar mecanismos ambientales que lo hagan más viable y que permitan una mayor eficiencia en el transcurso de la energía por este sistema, en la mejora del aprovechamiento de los recursos naturales y la disminución de la contaminación, todo ello conciliado con el desarrollo social, cultural o económico de la región.

En la siguiente imagen observamos un modelo en forma de diagramas de flujo, en los que se muestra una visión sobre cómo avanzar hacia un metabolismo urbano circular



A genuine attempt at moving towards a circular urban metabolism: Hammarby Sjöstad, Stockholm.

Fuente: Google imágenes

2.5. Indicadores de Sostenibilidad ambiental y su importancia para una ciudad

Con el fin de definir objetivos estratégicos y operativos de desarrollo sostenible es necesario definir los indicadores de desarrollo sostenible. El desarrollo sostenible se manifiesta como una disciplina multidimensional que pretende unificar los subsistemas de tipo ecológico, social, económico y e institucional para lograr alcanzar unos objetivos estratégicos que sean operativos mediante el uso de indicadores de desarrollo sostenible. Se pretenden unificar estos indicadores ambientales para contribuir con la cohesión de los Estados miembros de la Unión Europea y fomentar la cooperación entre las regiones que la conforman, por este motivo es necesario de definir y seguir el estado de los indicadores de sostenibilidad (Golusin y Mutnilak, 2009).

Los indicadores de sostenibilidad ambiental nos permiten realizar una cuantificación de la sostenibilidad de nuestro entorno a partir de varios parámetros que muestran relaciones causa-efecto, de esta forma se pueden conocer qué aspectos producen un impacto para aplicar medidas correctoras de forma adecuada. Para obtener la información que se requiere para determinar la sostenibilidad de nuestro objeto de estudio se emplean indicadores de sostenibilidad ambiental que se estudian mediante modelos estadístico-matemáticos que sean capaces de revelar una información significativa sobre nuestro sistema de estudio, así podremos conocer de una manera exhaustiva la realidad que nos rodea y actuar en consecuencia, para ello se va a explicar de forma resumida los indicadores de sostenibilidad ambiental y como su estudio nos puede ayudar a la aplicación de un desarrollo sostenible.

Los indicadores son los parámetros que nos permiten la medida de las variables de un sistema que presenten una relación de acción y consecuencia íntimamente ligadas sobre cualquier aspecto que se pretenda estudiar en el tiempo. La variabilidad de estos indicadores es muy amplia y pueden estar referidos a una sola variable o a sistemas de variables interrelacionados y mucho más complejos de estudiar. Este indicador debe de facilitar su medida mediante cualquier instrumento o forma de medición y además esta medida debe aportar alguna característica afín a nuestro objeto de estudio, ya sea de carácter cualitativo o cuantitativo de forma que nos permita evaluar las condiciones del sistema de estudio. Para una correcta evaluación en la toma de decisiones se hace patente la comparación de las condiciones existentes con un patrón estándar (Quiroga, 2001). Además los indicadores constituyen una herramienta que permite simplificar la realidad eliminando todos aquellos aspectos que carezcan de importancia o no proporcionan una información relevante para el estudio.

Ebert y Welsch (2003) expresan la necesidad de unificar las definiciones de indicadores de forma que haya un consenso en los tipos de indicadores y en la aplicación para caso de estudio, ya que hay muchos tipos, de esta forma se simplificaría sobremanera el proceso de creación de modelos de indicadores al poder hacer uso de modelos estándar con validez constatada.

En la disciplina de las Ciencias Sociales, los científicos intentan definir modelos analíticos que delimiten la explicación de variables notorias como la calidad atmosférica, la huella ecológica, el índice de bienestar, etc. Por este motivo un modelo es tanto más bueno cuanto mayor sea su capacidad para describir y simplificar la realidad de la que se está realizando el estudio (Quiroga, 2001).

Es por eso que los criterios de selección de indicadores deben desempeñar un rol fundamental a la hora de realizar la planificación de un sistema de indicadores simples o sintéticos, dado que éstos requieren información cuantitativa de muchos componentes e indicadores que los describen. Las claves para los criterios de selección tienen que ser, por un lado, deben “jugar” con la idea de simplificar una gran cantidad de datos en un número reducido de indicadores por temas, áreas, componentes, importancia social, etc., y por otro, que proporcionen datos estadísticos de calidad y de un método científico que delimite la que concrete los datos a analizar.

Prácticamente en su totalidad, los criterios de selección de indicadores van a definir los componentes que van a constituir nuestro sistema de análisis, ya sea basado en el enfoque de desarrollo sostenible o la ciudad como ecosistema urbano (Quiroga, 2001). Después de esto hay que establecer una serie de indicadores que se pueden medir de acuerdo a su estado u otra categoría. Resaltar por ejemplo que si el objetivo es medir la calidad ambiental urbana, donde uno de sus componentes es el medio ambiente urbano; un tema sería el aire, y una posible medida o indicador podría ser microgramos de partículas en suspensión, CO₂, NO_x o CH₄.

El problema de la selección de indicadores radica en que aún en un mismo modelo de análisis existe una amplia variedad de criterios, por ello se hace necesario realizar una revisión de los indicadores atendiendo a las características que deben presentar cualquier modelo de análisis que se precie para realizar una evaluación fiel y fidedigna de la cuestión objeto de estudio.

Algunas de estas características expresan que el modelo de análisis debe describir un resultado final que incumba a la preocupación de la sociedad; capacidad para describir situaciones sociales de elección pública, es decir, que sean susceptibles de mejorar mediante la gestión social; debe estar referido a un campo de aplicación temporal y espacial definido, de forma que permita la comparación inter-temporal y entre regiones; debe posibilitar la agregación y desagregación, lo cual plantea un desarrollo que sea independiente de las instituciones que proporcionan la información; debe estar integrado en sus definiciones, especificaciones, directrices estadísticas y categorías clasificatorias, con otros sistemas de estadísticas sociales, demográficas y económicas, con las cuales se puedan relacionar, debe basarse en la validez científica.

En la determinación de la sostenibilidad de una ciudad los indicadores ambientales adquieren una importancia vital para la gestión ambiental de una ciudad. Así pues, en gestión ambiental estos indicadores de sostenibilidad se aplican con la finalidad de proporcionar información sintética que pretende establecer una evaluación de la dimensión del problema; fijar una serie de objetivos y velar por su cumplimiento para detectar qué tipo de problema hay que solucionar y en función de su magnitud establecer prioridades de actuación para cumplir con los objetivos marcados. Esta opción también nos permite fomentar el grado de conciencia ciudadana en base a los objetivos que nuestro sistema de estudio nos ayude a proponer.

En este sentido los indicadores de sostenibilidad ambiental pueden ser tantos como queramos y en función de la finalidad del estudio que se quiera realizar, aquí se mencionan algunos de los indicadores utilizados en el plan de urbanismo de una ciudad (Sevilla), estos son indicadores de morfología urbana:

Indicadores utilizados en el plan de urbanismo de Sevilla enfocados a la sostenibilidad ambiental			
Indicadores de morfología urbana	Indicadores relacionados con el espacio público y la movilidad potencial	-Indicadores relacionados con la complejidad urbana	-Indicadores relacionados con el aumento de la biodiversidad
-Densidad edificada			
-Compacidad absoluta.			

-Compacidad corregida	-Habitabilidad térmica en espacios urbanos espacios de estacionamiento -Accesibilidad a carriles bici	-Superficie mínima de los locales o el reparto entre actividad y residencia	-Corredores verdes -Dotación de árboles por espacio público.
-----------------------	---	---	---

Fuente: Plan especial de indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la actividad urbanística de Sevilla

De forma que hay que tener en cuenta que aspectos se pretenden mejorar de una ciudad para escoger los indicadores que más nos convengan, en el caso de definir un modelo de análisis para determinar la sostenibilidad ambiental de una ciudad con el objetivo de realizar el diseño de una ciudad inteligente es preciso realizar un estudio previo sobre los aspectos que se quieren mejorar, de esta manera algunos parámetros que se podrían considerar para la definición de indicadores son parámetros de tipo energético, que sean capaces de medir la biodiversidad, la frecuencia de transporte motorizado, compacidad, distribución de zonas verdes, calidad del agua, del aire, etc.

2.6. Evaluación de Impacto Ambiental en una ciudad

Mediante los indicadores de sostenibilidad ambiental definidos anteriormente, podemos realizar una Evaluación de Impacto Ambiental, a la que se puede definir como un procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales de un proyecto o intervención humana sobre el territorio (Velázquez, 2011) que además es la herramienta que nos permite realizar una ordenación del territorio que se adecue a las aptitudes más idóneas del territorio, para establecer de forma correcta el uso de suelos de manera que se reduzca el impacto ambiental que se ejerce sobre el medio físico.

Para cualquier proyecto de ámbito público o privado que tenga lugar en un entorno medio ambiental es obligatorio realizar una Evaluación de Impacto Ambiental para la que se precisa llevar a cabo un estudio de impacto ambiental (EsIA) que contenga al menos los siguientes apartados:

- Descripción del proyecto y sus acciones
- Examen de alternativas técnicamente viables
- Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas
- Identificación y valoración de impactos
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras

f) Programa de vigilancia ambiental

g) Documento de síntesis

La metodología de cada proyecto de evaluación ambiental varía en función de la finalidad del estudio que se pretenda hacer, de esta manera existen tres tipos de métodos para la Evaluación Ambiental:

A) Modelos identificativos: El objetivo es describir el entorno físico sobre el que se desarrolla el proyecto, así como sus características para después identificar las alteraciones producidas por cada componente del impacto. Para analizar estas alteraciones se utilizan métodos como la Matriz de Leopold, que es una matriz con cuadros de doble entrada en los que figuran los cuadros o elementos del medio y las acciones que pueden alterarlos, estableciendo una relación causa efecto (Velázquez, 2011).

Factores \ Acciones					
	A	B	C	D	E
A	-8 10		-7 4		+2 2
B	-9 4	+3 5			+6 3
C				-5 2	+8 7

Ejemplo de una Matriz de Leopold donde hay dos entradas, una para acciones del proyecto y otra para los factores que se ven afectados.

Además observamos casillas separadas en su diagonal, donde quedan dos apartados, en uno se pondera la magnitud del impacto (M) y en otro la importancia (I)

B) Modelos predictivos: En estos modelos se trata de explicar las perturbaciones ambientales que se pueden originar como consecuencia de la elaboración de un proyecto sobre el medio ambiente. Estos modelos se realizan mediante la creación de modelos matemático-estadísticos que permiten estimar la probabilidad, magnitud e importancia del impacto. El modelo más utilizado es el de Pasquill-Gidford (Velázquez, 2011).

C) Modelos interpretativos: Estos modelos van un paso más allá e intentan determinar la incidencia del impacto causado sobre el bienestar humano, además de valorar los costes y beneficios sociales. Para esta interpretación se recurre al modelo del Instituto Batelle Columbus (Velázquez, 2011).

- Evaluación de impacto ambiental en una ciudad

Para estudiar el impacto ambiental de una ciudad es necesario recurrir a los tres modelos comentados anteriormente, pero considerando que el impacto

correspondiente a la creación de la ciudad ya está realizado así que hay que recurrir más al modelo predictivo e interpretativo para poder describir los efectos que se pueden causar sobre el medio ambiente y la población.

Pero además el funcionamiento del ecosistema ciudad genera un impacto ambiental sobre otras zonas, este impacto externo puede ser estudiado mediante la elaboración de modelos matemático-estadísticos basados en la huella ambiental de la ciudad, que es la cantidad de recursos naturales que necesita una ciudad (ya sea área de terreno ecológicamente productiva, volumen de agua aprovechable e incluso volumen de aire) para asegurar su correcto funcionamiento y asegurar el abastecimiento de sus necesidades de forma indefinida.

A) Evaluación del Impacto Ambiental Externo: debemos hallar la huella ambiental global de la comunidad de población que sea objeto de estudio.

-Huella ambiental producida por la extracción de recursos naturales: Determinar la huella ambiental de una población requiere de un cálculo complejo que considera una gran variedad de variables, sin embargo existen fórmulas sencillas que posibilitan realizar un cálculo estimativo que nos proporcione de una idea sobre la huella ambiental que una ciudad produce. Básicamente la fórmula tiene en cuenta el consumo total que la población extrae del medio natural mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Consumo aparente (Producto x)} = \text{Producción (x)} - \text{Exportación (x)} + \text{Importación (x)}$$

Con esta primera fórmula podemos hallar el consumo de un determinado producto por parte de la población. Después se debe realizar una suma de todos los consumos de cada producto, los cuales se normalizan en base a sus respectivos índices de productividad, de forma que se estandarice los factores de productividad y se pueda estudiar el consumo global de los productos de forma genérica, quedando el esquema de la fórmula global podría quedar así:

$$\text{Huella ambiental} = \text{Consumo (a}_1\text{)} / \text{Índice de Productividad (a}_1\text{)} + \text{Consumo (a}_2\text{)} / \text{Índice de Productividad (a}_2\text{)} + \text{Consumo (a}_3\text{)} / \text{Índice de Productividad (a}_3\text{)} \dots + \text{Consumo (a}_n\text{)} / \text{Índice de Productividad (a}_n\text{)}$$

- Huella ambiental energética: Sin embargo, determinando la huella ambiental referida a los consumos de los productos de los que se hace uso no hallamos la huella ambiental completa de una ciudad, pues gran parte de la huella ambiental de una ciudad es debida al gasto energético generado en las ciudades. Por consiguiente hay que calcular también la huella ecológica energética, donde lo que se mide es la superficie necesaria para absorber gases nocivos para el medio ambiente, tales como

los óxidos de nitrógeno (NO_x) o el dióxido de carbono (CO_2) desprendidos en procesos de combustión y dividida esa superficie del medio por su capacidad para asimilar cada contaminante.

- Huella ambiental debida a la generación de residuos urbanos: Por último también hay que valorar la superficie que contamina el ser humano debido a la generación de residuos urbanos.

A través del cálculo de la huella ecológica global de una ciudad, que es el principal indicador ambiental de este ecosistema, tenemos la capacidad de estudiar el impacto ambiental que un ecosistema urbano genera sobre otros ecosistemas naturales y es posible determinar la sostenibilidad ambiental que nuestro ecosistema urbano posee.

B) Evaluación de Impacto Ambiental Interno: La continua actividad humana sobre nuestro ecosistema urbano genera multitud de perjuicios tanto a su propio ecosistema urbano como a la especie humana que lo habita. Los principales impactos que se producen en su interior son la contaminación ambiental (atmosférica, de la red de abastecimiento de aguas, acústica y luminosa).

- Evaluación del impacto antrópico sobre la atmósfera: Consiste en medir los índices de concentración de gases nocivos en la atmósfera de la ciudad como óxidos de nitrógeno, partículas en suspensión, monóxido de carbono, dióxido de azufre o PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ mediante estaciones meteorológicas que permiten medir las concentraciones de estos contaminantes en el aire y se pueden comparar estas concentraciones con las concentraciones recomendadas según el Organismo Mundial de la Salud (OMS), para dilucidar si existe un impacto atmosférico o no.



Estación meteorológica que mide los contaminantes atmosféricos además de las variables meteorológicas (Fuente: google imágenes).

Tabla con los niveles de concentración de contaminantes químicos máximos permitidos según la Organización Mundial de la Salud

$\text{PM}_{2.5}$			
10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media	anual
25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media en 24h	
PM_{10}			
20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media	anual
50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media en 24h	
O_3			
100	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media en 8h	
NO_2			
40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media	anual
200	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media en 1h	
SO_2			
20	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	media en	24h
500	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ de	media en 10 min	

Fuente: Organización Mundial de la Salud

- Evaluación del impacto antrópico sobre la red de aguas de abastecimiento: La Evaluación de Impacto Ambiental en las aguas es mucho más compleja debido a la gran cantidad de componentes que se pueden asociar a este fluido, sin embargo un estudio de impacto ambiental sobre las aguas seguiría la misma metodología (comparación de indicadores de calidad de las aguas estándar con los reales), pero teniendo en cuenta muchos más parámetros de calidad del agua que repercutan de forma negativa sobre el ecosistema y la salud humana para la evaluación del impacto.

- Impacto acústico: El principal indicador para medir la contaminación acústica es el nivel de presión equivalente. El nivel de presión de sonido o de nivel de sonido medido en decibelios (dB) es una medida logarítmica de la presión acústica eficaz de un sonido en relación con un el valor estándar de referencia de la Unión Europea. Se calcula utilizando un instrumento de medida denominado sonómetro y aplicando los datos obtenidos de la medición a la siguiente fórmula:

$$Leq = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right]$$

-Leq = nivel de presión sonora continuo equivalente [dB]

-Nivel de p_0 = presión de referencia = $20 \mu\text{Pa}$

- p_A = presión de sonido adquirida en Pa

- t_1 = tiempo de inicio para la medición

-El tiempo t_2 = fin de la medición

A través de esta fórmula se pueden diseñar gráficas que explican el registro sonoro de una determinada zona (Figura 1) y evaluar en qué puntos se produce un impacto acústico que supere los registros sonoros propuestos por la Unión Europea (Fig 2).

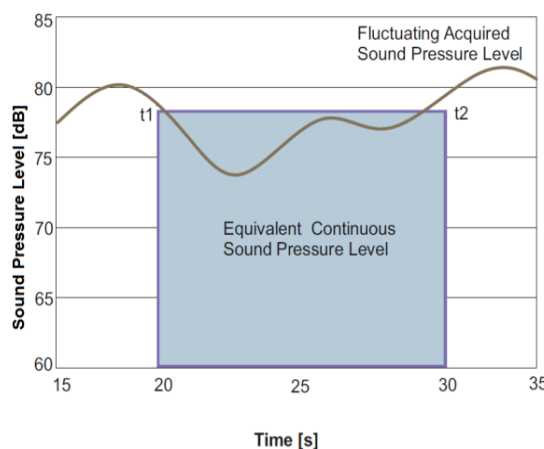


Fig.1. Gráfica que muestra el cálculo del nivel de presión equivalente (Leq).

Fuente: (Tahlyan y Ohri, 2015).

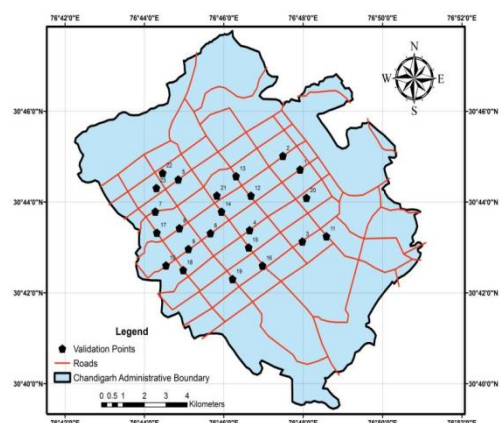


Fig.2. Mapa que muestra los puntos donde se produce un impacto acústico en una ciudad. Fuente: (Tahlyan y Ohri, 2015).

Cualquier Estudio de Impacto Ambiental (EIA) permite conocer qué acciones producen un efecto indeseable en el ecosistema urbano. De esta forma es posible proponer medidas correctoras que disminuyan el impacto del ecosistema urbano y contribuyan a una mejora de la sostenibilidad ambiental del ecosistema.

2.7. Medidas ambientales para la implantación del desarrollo sostenible en la ciudad.

En los ecosistemas naturales, el flujo de materia circula siguiendo un modelo cíclico de tipo cerrado entre las especies y el medio natural. Y el flujo de energía está constituido por un continuo aporte de energía del sol que posibilita la sucesión de todos los procesos metabólicos entre las cadenas tróficas hasta que la energía se acaba degradando mediante los procesos metabólicos de cada especie (Higuera, 2013). De tal forma que para que el ciclo se vuelva a repetir debe existir una entrada continua de energía solar. Sin embargo en un ecosistema urbano no se cumplen dos de los principios necesarios para que sea considerada un ecosistema urbano:

A) No posee un metabolismo de tipo cerrado o cíclico, más bien es abierto y lineal, lo cual origina importantes desequilibrios territoriales.

B) Su flujo de energía es deficiente energéticamente, necesita de otras fuentes de energía como los combustibles fósiles para satisfacer sus requerimientos.

Ciclo urbano	Objetivos en el ecosistema urbano
Atmosférico	Disminuir la contaminación atmosférica: -Transporte privado y público no contaminante -Calefacciones no contaminantes -Control de emisiones industriales Disminuir el efecto de la isla térmica: -Aumentar zonas verdes en áreas centrales -Colores claros en pavimentos y fachadas -Evitar emisiones de calor por equipos
Hidrológico	-Conservar la naturaleza de escorrentía superficial -Reserva y reuso del agua de lluvia -Reciclado de las aguas grises con uso apropiado

	-Reducción del consumo de agua potable -Control regadío de zonas verdes
Materia orgánica y residuos	-Reciclado y separación de residuos -Reciclado del residuo orgánico (compostaje, biogás)
Energético	-Uso de energías renovables y no contaminantes

Tabla que representa los objetivos propuestos para mejorar la sostenibilidad de las ciudades. Fuente: (Higuera, 2013).

2.7.1. Manejo de aguas urbanas

La principal fuente de agua en la ciudad es la que proviene de la precipitación de agua de lluvia, esta agua de lluvia contribuye a la limpieza del aire; a la atenuación del efecto de la isla térmica en las ciudades y posibilita el crecimiento de vegetación en ciertas zonas, por ello es de gran interés mejorar la capacidad de infiltración del agua de lluvia en las ciudades (Krauze and Wagner, 2014).

El objetivo es mejorar la cuenca de drenaje urbano es conseguir un mejor aprovechamiento del agua de lluvia, para reducir las corrientes de escorrentía, disminuir el poder erosivo del agua, limitar la propagación de contaminantes, y en general mejorar el ciclo hidrológico urbano para que se asemeje más al ciclo hidrológico que ocurre en ecosistemas naturales.

En este sentido hay diversos enfoques en el diseño de una ciudad que apuestan por introducir medidas y elementos estructurales que posibilitan la mejora de la capacidad de infiltración de una ciudad, según Schneider y Rich (2013), estos son:

A) Desarrollo de bajo impacto (LID): Este enfoque urbano está basado en adaptar el diseño y las zonas urbanas a las características del medio físico (tipo de suelo, estructuras geológicas, ecosistema terrestre o acuático).

B) Diseño urbano sensible al agua (WSUD): Propone un estudio interdisciplinar entre expertos en agua, arquitectura, ordenación del territorio y medio ambiente para elaborar un diseño urbano en el que el ciclo hidrológico se parezca a un ciclo hidrológico de un ecosistema natural.

C) Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS): Consiste en la utilización de técnicas de la ingeniería tradicionales respetuosas con el medio ambiente para mejorar la retención de la pluviosidad urbana.

D) Las mejores prácticas de manejo (BMP): Comprenden todas las actividades estructurales y no estructurales, encaminadas a mejorar la retención del agua de lluvia, limitar la escorrentía y eliminar los contaminantes.

D1. Mejora de la capacidad de infiltración del agua de escorrentía:

En la gestión de aguas sostenible de las ciudades se suelen utilizar todos estos enfoques, pero el más usual es el de las mejores prácticas de manejo (BMP) porque comprende la mayoría de las técnicas y medidas que inciden en la mejora de la capacidad de infiltración del agua en el medio urbano. A su vez se pueden usar técnicas estructurales y no estructurales:

- Técnicas estructurales: Están basadas en la adecuación del entorno físico para mejorar su capacidad de infiltración mediante infraestructuras, modificaciones de diseño, barreras, techos verdes, superficies permeables, vegetación, etc... Para visualizar la idea se muestran a continuación varios ejemplos (Krauze and Wagner, 2014):

- Superficies permeables

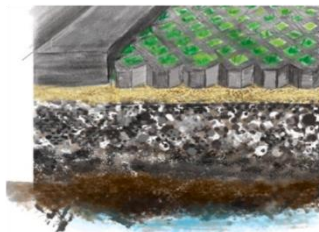


Figura 1 y Fig 2: Utilización de materiales permeables en la subcapa de la superficie (grava, arenas) en forma de matriz propician el crecimiento de especies herbáceas y se consigue aumentar en gran medida la capacidad de infiltración. Fuente: (Krauze and Wagner, 2014).

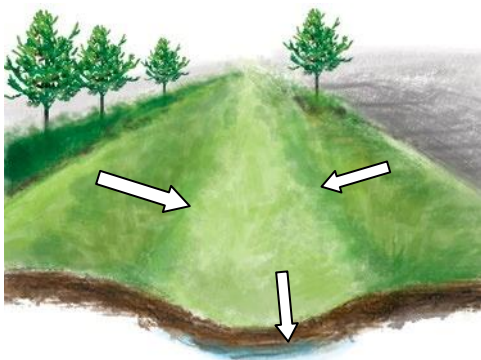
- Franjas de protección de plantas: Utilizando estructuras como techos y paredes verdes, franjas de protección con vegetación e infraestructuras que valoren el contorno de las calles se consigue aumentar la cobertura de vegetación de las ciudades, lo cual es especialmente beneficioso para el ciclo hidrológico del agua, contribuyen también al aislamiento térmico de las viviendas, aumenta la actividad biológica y mediante la evapotranspiración del aire atmosférico, mejoran la calidad del aire.



Ejemplo de una hendidura en la acera para canalizar el agua procedente de escorrentía de la vegetación, en Portland, E.E.U.U. Fuente: (Krauze and Wagner, 2014).

- Instalaciones de infiltración de aguas pluviales: Se utilizan en zonas donde el terreno presenta una alta permeabilidad y hay áreas biológicamente activas con una extensión grande.

Cuencas de infiltración



Cuenca de infiltración en campo abierto: Muy útiles para la eliminación de contaminantes y realizan pre-tratamiento del agua. Fuente: (Krauze and Wagner, 2014).

Cuencas de retención: Presentan características y modo de funcionamiento similares a las cuencas de infiltración, pero están pensadas para cuencas más grandes y profundas.



Ejemplo de una cuenca de retención que en periodo seco es empleada con fines recreativos. Fuente: (Krauze and Wagner, 2014).

Pozos de infiltración: Se utilizan en zonas impermeables que contienen una gran densidad urbana, en los cuales el agua no puede ser contenida con los medios de que se dispone en el medio, por eso se instalan recipientes con materiales propicios para la infiltración subterránea del agua.

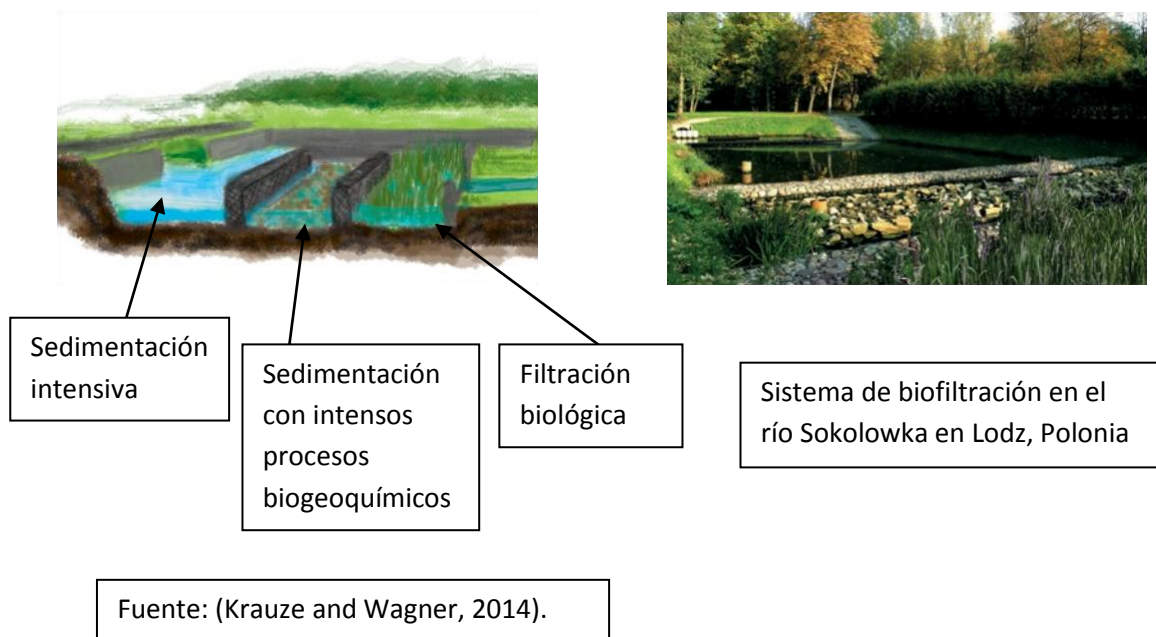
Trincheras de árboles de aguas pluviales: Resultan ideales para lugares con alta densidad urbana, alta efectividad de infiltración apoyándose en la capacidad extra de detención, retención y filtración de agua que aportan las raíces de los árboles y al proceso de evapotranspiración que se da en las hojas.



Ejemplo de un sistema de infiltración combinado con vegetación arbórea distribuidas a lo largo de una trinchera. Maynard Avenue Green Street, Seattle, Washington, USA. Fuente: (Krauze and Wagner, 2014).

D2. Sistemas de tratamiento biológico de aguas pluviales:

Además de controlar la infiltración de las aguas con los medios anteriormente descritos, es posible utilizar técnicas basadas en la depuración biológica del agua residual utilizando organismos como macrófitos a los que además se les puede aplicar sistemas de pre-tratamiento como cámaras de carga de sedimentos y separadores aumentando la eficiencia de depuración. De este modo se consigue disminuir la concentración de la contaminación del agua residual que sale de la ciudad hacia los cursos fluviales naturales.



En la foto anterior se describe el proceso de sedimentación/filtración. Este sistema se utiliza en lugares donde hay una entrada de un curso de agua como un acuífero. El sistema de depuración consta de tres procesos: la sedimentación intensiva en la que una combinación de construcciones fijas y móviles mejoran la capacidad de sedimentación; en la siguiente zona tienen lugar procesos biogeoquímicos intensivos en una fracción de piedra caliza gruesa donde se capturan compuestos de fósforo; y filtración biológica donde sustancias biogénicas son eliminados por macrófitas.

- Técnicas no estructurales

Además de las técnicas estructurales, el manejo de aguas urbanas requiere de otros aspectos igualmente importantes como dotar de una educación a la población sobre el manejo de las aguas pluviales; planificación y gestión de las infraestructuras; la limpieza de los canales por los que circula el agua; reutilización del agua pluvial para recarga de inodoros por ejemplo; control de la contaminación vertida a la red de abastecimiento pública y tratamiento de residuos.

2.7.2. Energías sostenibles en la ciudad

A diferencia de los ecosistemas naturales, los ecosistemas urbanos presentan un déficit de energía debido a la gran demanda energética que se requiere para satisfacer todos los procesos que suceden. Además la fuente de energía primaria (el sol) carece de importancia en los ecosistemas urbanos porque apenas hay organismos autótrofos que transformen esa energía para poderla incorporar al ecosistema urbano. Por estos dos motivos en el ecosistema urbano hay un déficit energético y es necesario recurrir a

otras fuentes de energía externas como los combustibles fósiles para poder atender la demanda energética que la población necesita.

El excesivo uso de energías no renovables, cuya existencia es aparentemente limitada, ha llevado a la necesidad de encontrar otras alternativas de generación de energía que no comprometan el nivel de demanda energética actual. Para mejorar la sostenibilidad de una ciudad es relevante mejorar también su ciclo energético a través del uso de energías renovables y la eficiencia energética (Blanco, s.f.)

- La energía solar o fotovoltaica: Como se ha mencionado anteriormente, en el ecosistema urbano no se realiza un aprovechamiento de la energía solar. Esta fuente de energía es especialmente importante, y está basada en la transformación o bien de energía térmica en energía eléctrica utilizando un colector solar o bien de energía lumínica en energía eléctrica usando una placa fotovoltaica.

Ventajas: Constituye la forma de introducir energía solar en un medio urbanizado, de manera que se aprovecha la energía solar al igual que en los ecosistemas naturales.

Se ha descubierto una técnica para extraer hidrógeno en las placas solares, utilizando la energía térmica que almacenan las placas fotovoltaicas para producir la electrólisis del agua y conseguir hidrógeno, el cual va a ser un elemento químico muy demandado en las tecnologías próximas.



Simulación de placas fotovoltaicas en los tejados de viviendas unifamiliares de zona residencial, (Fuente: google imágenes)

- La energía eólica: Esta energía es producida por la transformación de energía cinética (obtenida por el movimiento de rotación de unas hélices a través de las cuales circula una corriente de aire) a energía eléctrica aprovechando las hélices conectadas a una turbina y a un generador. En la práctica se pueden instalar aerogeneradores en la ciudad, que son molinos eólicos convencionales a una escala mucho menor, por lo que se pueden integrar fácilmente en el ecosistema urbano, véase la siguiente imagen:



Ejemplo de aerogeneradores en diseño de un árbol artificial

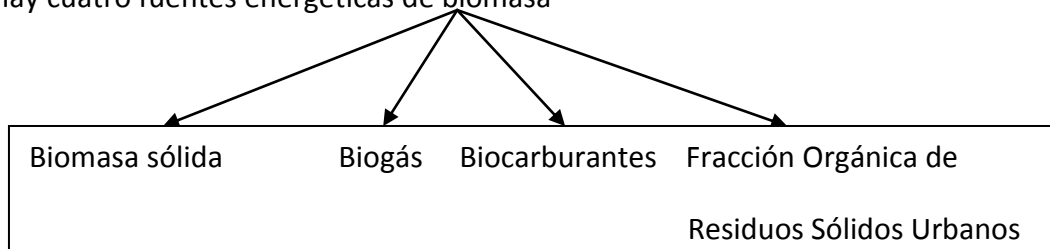
Mimetización con el entorno

Elaborado por la empresa francesa "NewWind"

(Fuente: ecologíablog)

- Biomasa: La obtención de energía a través de la biomasa presenta un gran potencial en los ecosistemas urbanos, en donde se produce y se desecha una gran cantidad de productos que son biodegradables.

Hay cuatro fuentes energéticas de biomasa



La cantidad de biomasa disponible en las ciudades y su gran variedad ofrecen múltiples aplicaciones para la obtención de energía, gestión de residuos y minimización de la contaminación. La biomasa de los tipos biogás y biocarburante es muy interesante porque presenta un alto valor calorífico que los hace ideales para sustituir a otras fuentes energéticas como los combustibles fósiles en medios de transporte y sistemas de calefacción (Cerdá, 2012).

No obstante, de estas fuentes de biomasa, la más abundante en los ecosistemas urbanos es la derivada de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU). De esta FORSU se puede obtener biogás a través de un proceso de metanización natural de los residuos sólidos urbanos utilizando bacterias anaerobias que producen la digestión de la materia orgánica. Así se puede conseguir energía directa para uso y consumo utilizando la biomasa procedente de los residuos sólidos urbanos.

- Energía hidráulica: Esta energía se produce aprovechando los saltos verticales del agua que movilizan unas turbinas conectadas a unos generadores eléctricos para producir electricidad.

Estos sistemas de energía hidráulica no se pueden instalar en las ciudades debido a las propias condiciones del medio urbano, ya que se necesita de grandes volúmenes de

agua y una determinada velocidad del agua para generar electricidad de forma eficiente y en las ciudades no suele darse tal condición. Sin embargo es posible transportar la energía eléctrica generada en centrales hidráulicas a la red eléctrica de la ciudad.

- Energía geotérmica: Esta energía se obtiene del calor interno de la Tierra, que posee por medio del gradiente geotérmico. En la práctica, no hay muchos lugares donde se pueda aplicar esta fuente de energía para producir energía eléctrica porque la temperatura en el subsuelo no es lo suficientemente elevada como para que sea viable su aprovechamiento. Sin embargo hay determinadas regiones donde constituye la principal energía consumida, como en Islandia en la que se estima que el 65% de su energía procede de la energía geotérmica.

Gestión inteligente de la electricidad en el ecosistema urbano: Para la sostenibilidad energética de una ciudad además de utilizar energías renovables, es igualmente importante que exista una coordinación a tiempo real del uso de la energía y de la demanda energética mediante sistemas de gestión inteligentes apoyados en tecnologías informáticas para adecuar las exigencias energéticas a las reales y mejorar la eficiencia energética del ecosistema urbano. Véase las redes energéticas inteligentes o *smart grids* (Anexo 1).

2.7.3. Tratamiento y gestión de residuos urbanos:

Introducción:

En las ciudades se genera cada día una cantidad ingente de residuos urbanos procedentes de viviendas, comercios, empresas o industrias. Muchos de ellos reciben un tratamiento rápido de incineración para darle salida de una forma rápida y de forma que no se emplee demasiado tiempo en su eliminación para poder seguir con el continuo desechamiento y que no se produzca una acumulación masiva de estos contaminantes.

Sin embargo, la cada vez mayor diversificación de los productos que se consumen a diario y su especificidad repercuten en la generación de residuos urbanos muy particulares que suelen contener muchos componentes químicos, muchos de ellos altamente contaminantes, por lo que se hace patente la elaboración de métodos de tratamiento y gestión de residuos urbanos que sean eficaces en la eliminación e incluso reaprovechamiento del residuo urbano en este impulso hacia la sostenibilidad del ecosistema urbano.

A) Gestión de Residuos Sólidos Urbanos:

La composición de los residuos sólidos urbanos (RSU) varía según zonas, pero está compuesto en mayor o menor medida por cartón, papel, plástico, fracción orgánica (restos de comida), vidrio, metales férricos y no férricos y otros residuos.

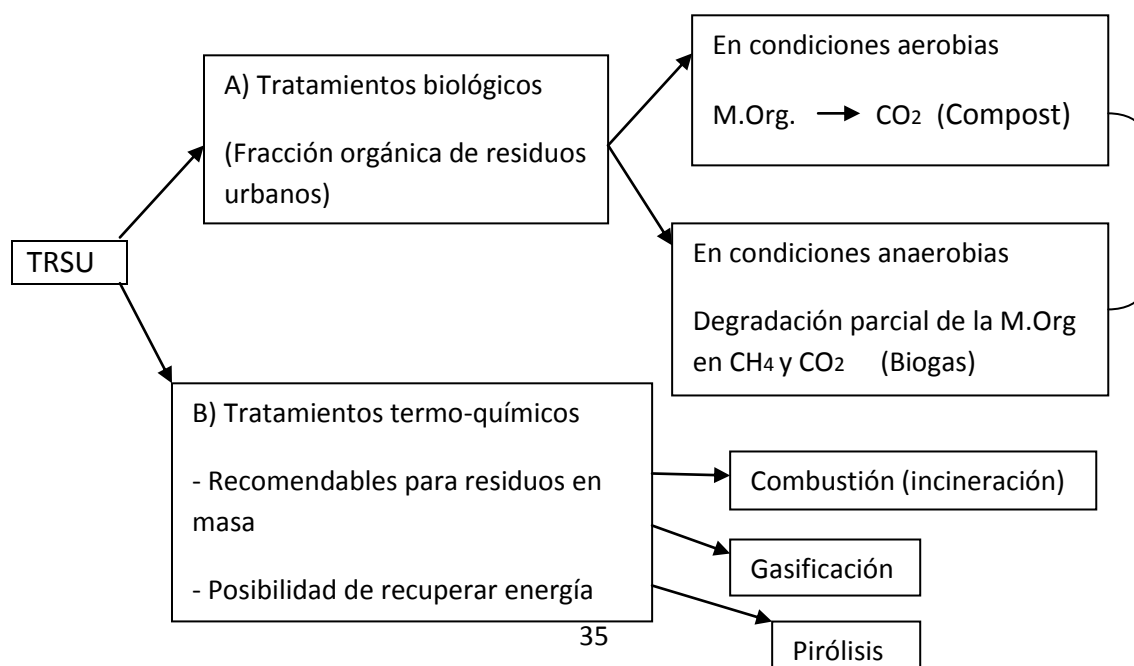
Para una buena gestión de RSU es necesario conocer la cantidad, densidad y composición de los residuos, para ello es primordial una recolección selectiva de los residuos en función de su naturaleza o de los métodos de tratamiento eficaces para tratarlo. Una vez separados en contenedores específicos (imagen) se llevan a plantas de tratamiento de residuos sólidos.



Clasificación de residuos urbanos. Fuente: gestionintegralderesiduos.com

B) Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos:

Hay diversas técnicas para tratar los residuos sólidos urbanos, a continuación se muestra un esquema simplificado donde se muestran todas las técnicas aplicadas:



A) Tratamientos biológicos de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos: Los compuestos orgánicos se pueden descomponer biológicamente, bajo determinadas condiciones controladas, en compuestos estables que sean posibles de almacenar sin peligro (Bonmatí, 2008).

Si el proceso ocurre en presencia de oxígeno hablamos de condiciones aerobias, el subproducto generado es estable y se puede utilizar como un abono orgánico llamado compost (figura 2), si el proceso se da en ausencia de oxígeno las condiciones son anaerobias y se produce una degradación parcial de la materia orgánica a metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) originando biogás. Ambos procesos constan de un pre-tratamiento para adecuar el residuo y un post-tratamiento para refinarlo (Bonmatí, 2008).

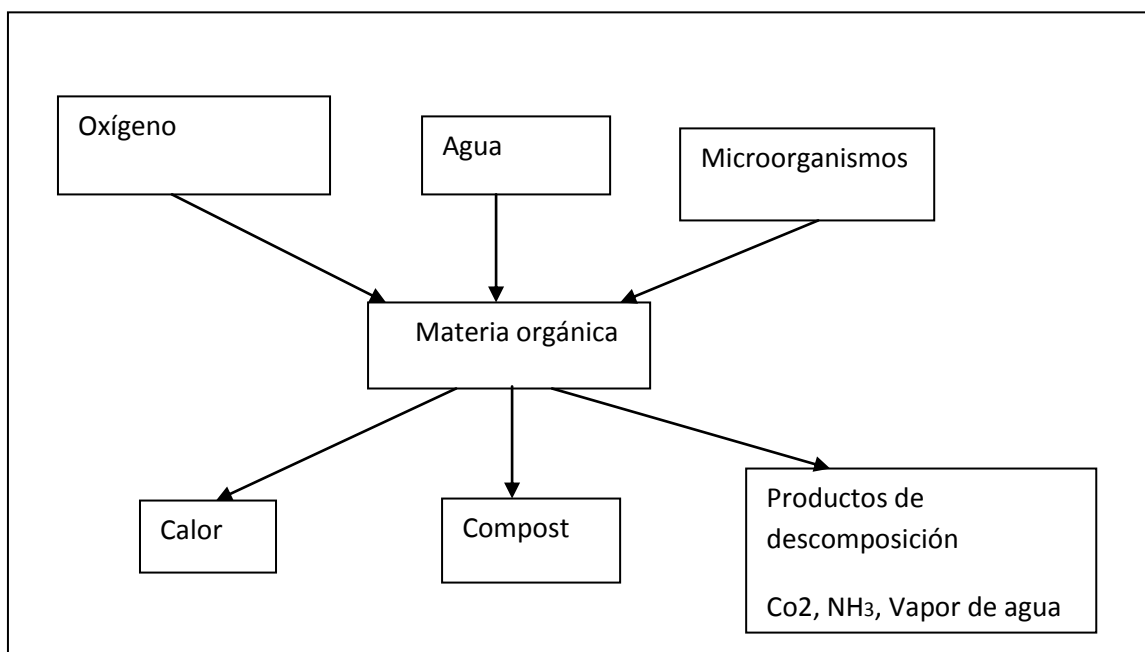


Figura 2. Proceso de compostaje. Fuente: Adaptado de Haug, 1993

El proceso de compostaje ocurre en dos etapas, una de descomposición de las moléculas en un rango de temperaturas mesofílico ($<50^{\circ}\text{C}$) para luego aumentar las temperaturas a un rango termofílico ($>50^{\circ}\text{C}$) y otra etapa de maduración donde se forman macromoléculas nuevas como los ácidos húmicos y fúlvicos.

El otro proceso de tratamiento biológico en ausencia de oxígeno es la digestión anaerobia y en ella tienen lugar cuatro etapas: hidrólisis, acidogénesis y metadogénesis.

Existen otros procesos de tratamiento biológico como lombrihumus (descomposición orgánica utilizando lombrices), (Bollo, 1999) y bocashi (descomposición similar a la del

compost pero con bacterias facultativas y fermentación ácido-láctica), (Bonmatí, 2008).

B) Tratamientos termoquímicos: Estos tratamientos están basados en la descomposición térmica o química de los residuos que no son biodegradables o que se encuentran recolectados en masa. Hay tres métodos básicamente:

Combustión (incineración): Método de degradación térmica de los residuos rompiendo su materia carbonosa hasta reducirlo a cenizas.

Gasificación: Combustión incompleta del residuo para generar un gas combustible que contiene metano, hidrocarburos gaseosos, monóxido de carbono, etc.

Pirólisis: Proceso térmico en ausencia de oxígeno por el cual se desestabiliza un compuesto químico degradándolo, a muy altas temperaturas genera carbón.

La combinación de la gestión de residuos urbanos junto con su correspondiente tratamiento posibilita un mejor aprovechamiento de los residuos generados, se produce energía en procesos como la combustión, se consigue disminuir la contaminación vertida al exterior del ecosistema urbano y en definitiva mejora la sostenibilidad del medio urbano.

2.7.4. Implantación de espacios verdes en la ciudad:

En el diseño de la ciudad cada vez se tienen más en cuenta los beneficios que pueden aportar la dotación al espacio urbano de zonas verdes, ya se ha visto su utilidad como elemento para mejorar la capacidad de infiltración en el ecosistema urbano pero además de eso presenta muchas más implicaciones positivas para su entorno físico.

La consideración de la ciudad como un ecosistema urbano pone de relieve la necesidad de creación de espacios verdes naturales en el medio urbano, ampliamente transformado por el hombre, para poder recuperar el equilibrio entre el medio natural y el medio construido de tal forma que no se renuncie a ninguna de las ventajas que aporta cada biotopo y se produzcan sinergias ambientales entre las zonas paisajísticas y urbanas (Mohanty, Misra and Drazal, 2002) adquiriendo servicios ambientales como el agua, aire, naturaleza, etc. Mediante la implementación de espacios verdes en el medio urbano se pretende acercar valores medioambientales y servicios ecosistémicos para reducir la dependencia del medio urbano con los ecosistemas naturales (Dobbs, Nitschke, and Kendal, 2014).

- Beneficios que aportan los espacios verdes al ecosistema urbano:

A) Mejora la regulación térmica de las ciudades, moderando sus temperaturas e incidiendo sobre el efecto de la isla térmica que tiene lugar en las ciudades.

B) Actúan como filtros naturales de la contaminación del aire, son capaces de absorber partículas en suspensión, polvo, smog fotoquímico y secuestrar CO₂ de la atmósfera.

C) Una buena red de espacios verdes interconectados entre sí pueden formar un micro-ecosistema natural dentro de una ciudad, que favorece el asentamiento de otras especies animales y vegetales con lo que se aumenta la biodiversidad del ecosistema (Jabareem, 2006).

D) Constituyen un pulmón natural en las ciudades, las especies arbóreas purifican el aire mediante la respiración y producen grandes cantidades de oxígeno.

E) Aumentan la capacidad de infiltración de las cuencas hidrológicas de los ecosistemas urbanos realizando un mejor aprovechamiento del agua disponible.

F) Suponen una barrera física contra las corrientes de aire propiciando unos flujos de aire dentro de la ciudad más amortiguados.

G) Se disminuye la fragmentación ecosistémica de los ecosistemas naturales a ecosistemas urbanos, creando una transición de un ecosistema al otro más gradual e introduciendo servicios de ecosistemas naturales necesarios para la población humana en el rol de organismos biológicos que se sienten identificados con el medio natural.

H) Posibilidad de aprovechamiento en agricultura o ganadería para reducir la dependencia de importar productos comestibles (León, 2007).

A continuación se proponen varios ejemplos de implementación de espacios verdes en una ciudad:



Corredor verde en Buenos Aires

Fuente: Google imágenes



Ciudad integrada totalmente en el paisaje,
Curitiba, Brasil. Fuente: Vidamásverde.com

3. Aplicación Didáctica del tema

3.1. Introducción

El currículo de la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente está orientado hacia un conocimiento completo que abarque todas las disciplinas de Ciencias de la Naturaleza que ayuden a la comprensión de las necesidades del ser humano con el medio físico con el que se le relaciona y poder afrontar con garantías los problemas que se suscitan en un futuro.

Esta asignatura requiere de la utilización de todas las disciplinas de Ciencias Naturales para abordar el estudio del medio natural desde distintas perspectivas, con lo que se realiza un aprendizaje multidisciplinar (Sequeiros, 1998), pero además esta asignatura supone un desarrollo teórico de los contenidos recibidos por el alumnado en cursos anteriores por lo que representa una profundización en contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales.

En el caso de nuestra Unidad Didáctica “La Gestión sostenible de los ecosistemas: El ecosistema urbano”, se corresponde con el primer tema de la asignatura denominado “El Medio Ambiente y la humanidad”. Este tema es interesante porque es el detonante para que se sucedan los siguientes temas, es decir, representa el marco teórico sobre el cual se desarrollan los siguientes contenidos pues explica el funcionamiento del medio ambiente como sistema y los conflictos medioambientales que aparecen en él.

Por otro lado, el enfoque de la unidad didáctica “La Gestión sostenible de los ecosistemas: El ecosistema urbano” abarca temas relativos a la realidad del alumnado tales como la ciudad y los problemas con los que conviven en ella, de tal forma que es posible aumentar el interés por el medio ambiente y fomentar su aprendizaje significativo.

3.2. Justificación contextualizada de la Unidad Didáctica

3.2.1. Marco legislativo:

Para la realización de esta Unidad Didáctica nos hemos amparado en la legislación vigente que regula el nivel educativo de Bachillerato:

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de Diciembre, de Educación.
- Ley 17/2007, de 10 de Diciembre, de Educación de Andalucía.
- Real Decreto 1467/2007, de 2 de Noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

- Para el ámbito de Andalucía, el currículo se concreta en el Decreto 416/2008, de 22 de Julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas correspondientes al Bachillerato en Andalucía.
- Orden de 5 de Agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato de Andalucía
- Orden de 15 de Diciembre de 2008, por la que se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de Bachillerato de Andalucía.

3.2.2. Datos generales de la Unidad Didáctica:

Título de la Unidad Didáctica	La gestión sostenible de los ecosistemas: El ecosistema urbano
Etapa educativa	Bachillerato
Nivel	2º Curso
Asignatura	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente
Bloque de contenido	1er Bloque
Temporalización	1ª Evaluación: 8 sesiones de 55 minutos (2 semanas aproximadamente)
Contenidos	- Funcionamiento de los ecosistemas - Ordenación del territorio - Desarrollo sostenible - Ecología de la ciudad - Indicadores de sostenibilidad ambiental - Evaluación de impacto ambiental - Medidas ambientales de reducción de impacto ambiental de una ciudad

3.2.3. Justificación didáctica

La ciencia cada vez está más presente en el uso cotidiano y tiene una importancia vital para las decisiones que tomamos a diario. La sociedad requiere de un mayor conocimiento en ciencia y tecnología, y la adquisición de habilidades que la hagan competente para desenvolverse con garantía ante los retos que se le proponen en la realidad del mundo global contemporáneo. En este sentido, las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente aportan los conocimientos adecuados para conocer la realidad que nos rodea, entender cómo se comporta nuestro medio físico e identificar los problemas que surgen de la relación entre el ser humano y su medio.

Esta Unidad Didáctica de “La Gestión sostenible de los ecosistemas: El ecosistema urbano” se integra en el tema del “Medio Ambiente y la humanidad” de la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, un tema que explica el medio ambiente

desde el punto de vista de un sistema y los conflictos que surgen en su interacción con el ser humano. En relación con esto, la Unidad Didáctica “La Gestión sostenible de los ecosistemas: El ecosistema urbano” que se propone, constituye una aplicación práctica de la relación entre los sistemas terrestres y su interacción con el hombre pero a una escala más reducida y representativa (supone la máxima expresión de transformación ecosistémica producida por la acción antrópica).

El estudio del medio ambiente enfocado a un ecosistema urbano trata de plasmar los contenidos del tema de tal forma que sea posible establecer una relación entre ecosistemas e influencia antrópica en un marco teórico conocido por el alumnado, por ser el entorno en el cual se encuentra inmerso, facilitando un aprendizaje significativo basado en ideas previas.

Además esta Unidad Didáctica es un tema de actualidad, el surgimiento de medios urbanos cada vez más masificados y las perspectivas de crecimiento generan una presión sobre el territorio cada vez mayor y que ocasiona problemas medioambientales serios, por lo que se le otorga una gran importancia a la sostenibilidad de las ciudades, siendo uno de los objetivos propuestos por la Comisión Europea para el año 2020 y supone un tema en el que se pueda trabajar las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS).

- Fundamentación:

El artículo 2 de la LOE (2/2006) establece entre sus finalidades el desarrollo de la personalidad y capacidades de los alumnos; la adquisición de hábitos intelectuales, técnicas de trabajo, conocimientos científicos, técnicos, humanísticos, históricos y artísticos. Además amparándonos en el Decreto 416/2008, de 22 de Julio, las materias optativas de Bachillerato han de contribuir a la formación específica de la modalidad del alumnado y deben contribuir a ampliar sus perspectivas de formación. Todo ello supone un refuerzo que se desarrolla mediante una participación activa en proyectos y trabajos de investigación.

En la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente se contribuye al desarrollo del resto de contenidos acercándolos a la realidad cotidiana del alumnado. Esta Unidad Didáctica en particular, realiza un desgranamiento de todos los elementos de los que se va a profundizar en los siguientes temas. La visión general de la realidad global permite una mejora de la comprensión de los siguientes temas.

Por último, el estudio del ecosistema urbano como un ecosistema natural permite entender mejor su funcionamiento, y es posible aportar soluciones científico-técnicas más coherentes con los problemas reales que se desarrollan actualmente en las ciudades consiguiendo con ello reducir el impacto antrópico producido y mejorando la sostenibilidad del ecosistema urbano.

3.2.4. Adaptación de la programación de la Unidad Didáctica

La asignatura de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente se enmarca en el segundo curso de Bachillerato por lo que es evaluable en el proceso de Selectividad. Esta situación unida a la densidad de contenidos de la materia influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje de tal forma que el desarrollo de contenidos se hace en función del libro de texto y las exigencias del examen de Selectividad. Pero el personal docente debe intentar adaptar su programación en función de las necesidades del alumnado y el proyecto educativo del centro de enseñanza para que el proceso de aprendizaje se adecue a las características concretas y se propicie un aprendizaje contextualizado (Arnaiz y Garrido, 1997; Puigdelívol, 1993).

- Adaptación de la programación de la Unidad Didáctica a las necesidades del alumnado

Según el artículo 17.2 del Decreto 416/2008, de 22 de Julio, en la evaluación del proceso de aprendizaje se debe tener en consideración que se realice evaluación continua e individualizada de cada alumno/a en relación con su nivel de madurez, de progreso y su rendimiento académico a lo largo del curso conforme a los objetivos establecidos en Bachillerato y al final de la etapa, y considerando sus posibilidades de evolución en un futuro.

Por este motivo hay que adaptar la programación de la Unidad Didáctica a las características del alumnado. Se debe valorar las aptitudes psicológicas y fisiológicas del alumnado, siendo conscientes de que ya presentan un nivel de madurez que en la mayoría de los casos los sitúa ante un pensamiento formal, en el cual empiezan a expresar valores sociales y de planificación hacia un futuro.

De acuerdo con lo anterior se puede describir el comportamiento del alumnado en que presentan un pensamiento formal y pueden controlar sus emociones; su principal inquietud es pasarlo bien y si es en compañía mejor, pues le dan gran importancia al grupo de amistad, ello conlleva a algunas situaciones de rebeldía contra las normas que le impone la gente adulta; además dan una cierta importancia al deporte, el cual permite ser una vía de escape emocional; y tiene una gran dependencia de las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio.

El enfoque de esta Unidad Didáctica basada en un aprendizaje multidisciplinar respeta las consideraciones hacia la diversidad del alumnado, ya que se fomenta la metodología constructivista y basada en el aprendizaje significativo, generando debates y actividades en los que se cuestionan acciones realizadas en su entorno ciudadano y se proponen soluciones para desarrollar su capacidad crítica y de análisis.

- Adaptación de la programación de la Unidad Didáctica a las características del Proyecto educativo de centro (Contextualización)

En este proceso de adaptar la Unidad Didáctica según los requerimientos reales concretos de cada situación en el aula, es relevante desarrollar un planteamiento curricular que pueda ser definido en última instancia tanto por el Proyecto Educativo y Curricular del Centro como por la programación de aula (Arnaiz y Garrido, 1997; Puigdillevol, 1993).

En nuestro caso, nos encontramos en el I.E.S Auringis que es un centro educativo de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional ubicado en la zona sureste de Jaén. El alumnado es de diversa procedencia, de tal forma que su nivel socioeconómico y nivel académico es muy heterogéneo, lo que refuerza la necesidad de proponer una adaptación curricular según el aula de que se trate.

La Unidad Didáctica propuesta debe adaptarse a las condiciones específicas de cada aula y se debe hacer frente a problemas como la falta de motivación de algunos/as alumnos/as, deficiencia comunicativa en muchos de ellos y conocimientos previos. Esta Unidad Didáctica trata de hacer frente a todos estos problemas aludiendo a ideas previas, haciendo un repaso general de la asignatura en sí y generando actividades innovadoras y debates que mejoren las habilidades sociales del alumnado.

3.3. Objetivos

Según el Decreto 416/2008, de 22 de Julio, la Orden de 5 de Agosto y el real Decreto 1467/2007, de 2 de Noviembre, de enseñanzas mínimas se establecen los objetivos que conciernen a la etapa educativa de Bachillerato de forma que el alumnado tiene que alcanzar esos objetivos propuestos para superar esta etapa.

3.3.1. Objetivos generales de etapa

Se trata de los objetivos generales de la etapa educativa de Bachillerato determinados por los artículos 3 y 4 del Decreto 416/2008 y cuya finalidad es la adquisición de un conjunto de hábitos, saberes, actitudes y valores para alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma.
- c) Conocer la realidad del mundo contemporáneo, sus antecedentes y precedentes. Ser partícipes del desarrollo y mejora de su entorno.
- d) Utilizar de forma eficiente y responsables las tecnologías de la información y la comunicación.

e) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos básicos y dominar las habilidades propias de la modalidad elegida.

f) Comprender los elementos y métodos que intervienen en la investigación

g) Fomentar el espíritu emprendedor mediante el trabajo de actitudes como la iniciativa, trabajo en equipo, flexibilidad y sentido crítico.

Estos objetivos propuestos para la etapa educativa de Bachillerato deberán ser alcanzados en todas las asignaturas implicadas en el nivel educativo para que se fomente un aprendizaje multidisciplinar, de tal forma que en el caso de que sea necesario el personal docente debe colaborar entre sí para alcanzar objetivos comunes en todas las asignaturas y facilitar la labor de la adquisición de las siguientes capacidades al alumnado.

3.3.2. Objetivos generales del área de conocimiento

Se corresponden con el conjunto de metas que se fijan para la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Estos objetivos deben guardar algún tipo de relación con los objetivos generales de etapa y son los siguientes:

a) Comprender el funcionamiento del planeta Tierra como sistema, y sus interacciones para distinguir las repercusiones locales y globales.

b) Conocer cómo se desarrollan los procesos geológicos sobre el medio ambiente y el ser humano.

c) Identificar los recursos naturales que existen y sus limitaciones de aprovechamiento.

d) Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para extraer información, evaluarla y sacar conclusiones que consten de un fundamento teórico adecuado.

e) Investigar los acontecimientos medioambientales recurriendo a diversas técnicas de tipo físico-químico, biológico o geológico para explicar relaciones causa efecto.

f) Ser conscientes de la importancia de una conciencia medioambiental, que consolide valores positivos hacia la conservación y defensa del medio ambiente y hacia unos buenos hábitos de aprovechamiento.

- Relación de los objetivos del área de conocimiento con los objetivos de etapa

Objetivos del área de conocimiento	Objetivos de etapa
(a)	(c) y (f)
(b)	(c) y (e)
(c)	(d), (f) y (g)
(d)	(d), (f) y (g)
(e)	(b), (e) y (f)
(f)	(a) y (b)

3.3.3. Objetivos específicos de la Unidad Didáctica

Son los objetivos que se pretenden conseguir con la Unidad Didáctica y están en relación con los contenidos del tema.

- a) Conocer el funcionamiento de un ecosistema y saber establecer semejanzas con un ecosistema urbano.
- b) Comprender la necesidad de la ordenación del territorio y de los usos de suelo en la ciudad.
- c) Identificar los indicadores ambientales que contribuyan a caracterizar la calidad ambiental de un ecosistema.
- d) Entender cómo se realiza un estudio de impacto ambiental, y saber aplicarlo a un ecosistema urbano.
- e) Conocer algunas medidas ambientales que se pueden elaborar para disminuir el impacto antrópico en las ciudades y saber analizar sus beneficios ambientales a corto y largo plazo.
- f) Utilizar las tecnologías de la información y de la comunicación para recopilar información acerca de cuestiones medioambientales en los ecosistemas.
- g) Distinguir las ventajas e inconvenientes del uso de energías renovables aportando una justificación crítica sobre su viabilidad en las ciudades.
- h) Comprender el ciclo de la materia y de la energía en el medio urbano, siendo conscientes del ciclo hídrico urbano y la gestión de residuos que se realiza en las ciudades para ser capaces de proponer soluciones que asemejen esos ciclos urbanos a ciclos más naturales.

3.4. Competencias Básicas

Aunque en esta etapa educativa no se suelen aplicar las competencias básicas, en la programación de esta Unidad Didáctica se emplean para utilizarlas como complemento de evaluación del desarrollo cognitivo del alumnado.

Las competencias básicas constituyen el conjunto de las habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales que resultan imprescindibles para garantizar el desenvolvimiento personal y social y la adecuación a las necesidades del contexto vital, así como para el ejercicio directo de los derechos y deberes ciudadanos.

Para el desarrollo de todas las Competencias Básicas se llevarán a cabo durante la Unidad Didáctica una serie de actividades que tratarán unas u otras competencias básicas, estas son:

1. Competencia en comunicación lingüística

- a) Comprender, expresar e interpretar pensamientos y hechos científicos de forma oral y escrita.
- b) Utilizar destrezas lingüísticas útiles para el uso diario: leer, escribir, escuchar, conversar, comunicar.

2. Competencia en el razonamiento matemático

- a) Interpretar tablas, gráficas, diagramas u otras formas de representación.
- b) Elaborar de cálculos matemáticos para obtener resultados que sean capaces de describir un suceso o explicar un fenómeno.

3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico y natural

Esta competencia es la más relacionada con los contenidos de la asignatura, por lo que se trabaja de forma “persé” en cualquier actividad que se realice.

- a) Utilizar los métodos de la investigación científica: Planteamiento del problema, formulación de hipótesis, realizar ensayos, recurrir a información relevante, diseñar experimentos que demuestren una hipótesis, etc.
- b) Manejar argumentos sólidos para explicar y justificar de forma científica la realidad que los rodea.

4. Competencia digital y tratamiento de la información

- a) Manejar las redes informáticas para extraer información, tratarla y poder procesarla o enviarla.

b) Diseñar, crear e innovar mediante el uso de los recursos tecnológicos que están a su alcance.

5. Competencia social y ciudadana

a) Conocer las repercusiones históricas de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la humanidad.

b) Valorar desde un punto de vista científico los problemas que acontecen a la sociedad.

c) Ser capaces de proponer soluciones científicas para mejorar la calidad de vida de su entorno ciudadano.

6. Competencia cultural y artística

a) Poseer una mentalidad abierta hacia la diversidad de culturas y costumbre en las que se encuentran inmersos.

b) Estimar los valores culturales y artísticos heredados y las nuevas corrientes que están por surgir.

7. Competencia y actitud para seguir aprendiendo de forma autónoma a lo largo de la vida

a) Mejorar su rendimiento académico y su capacidad de aprendizaje mediante la búsqueda de métodos que le sirvan para una mejor memorización y comprensión de los contenidos.

b) Poseer una actitud positiva hacia la cooperación y el trabajo en equipo de forma que influya positivamente en el grupo y su interés particular.

8. Competencia para la autonomía y el desarrollo de la iniciativa personal

a) Ser capaz de trabajar de forma independiente a través del desarrollo de habilidades como la creatividad, autonomía personal y la reflexión.

b) Afrontar nuevos retos y conflictos con una mentalidad analítica y abierta

- Relación de los objetivos generales de etapa, de área de conocimiento, de la Unidad Didáctica con las competencias básicas.

Competencias Básicas	Objetivos de etapa	Objetivos generales de área de conocimiento	Objetivos específicos de la Unidad Didáctica
1	(c)	(d) y (f)	(g)
2	(f)	(e)	(g)

3	Todos	Todos	Todos
4	(d)	(d)	(f)
5	(a) y (c)	(b)	(f)
6	(c) y (g)	(f) y (h)	(b)
7	(b), (e) y (f)	(d)	(c), (d), (e) y (g)
8	(b), (e) y (g)	(a) y (h)	(a), (g) y (h)

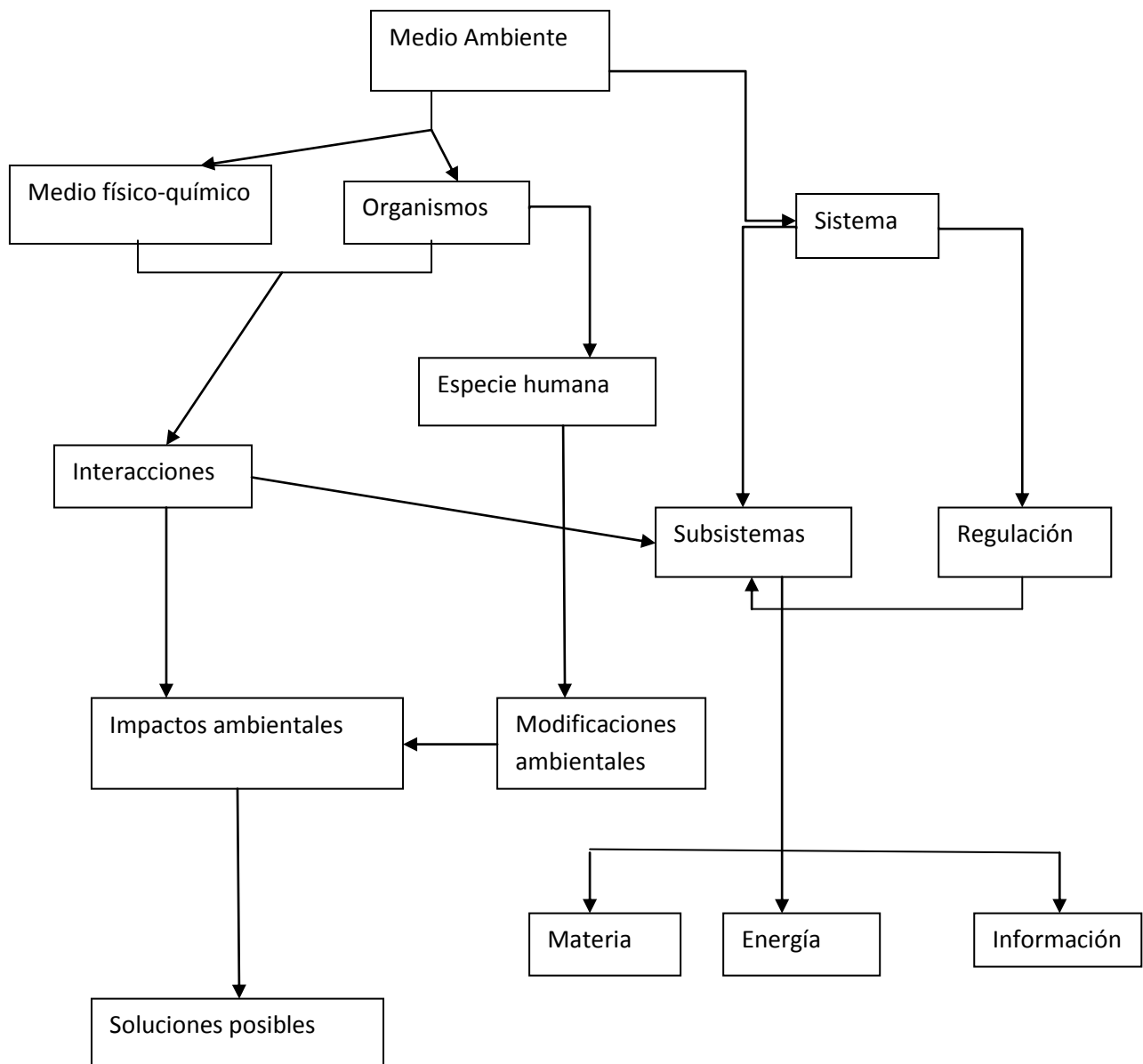
3.5. Contenidos

Los contenidos que se desarrollan a continuación, se distribuyen conforme a la legislación vigente del Real Decreto 1467/2007, de 2 de Noviembre, en el que se establecen las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Los contenidos constituyen el conjunto de saberes culturales, sociales, políticos, económicos, científicos y tecnológicos que conforman las distintas disciplinas del saber y que se consideran esenciales para el individuo (Odreman, 1996). Los contenidos según la función que cumplen en el conocimiento, se clasifican en conceptuales, procedimentales y actitudinales.

3.5.1. Contenidos conceptuales: Son aquellos referidos al área del saber, es decir, los hechos, fenómenos y conceptos que los estudiantes pueden aprender. En esta Unidad Didáctica se desarrollan los siguientes:

- a) ¿Qué es un ecosistema natural?, su estructura y funcionamiento, elementos que lo constituyen y relación con un ecosistema urbano.
- b) La importancia de la ordenación del territorio. Usos de suelo en una ciudad.
- c) Modelos de desarrollo: el desarrollo sostenible, importancia para un medio urbanizado.
- d) Teoría de Gaia.
- e) Ecología urbana.
- f) Indicadores de sostenibilidad ambiental.
- g) Evaluación de impacto ambiental en una ciudad y huella ecológica.
- h) Mejora del ciclo hídrico en ecosistemas urbanos.
- i) Energías renovables en la ciudad (pros y contras).
- j) Tratamiento y gestión de residuos urbanos.
- h) Importancia de la implantación de espacios verdes en la ciudad.

Para realizar una síntesis de los contenidos conceptuales tratados en la Unidad Didáctica se realiza un mapa conceptual a modo de esquema:



3.5.2. Contenidos procedimentales: Se refiere al conjunto de acciones que consiguen alcanzar un fin propuesto, es decir, al saber hacer. En esta Unidad Didáctica se trabajan los siguientes:

a) Utilización de técnicas de trabajo que favorecen el aprendizaje, como la elaboración de esquemas sobre la evolución de una sucesión primaria o los servicios que prestan los ecosistemas al ser humano.

- b) Realización de tablas y gráficas donde expresan información sobre los ecosistemas, niveles de extracción de recursos, etc.
- c) Interpretación mapas de uso de suelo, identificando qué tipo de usos se llevan a cabo y su importancia ecológica.
- d) Cálculo de datos para conocer el nivel de impacto utilizando indicadores ambientales.
- e) Análisis de las deficiencias ecológicas de un ecosistema urbano en relación con un ecosistema natural.
- f) Aplicación de relaciones causa-efecto para la explicación de un fenómeno de efecto natural o antrópico.

3.5.3. Contenidos actitudinales: Son aquellos que producen en el individuo una tendencia de su comportamiento o una forma de actuar frente a diversas ideas, situaciones o fenómenos que se propongan. En esta Unidad Didáctica se fomentan los siguientes:

- a) Concienciación de la importancia de conservar y proteger el medio ambiente adoptando valores de respeto hacia este.
- b) Reflexión sobre la relación entre el ser humano y su entorno físico.
- c) Interés por conocer las medidas que se pueden adoptar para mejorar la calidad de vida de una ciudad.
- d) Interés por nuevos modelos energéticos que propongan modelos menos perjudiciales para el medio ambiente.
- e) Responsabilidad en el consumo, tomando hábitos de vida saludables y que tengan en cuenta la capacidad de extracción de recursos naturales.

- **Contenidos transversales**

Además de estos tres tipos de contenidos, a lo largo de la Unidad Didáctica se trabajan contenidos en relación con otras áreas de conocimiento que no son propias de las Ciencias de la Naturaleza, esto es debido a la multidisciplinariedad de la Unidad Didáctica que posibilita trabajar con contenidos transversales de otras disciplinas. Con ello se consigue trabajar hacia una educación integral en la que el proceso de enseñanza aprendizaje cuenta con una educación en valores para facilitar la adquisición de competencias básicas, los contenidos transversales son:

- Educación ambiental: se trata de forma intrínseca en esta Unidad Didáctica por la propia naturaleza de los contenidos de índole medioambiental. Estos contenidos son el

eje vertebrador que consolida la sensibilización hacia el frágil equilibrio entre la relación del medio ambiente con el ser humano.

- Educación moral y cívica: el alumnado ha de comprender, conocer y valorar la importancia del cumplimiento de leyes existentes en nuestro país, como son aquellas relativas a la vida silvestre a la protección de la flora y la fauna. Mediante el conocimiento de esas normativas, el alumno/a aprenderá a criticar actitudes que supongan un gasto desmedido o la exposición a determinados riesgos, valorando la necesidad de adoptar ciertas medidas para lograr un entorno más seguro y saludable.

- Educación para la salud: referida a la contaminación del medio ambiente y las consecuencias de tipo natural o antropogénico que repercuten negativamente sobre la salud humana y condicionan la calidad de vida.

- Educación para el consumidor: existe una relación entre los hábitos de consumo, el nivel de bienestar socioeconómico y la calidad del medio ambiente. En esta Unidad Didáctica se pone de relieve la necesidad de armonizar ambos factores mediante un consumo razonable que se adapte a las capacidades reales del medio físico sin que el desarrollo humano se vea gravemente perjudicado.

- Plan de fomento de la lectura: La búsqueda de artículos científicos y revistas para la realización de algunas actividades incide en la necesidad de la lectura para fomentar la autonomía personal del alumnado y mejorar su comprensión lectora, algunos libros que van a servir de guía no solo para la Unidad Didáctica sino para la asignatura:

- Silver, D., Vallely, B. (2002). *Lo que tú puedes hacer para salvar la tierra*. Salamanca: Lóguez.

- Gifford, C. (2012). *Desarrollo sostenible*. Morata.

- Hough, R. (2008). *Tú puedes salvar el planeta. Un día de tu huella ecológica*. Lynx edicions.

- Relación de algunos contenidos con las competencias básicas

Contenidos de la Unidad Didáctica	Competencias básicas
¿Qué es un ecosistema natural?, su estructura y funcionamiento, elementos que lo constituyen y relación con un ecosistema urbano.	1, 3 y 7
La importancia de la ordenación del territorio. Usos de suelo en una ciudad.	1, 3, 5 y 8
Evaluación de impacto ambiental en una ciudad y huella ecológica.	2, 3, 4 y 7
Tratamiento y gestión de residuos urbanos.	3, 6

Utilización de técnicas de trabajo que favorecen el aprendizaje...	1, 7, y 8
Realización de tablas y gráficas donde expresan información sobre los ecosistemas, niveles de extracción de recursos, etc.	1,2,3,6 y 7
Cálculo de datos del impacto ambiental	2 y 8
Reflexión sobre la relación entre el ser humano y su entorno físico.	5 y 8
Interés por nuevos modelos energéticos que propongan modelos menos perjudiciales para el medio ambiente.	5, 6 y 8
Responsabilidad en el consumo, tomando hábitos de vida saludables y que tengan en cuenta la capacidad de extracción de recursos naturales.	5 y 8

3.6. Metodología

La metodología en la que se apoya esta Unidad Didáctica, está basada en la construcción del conocimiento desde un lugar epistémico, es decir, mediante la representación de la realidad acudiendo a valores, situaciones y circunstancias determinadas (Nieda y Rebollo, 1998).

Esta Unidad Didáctica, al igual que la asignatura, presenta un gran volumen de contenidos conceptuales que además son evaluables en selectividad. Pero para afianzar estos contenidos conceptuales se va a aplicar una metodología activa basada en la participación del alumnado en actividades de grupo y que conlleven la aplicación de contenidos procedimentales para resolver muchas de las actividades que se propongan.

Para hacer hincapié en la adquisición de contenidos procedimentales se fomentará el trabajo siguiendo un método científico, en el que los alumnos/as necesiten recurrir a información de artículos científicos, herramientas web y recursos didácticos encaminados a que sean capaces de pensar de forma crítica, reflexiva, razonada y autónoma tal y como lo haría un científico. Con esto también se consigue acercar los contenidos científicos al contexto del alumnado y que se produzca un aprendizaje significativo.

Por supuesto la metodología considera todos los principios metodológicos básicos como son: el principio de intuición, principio de motivación, principio de socialización, principio de creatividad y principio de atención a la diversidad; la finalidad es generar

un aprendizaje autónomo del alumnado en la que el docente se convierta en un mero intermediario del proceso enseñanza-aprendizaje.

Para finalizar, la Unidad Didáctica aborda el tema de los ecosistemas desde un enfoque urbano más próximo a la realidad del alumno/a, en el que se realiza una contextualización social y ciudadana de los contenidos del tema para hacerlos más próximos a la situación del alumnado. Además la Unidad Didáctica permite hablar de problemas actuales como son la excesiva concentración de población en torno a núcleos urbanos y se puede generar un debate constructivo acerca de las soluciones del problema.

3.6.1. Temporalización de la unidad Didáctica:

Esta Unidad Didáctica se desarrolla por orden cronológico en el temario como la primera, de forma que se imparte en el primer trimestre del curso y abarcará desde el comienzo del curso académico hasta el final del mes de Septiembre. Teniendo una duración aproximada de dos semanas repartidas en ocho sesiones, incluida una final que sería el examen.

- Temporalización en el calendario académico (Septiembre, 2015)

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14 (1ª sesión)	15	16 2ª Sesión	17	18 3ª Sesión	19	20
21 (4ª sesión)	22	23 5ª Sesión	24	25 6ª Sesión	26	27
28 (7ª Sesión)	29	30 8ª sesión (exámen)				

3.6.2. Descripción y secuenciación de las actividades:

Se detallan a continuación las actividades que se llevarán a cabo en las diferentes sesiones planteadas para esta Unidad Didáctica:

Actividad 1	Secuenciación	Recursos
Juego de rol	1ª Sesión	Pizarra digital y fichas de cartón
Descripción		
Se realizará un juego en el que participará todo el alumnado, a cada alumno/a se les asignará una ficha de cartón con un elemento del ecosistema, tendrán que debatir entre ellos qué papel tiene cada uno en este ecosistema y hacer una representación en la que todos formen parte y que tenga sentido lógico, además la temática debe ser el desarrollo sostenible.		

Actividad 2	Secuenciación	Recursos
“Crea tu ecosistema”	1ª Sesión	Folios y lápices de colores
Descripción		
Cada alumno/a elaborará sobre un folio un esquema/diagrama/representación gráfica o dibujo donde pongan un ejemplo de ecosistema y expliquen de forma breve el funcionamiento del mismo.		

Actividad 3	Secuenciación	Recursos
Sopa de letras	1ª Sesión	Pizarra digital (Anexo 2)
Descripción		
Resolución de una sopa de letras que contiene términos propios de los ecosistemas (*Anexo-actividad 1)		

Actividad 4	Secuenciación	Recursos
Laboratorio virtual (componentes abióticos de un ecosistema)	2ª Sesión	Internet: http://conteni2.educarex.es
Descripción		
Utilización de un enlace web para acceder a un laboratorio virtual que permite la representación de un ecosistema y apreciación del dinamismo de los ecosistemas existentes.		

Actividad 5	Secuenciación	Recursos
Elaboración de un mapa de ordenación del territorio	2ª sesión	recursos web y programas
Descripción		
Elaboración de un mapa de ordenación del territorio utilizando google earth y herramientas informáticas como ArcGIS para realizar una ordenación del terreno en función de usos de suelo y valorando la calidad ambiental de cada terreno.		

Actividad 6	Secuenciación	Recursos
Actividad IBL ¿Qué me produce un Impacto ambiental?	3ª Sesión	Anexo 3-Actividad
Descripción		
Encontrar los factores o las intervenciones que producen un impacto ambiental en una fotografía, explicar detalladamente que efectos podrían producir justificándolos y citar medidas correctoras que se pudiese aplicar.		

Actividad 7	Secuenciación	Recursos
Explicar fuentes de contaminación atmosférica	3ª Sesión	Anexo 4-Actividad
Descripción		
Recreación en una fotografía de varias situaciones en las que se producen contaminantes atmosféricos por medios antrópicos y explicación de los medios contaminantes, productos que emiten y medidas para paliar esa contaminación.		

Actividad 8	Secuenciación	Recursos
Relacionar características	4ª Sesión	Anexo5-actividad
Descripción		
Actividad de unir con flechas las características comunes entre ecosistemas naturales y ecosistemas urbanos.		

Actividad 9	Secuenciación	Recursos
Tipos de ecosistemas	4ª Sesión	Pizarra digital
Descripción		
Realizar un trabajo monográfico sobre los distintos tipos de ecosistemas, recurriendo a artículos científicos y recursos TICs que realicen una aproximación sobre el conjunto de ecosistemas y sus diferencias. En clase se debatirá sobre la semejanza de los ecosistemas y se debatirá sobre el ecosistema urbano.		

Actividad 10	Secuenciación	Recursos	
Análisis de unas imágenes	4ª Sesión	Ordenadores	Anexo-actividad 6
Descripción			
Introducción de medidas ambientales que se pueden aplicar para mejorar la ecología de la ciudad, se pretende promover el espíritu crítico del alumnado y que comprendan la importancia que estas medidas pueden aportar a una mejora de la sostenibilidad de la ciudad.			

Actividad 11	Secuenciación	Recursos
Listening/ Comprehension	5ª Sesión	Radio cd y documentos
Descripción		
Utilización del auxiliar de conversación para una clase bilingüe con un ejercicio de escuchar un texto que habla sobre la evolución del desarrollo sostenible hasta nuestros días, que posteriormente se debe de leer y completar los huecos que estén vacíos donde tendrán que completar con términos clave de la unidad en inglés.		

Actividad 12	Secuenciación	Recursos
Coloquio de energías renovables	5ª Sesión	-----
Descripción		
Realización de un debate de grupo, sí es posible en inglés, con la ayuda del auxiliar de conversación para fomentar la participación del alumnado y que cada individuo exponga qué energías le parecen más apropiadas para implementar en una ciudad.		

Actividad 13	Secuenciación	Recursos
Interpretación de un plano	5ª Sesión	Anexo6 -Actividad
Descripción		
El alumnado deberá trabajar en grupos de 4 o 5 personas para tratar de estudiar un plano de una ciudad con alternativas distintas para el transporte, alumbrado y agua donde deberán elegir la mejor alternativa de las posibles para que haya un máximo aprovechamiento de los recursos disponibles.		

Actividad 14	Secuenciación	Recursos
Taller de Evaluación de Impacto Ambiental en una carretera	6ª sesión	Documentación (Anexo 7)
Descripción		
Realización de un estudio de impacto ambiental sobre una ciudad considerando diversos factores y recopilando los indicadores de sostenibilidad ambiental adecuados para hacer una estimación cuantitativa de valores de impacto en la carretera y alrededores.		

Actividad 15	Secuenciación	Recursos
Mapa de ruido	6ª Sesión	Sonómetro, ordenador, calculadora, acetatos, rotuladores (Anexo 8)
permanentes		
Descripción		
Realización de un mapa de impacto de la contaminación acústica de una ciudad.		

Actividad 16	Secuenciación	Recursos
Webquest “Caza del tesoro”	7ª Sesión	Documentación del profesor
Descripción		
Preguntas de gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos.		

Actividad 17	Secuenciación	Recursos
Creación de una ciudad sostenible	7ª sesión	Anexo 9-actividad
Descripción		
Trabajo en grupo conjunto de toda la clase para aplicar todo lo aprendido a lo largo de la Unidad Didáctica mediante la formación de una ciudad sostenible que tenga en cuenta todo lo aprendido relativo a los ecosistemas, el impacto que generamos, medidas de ahorro energético, etc...		

3.6.3. Recursos necesarios para las actividades de la Unidad Didáctica:

Para la puesta en marcha de cualquier proceso de enseñanza- aprendizaje es importante que el personal docente tenga a su alcance recursos y medios variados para poder transmitir sus conocimientos de forma efectiva. El proceso de enseñanza cada vez se diversifica más y se requiere de más recursos para captar la atención del alumnado, esto unido a las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación conllevan que en esta Unidad Didáctica se utilicen los siguientes recursos:

- Libro de texto de 2º de Bachillerato de la edición Editex.
- Proyector digital para presentar diapositivas.
- Recursos TICs tales como ordenadores y pizarras digitales.
- Pizarra normal de clase, con tizas y borrador.
- Acetatos y rotuladores permanentes.
- Documentación relativa a la Unidad Didáctica aportada por el profesor.

3.6.4. Medidas de atención a la diversidad:

Para atender a alumnos/as extranjeros: se realizará un programa de inmersión lingüística en lengua española para que puedan reincorporarse al grupo ordinario de clase los alumnos/as que no posean un nivel de la lengua nativa lo suficientemente bueno para que puedan seguir el ritmo normal de clases.

Los agrupamientos se efectuarán de forma que los estudiantes extranjeros puedan interaccionar de manera natural con el grupo y entre sí, facilitando la práctica del idioma y la convivencia intercultural para propiciar una riqueza cultural. Además se contribuirá a la participación del alumnado extranjero en todas las actividades de grupo que se organicen para que sean participativos y no se queden desplazados a la hora de realizar las actividades.

Para el alumnado con sobre dotación: Este alumnado es complicado de motivar su interés hacia el aprendizaje, ya que presentan unas capacidades de aprendizaje superiores a la media y requieren de una orientación educativa que potencie sus habilidades para que siempre encuentren inquietudes y metas para superar en el proceso de aprendizaje. A este alumnado se le mandan actividades de profundización para que investiguen por su cuenta e indaguen más allá de los contenidos explicados, así se puede motivar su interés por aprender cosas nuevas y que no decaigan en el aburrimiento.

Otra medida que se puede adoptar es integrarlos en grupos heterogéneos, donde ellos sirvan como apoyo del profesorado, y se les sugiera explicar dudas a los compañeros y aportar opiniones sobre aspectos de la explicación que redunden en una mejora de la calidad de la enseñanza y una interdisciplinariedad de los contenidos.

Para el alumnado con Necesidades Educativas Especiales (ACNEE): Este alumnado también debe ser tratado de forma especial por sus dificultades en el aprendizaje, pero no por ello hay que dejar de exigirles los objetivos mínimos de la asignatura. Sino que hay que orientar los contenidos de una forma más desgranada que facilite su comprensión, además es conveniente que realicen actividades más creativas que estimulen su conocimiento y se sientan protagonistas en el grupo de clase, escuchando sus opiniones y valorando su trabajo.

Para alumnos/as que presenten algún tipo de trastorno psíquico, o físico que impida el normal desarrollo en el proceso de enseñanza se les realizará una adaptación curricular que sea acorde a sus capacidades y contribuya a la consecución de los objetivos y contenidos mínimos propuestos en la medida de lo posible.

3.7. Evaluación

3.7.1. Sistema de evaluación:

La evaluación se efectuará conforme se desarrolle la actividad docente y de aprendizaje del alumno/a para constituir un proceso que sea continuo. Además con la finalidad de que el proceso de evaluación sea normalizado y lo más objetivo posible se coordinara la evaluación entre el personal docente que integre el departamento de Ciencias de la Tierra para llegar a un consenso en la evaluación.

Para una evaluación global se requiere considerar el proceso continuo de aprendizaje del alumnado, de tal forma que se le evalúe a lo largo de todo el nivel educativo y se conozca también su evolución, por este motivo se hacen tres evaluaciones:

a) Evaluación inicial: Su finalidad es detectar los conocimientos de los que parten los alumnos/as para adaptar las intenciones educativas al contexto real del nivel educativo que ese alumnado posee.

b) Evaluación formativa: Constituye el ajuste progresivo y continuado del proceso de enseñanza mediante una observación sistemática de los distintos obstáculos que vayan apareciendo para introducir las correcciones necesarias para subsanar esta deficiencia.

Un correcto funcionamiento de la evaluación formativa requiere de la evaluación de las actitudes del alumnado en el proceso enseñanza, evaluando aspectos como expresión de ideas; formulación de hipótesis; desarrollo de experimentos; comunicación científica o construcción de teorías, mediante la observación directa y métodos de evaluación como el seguimiento de actividades propuestas en clase, observación directa de la actitud, participación y comportamiento, realización de trabajos y pruebas escritas.

c) Evaluación sumativa: Consiste en la estimación del grado de aprendizaje que ha alcanzado cada alumno/a para obtener una referencia de cara a la siguiente evaluación. En resumen consiste en comparar la evaluación continua del trabajo de clase con los objetivos propuestos para la asignatura.

3.7.2. Criterios de evaluación:

Los criterios de evaluación se basan en ideas, normas o principios en relación a las cuales se emite un juicio valorativo sobre el objeto evaluado. Los criterios de evaluación de esta Unidad Didáctica se elaboran conforme a los criterios generales de evaluación del currículo oficial de la asignatura regulados por el Real Decreto 1467/2007. Los criterios de evaluación que se consideran para esta Unidad Didáctica son:

- a) Conocer las diferentes cuestiones y mecanismos sobre el funcionamiento de un ecosistema.
- b) Saber analizar e interpretar los mapas de ordenación del territorio aportando información sobre las aptitudes de los terrenos.
- c) Diferenciar y describir las relaciones entre ecosistemas naturales y ecosistema urbano.
- d) Ser capaces de caracterizar el impacto ambiental escogiendo indicadores de sostenibilidad ambiental adecuados.
- e) Analizar la sostenibilidad de un medio urbano y proponer medidas ambientales que corrijan el impacto antrópico.
- f) Conocer los procesos de tratamiento y gestión de residuos urbanos.

g) Valorar la necesidad de protección de los sistemas naturales y el medio que los rodea ante las acciones relativas al desarrollo socioeconómico.

3.7.3. Criterios de calificación:

Consisten en dar un valor cuantitativo expresado normalmente en tantos porcentuales que se le otorgan a los criterios de evaluación anteriormente enumerados. La disposición de los criterios de calificación se debe hacer conforme a lo que se marque específicamente en el currículo (Polo, 2012). Para calcular la nota de cada alumno/a en nuestra Unidad Didáctica se consideran los criterios de evaluación del siguiente modo:

- Examen final *: 60%
- Participación en clase y realización de las actividades propuestas: 10%
- Entrega de trabajos de casa: 10%
- Exposiciones en clase: 10%
- Actitud en clase y asistencia: 10%

*Los exámenes escritos se evaluarán conforme a los requisitos exigidos en el examen de selectividad para habituarlos hacia el importante examen final de selectividad, es decir, se exigirá una adecuación de las respuestas y los contenidos, se penalizará la ortografía incorrecta y se valorará la forma de redactar y se valorará argumentación crítica.

3.7.4. Recuperación y pro-acción:

Para los alumnos/as que no consigan alcanzar los objetivos de la Unidad didáctica y, después de haber considerado todo el proceso de evaluación, su calificación sea desfavorable por debajo de un 5, se les efectuará un nuevo examen escrito con unas características similares a los exámenes escritos ya realizados.

Se detalla en el anexo el modelo de examen que se elaboraría para el proceso de recuperación y que se llevaría a cabo en Junio y Septiembre.

4. Bibliografía

- Bibliografía citada del fundamento teórico:
 - Blanco, J. (s.f.). El papel de las energías renovables en la solución sostenible agua-energía. *Plataforma solar de Almería*, 22.
 - Bollo, E. (1999). *Lombricultura, una alternativa al reciclaje*. Ecuador. 149 p.

- Bonmatí, A. (2008). *Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Girona: Documenta universitaria.
- Brundtland, G-H. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Madrid: Alianza Editorial.
- Cerdá, E. (2012). *La biomasa en España: Una fuente de energía renovable con gran futuro*. Madrid: Fundación Ideas.
- Dobbs, C., Nitschke, C-R. and Kendal, D. (2014). Global Drivers and Tradeoffs of Three Urban Vegetation Ecosystem Services. *PLoS ONE*, 9(11), e113000.
- Ebert U. and Welsch U. (2003). "Meaningful environmental indices: a social choice approach". *Journal Environmental Economics and Management*, 47, 270-283.
- Fischer, J., Sherren, K. and Hanspach, J. (2013). Place, case and process: Applying ecology to sustainable development. *Basic and Applied Ecology*, 15, 187-193.
- Gallo, E. e Faraoni, A. (2014). Território, intersectorialidade e escalas: requisitos para a efetividade dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(11), 4383-4396.
- Golusin, M. and Ivanovic, M. (2009). Definition, characteristics and state of the indicators of sustainable development in countries of Southeastern Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 130, 67-74.
- Higuera, E. (2008). El reto de la ciudad habitable y sostenible. *DAPP*, 2.
- Higuera, E. (2013). Desarrollo urbano sostenible y criterios de diseño urbano. Monografía (Artículo de Discusión). E.T.S Arquitectura (UPM), Madrid.
- Inostroza, L. (2014). Measuring urban ecosystem functions through "Technomass"-A novel indicator to assess urban metabolism. *Ecological indicators*, 42, 10-19.
- Jabareem, Y-R. (2006). Sustainable Urban Forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of planning education and research*, 26, 38-52.
- Krauze, K. and Wagner, I. (2014). *Sustainable Development Applications*, 5.
- León, T-R. (2007). *Medio Ambiente, Tecnología y Modelos de Agricultura en Colombia*. Bogotá: ECOE ediciones.
- Lovelock, J-E. and Margullis, L. (1974). Atmospheric Homeostasis by and for the Byosphere: The Gaia hypothesis. *Tellus* 26, 2-10.
- Menichini, T. and Rosati, F. (2013). A Managerial Tool for Environmental Sustainability. *APCBEEProcedia*, 5, 551-556.

Meadows, D-L, Meadows, D-H y Randers, J. (1991). *Más allá de los límites del crecimiento*. Madrid: El País Aguilar.

- Mohanty, J., Misra, M. and Drzal, L-T. (2002). Sustainable Bio-Composites from Renewable Resources: Opportunities and Challenges in the Green Materials World. *Journal of Polymers and the Environment*, 10(112).

- Mella, J-M. (2008). “Explosión de la ciudad” y ordenación del territorio en España: algunos apuntes. *Cim.economía*, 11.

- Ordoñez, G-A. (2000). Salud Ambiental: conceptos y actividades. *Revista Panamericana Salud Pública*, 7(3).

- Owen, O. (1971). “*Conservación de Recursos Naturales*”. México: Editorial Pax.

- Paredis, E. (2011). Sustainability Transitions and the Nature of Technology. *Found Sci*, 16, 195-225.

- Quiroga, R. (2007). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: Avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. *CEPAL-Serie Manuales*, 55.

- Rodríguez, L-A., López E. y Goicochea, T. (2009). La necesidad de una correcta gestión urbana para la localidad. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, 2(4), 1-12.

- Rueda, S. (1999). Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles. *Fundació fòrumambiental*.

- Schneider, F. and Rist, S. (2013). Envisioning sustainable water futures in a transdisciplinary learning process: combining normative, explorative and participatory scenario approaches. *Sustain Sci*, 9, 463-481.

- Sollow, R-M. (2011). La economía de los recursos o los recursos de la economía. *CIP-Ecosocial*, 42(2), 83-97.

- Tahlyan, D. and Ohri, A. (2015). Gis based simplistic noise prediction model for urban areas. *International Journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development*, 5(1), 75-82.

- Vacas, T. (2005). “Los espacios naturales protegidos: figuras de protección en España”, Actas del XIX Congreso de Geógrafos Españoles: *Espacios públicos, espacios privados*, Asociación de Geógrafos Españoles, Universidad de Cantabria.

- Velázquez, J-D. (2011). “Evaluación del Impacto Ambiental mediante la matriz de Leopold modificada a feno resinas S.A de C.V.” *Poza Rica*.

- Wagman, P. (2014). The Model of Human Occupation's usefulness in relation to sustainable development. *British Journal of Occupational Therapy*, 77(3), 165-167.

- Wagner, I. y Krauze K. (2014). How to safely retain stormwater in the city: technical tools. *Sustainable Development Applications*, 5, 72-86.

- Bibliografía de la Unidad Didáctica:

- Arnaiz, P. y Garrido, C. (1997). Las adaptaciones curriculares en la Educación secundaria. La diversidad y la diferencia en la Educación Secundaria: retos educativos para el siglo XXI. Málaga: Aljibe.

- Bravo B., Pesa M. y Rocha A. (2014). Una propuesta para enseñar a explicar en clases de ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 76.

- Espinet B. (1999). Las currícula de biología, ciencias de la Tierra y del medio ambiente, biología y geología, geología y biología humana en el bachillerato en Catalunya. *Aula de Innovación Educativa*, 81.

- Franco A-J. (2014). ¡Leer ahora también sirve para aprender ciencias! Fomentar la lectura desde las ciencias: Una propuesta metodológica. *Aula de secundaria*, 6, 16-19.

- Molliner L. y Collado M. (2012). Compartiendo lo que sabemos: aprender biología con un compañero. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 93-97.

- Moron H., Moron M-C y Wamba A-M. (2013). Cómo secuenciar los contenidos para la Biología y Geología de 4.º curso de la ESO. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, 100-107.

- Nieda, J. y Rebollo, L. (1998). Cinco años de impartición de las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente en la Comunidad Autónoma de Madrid. *Enseñanza de Ciencias de la Tierra*, 6(1), 38-46.

- Odreman, N. (1996). *Proyecto Educativo. Educación Básica: reto compromiso y transformación*. Caracas. Ministerio de Educación. Mimeografiado.

- Orden de 5 de Agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía.

- Orden de 15 de Diciembre de 2008, por la que se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

- Polo, I. (2012). Los criterios de evaluación como detonante de la acción docente.

Revista Educadores. Octubre-Diciembre, 2012.

- Puigdemívol, I. (1993). Programación de aula y adecuación curricular. Barcelona: Graó.

- Real Decreto 1467/2007, de 2 de Noviembre, por el que se establece la estructura de Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

- Sequeiros, L. (1998). De la II Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992) al fracaso de la conferencia de Kioto (1997): claves para comprender mejor los problemas ambientales del planeta. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(1), 63-79.

- Webgrafía utilizada:

- http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?numapartat=6&id=75

- <http://ccqc.pangea.org/cast/sosteni/soscast.htm>

- http://agenda21ardisa.dpz.es/docs/ar_da_4.pdf

- <http://www.cfnavarra.es/medioambiente/agenda/Huella/Ecosos.htm>

- http://es.wikipedia.org/wiki/Huella_ecol%C3%B3gica

- <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>

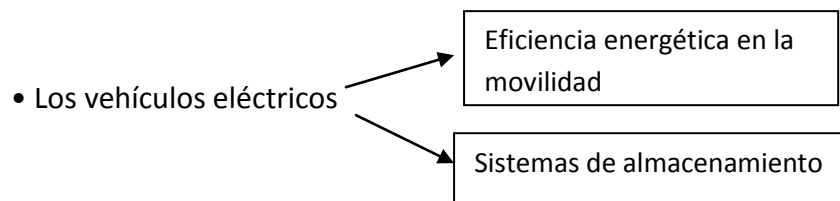
- <http://www.educ.ar/sitios/educar/formacion/Cursos/ver?curso=434>

- <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=000>

Anexo 1: Ejemplo de una *smartgrid* en la ciudad de Málaga

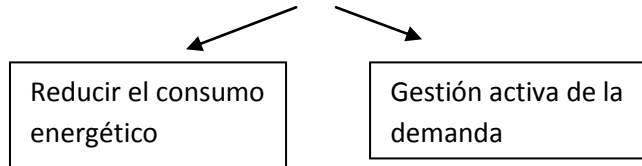
El fundamento teórico de la Unidad Didáctica propone medidas para alcanzar la sostenibilidad del medio urbano. La suma de las medidas de tipo ambiental más las medidas de tipo tecnológico en el objetivo de mejorar la sostenibilidad urbana dan como resultado de creación de *Smart Cities*. Se explica brevemente un modelo de gestión energética, en la ciudad de Málaga se ha implantado un modelo de gestión energética inteligente mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para el aprovechamiento energético en su red de electricidad.

- Las Tecnologías de la Información y la Comunicación → gestión de la electricidad → recopilar y analizar datos → la gestión de la red de distribución



- Las tecnologías de iluminación eficientes → optimizar los recursos

- Las aplicaciones y dispositivos de eficiencia energética



Distribución de aerogeneradores en Málaga. Fuente: Libro Blanco de SmartCity Málaga.



Fig. 4. Red de distribución de Smartcity Málaga

Mapa de la red de distribución inteligente de Málaga. Fuente: Libro Blanco de SmartCity Málaga.

Anexo 2

Actividad (Sopa de letras):

Encontrar términos relacionados con el tema de la Unidad Didáctica en la siguiente sopa de letras:



SOPA DE LETRAS

B	Z	B	A	N	T	A	I	H	D	I	D	N	U	F	O	R	P	D	A	D	I	R	A	L	C	P
Y	O	P	R	O	K	J	F	U	N	U	D	R	I	X	D	Q	A	D	E	A	S	D	L	U	Z	P
E	P	J	H	E	E	S	U	M	C	R	I	I	S	T	O	V	M	I	V	O	E	M	H	O	Y	R
H	I	S	A	B	I	O	T	I	C	O	I	E	M	T	P	R	U	E	F	P	O	R	B	B	L	A
A	R	S	G	S	T	S	O	C	O	I	M	O	N	O	L	C	H	I	C	L	Y	G	L	O	Q	B
N	A	L	U	O	O	G	R	R	C	G	I	C	S	L	B	C	S	V	A	S	Z	O	P	L	E	A
D	M	O	A	S	E	S	T	O	C	O	L	I	G	N	O	T	E	L	A	A	F	A	T	I	M	S
D	D	O	A	E	C	A	I	O	I	A	L	C	S	O	A	G	L	T	H	O	H	Z	R	T	I	S
G	R	A	L	L	O	O	T	R	M	W	H	L	A	V	I	E	N	T	O	B	B	R	D	O	N	O
O	Y	T	L	A	B	H	A	G	O	M	O	O	N	N	R	A	R	G	L	Y	A	E	I	L	M	H
T	V	I	S	T	A	K	Z	A	T	I	I	E	T	R	L	G	O	Z	A	M	O	J	A	J	A	E
W	B	O	L	H	I	V	I	N	A	P	E	L	R	P	U	A	R	L	Z	A	Q	L	D	E	R	U
Q	W	R	A	Y	Q	D	E	I	R	Y	E	O	W	Y	S	E	A	S	G	Y	S	E	T	C	N	O
U	E	I	G	U	R	Z	S	S	M	A	L	O	B	A	L	A	C	N	R	T	O	N	G	O	A	D
S	K	C	A	H	X	H	A	M	M	E	O	L	K	M	E	W	R	K	E	Y	E	D	R	S	M	S
S	C	V	R	C	O	O	T	O	U	S	I	I	U	O	P	T	U	S	Y	I	I	C	A	I	I	E
D	P	O	T	R	P	L	I	S	T	U	E	H	B	N	D	O	H	I	B	R	E	I	A	S	S	U
O	W	A	O	U	D	O	A	X	K	B	A	L	A	E	L	E	Z	M	A	A	C	L	R	T	T	Q
S	M	A	T	W	L	N	N	O	Z	A	R	O	C	A	D	A	A	I	D	C	I	E	N	E	A	R
I	N	H	O	O	M	D	S	S	X	L	S	Z	N	A	B	O	C	I	A	J	C	C	I	M	D	A
S	H	A	B	R	A	R	C	B	E	Z	W	X	O	L	I	R	V	G	H	E	Z	S	A	A	D	P
A	R	C	M	O	O	A	M	S	T	L	A	C	O	D	A	L	E	M	N	B	A	O	B	X	I	A
R	L	O	M	A	C	A	S	I	V	T	A	D	E	M	A	R	Y	X	P	O	S	I	L	D	E	D
N	G	O	L	S	I	I	L	J	T	H	B	M	I	T	M	J	O	S	I	N	U	O	L	R	B	R
P	F	E	I	A	C	E	I	T	E	A	K	R	I	P	A	Z	L	A	K	B	A	D	I	S	A	A
L	E	O	N	Z	C	Y	E	E	P	R	E	L	O	N	S	E	X	I	T	O	P	A	I	E	S	U
S	I	C	U	R	I	Z	I	R	E	I	R	S	K	K	A	Z	T	O	A	T	I	L	A	A	A	G

Encontrar las siguientes palabras:

- | | | |
|-----------------|-------------------|------------------|
| -Medio Ambiente | - luz | - ciervo |
| - ecosistema | - calor | - suelo |
| - anta | - paraba | - agua |
| - suelo | - aire | - paraba |
| - plantas | - londra | - mono |
| - animales | - microorganismos | - guarda parques |
| - biótico | - sicurí | |
| - abiótico | - viento | |

¿De qué estamos hablando?

Anexo 3

Actividad (Actividad IBL: ¿Qué me produce el impacto ambiental?)

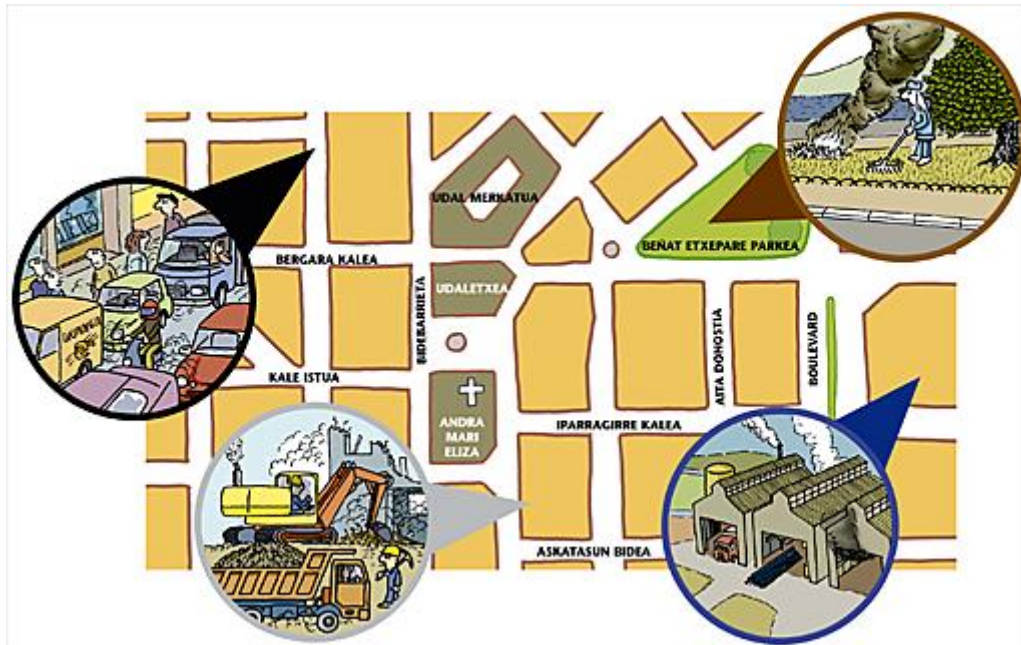
A la vista de las siguientes fotografías, trabajar en grupos para ver en qué consisten las siguientes fotografías teniendo en cuenta:

- 1) Caracterizar qué produce el impacto en cada fotografía
- 2) Relativizar qué escala de impacto tenemos en cuenta
- 3) Identificar consecuencias perjudiciales tanto para el medio ambiente como para las personas
- 4) Explicar el porqué de su aparición
- 5) Citar medidas ambientales para mitigar ese impacto



Anexo 4

Actividad: En esta figura aparecen varias fuentes de contaminación atmosférica, explica cada una de ellas y haz propuestas para reducir la contaminación atmosférica de las ciudades.

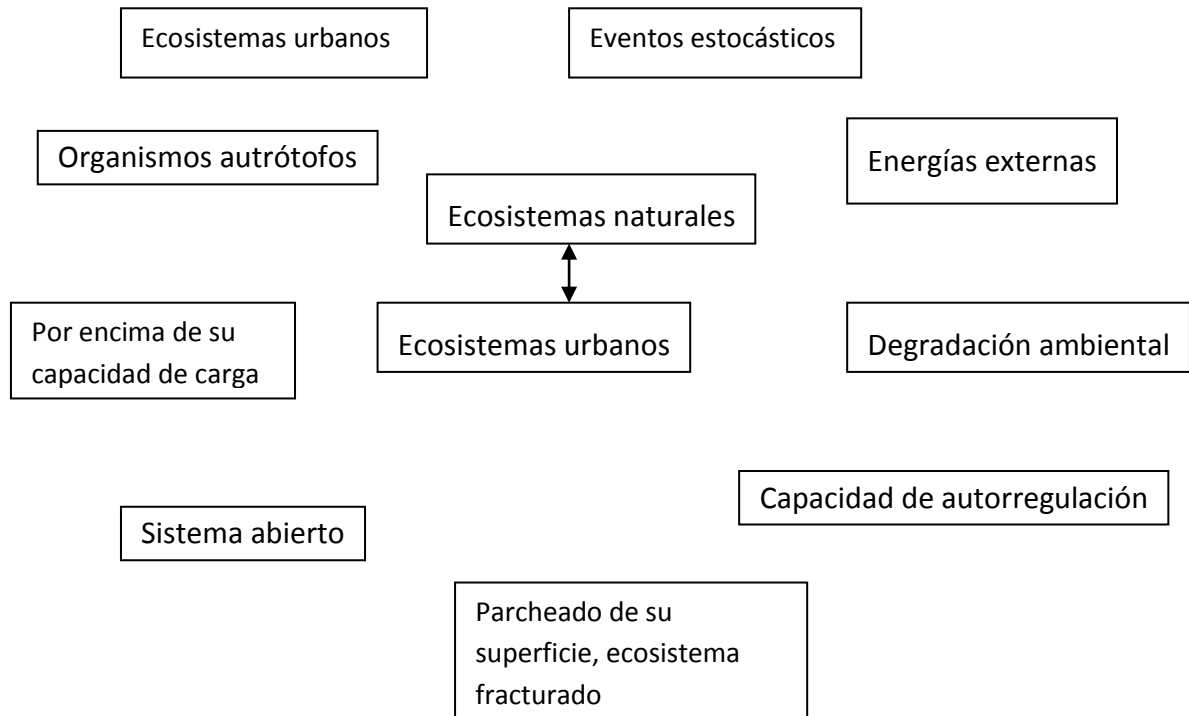


Soluciones:

1. El tráfico produce grandes emisiones de gases (óxidos de nitrógeno, azufre u ozono) y partículas metálicas como (PM10, PM5), además de generar un impacto acústico asociado al ruido del flujo constante de vehículos motorizados. Se puede solucionar disminuyendo la dependencia del transporte privado en pos de transporte público (mucho más eficiente) y hábitos de vida saludables como ir a pie o en bici para distancias cortas. Para hacer frente al ruido las barreras de vegetación en la calzada mitigan gran parte de ese ruido.
2. La incineración de residuos: Esta técnica es la más perjudicial para el medio ambiente ya que se emiten partículas y gases de efecto invernadero y se generan gases en la combustión peligrosos. Los residuos deben ser gestionados de forma correcta: utilizando vertederos controlados, plantas de compostaje o de reciclado.
3. La construcción o deconstrucción de edificios produce grandes levantamientos de polvo en forma de partículas en suspensión hacia la atmósfera. Utilizar métodos de demolición menos bruscos, que estén dotados de cubrimientos específicos o métodos de riego que impidan la incorporación de las partículas de polvo a la atmósfera.
4. Las actividades industriales emiten gases y partículas a la atmósfera, hay que seguir pautas de gestión ambiental o de producción limpia.

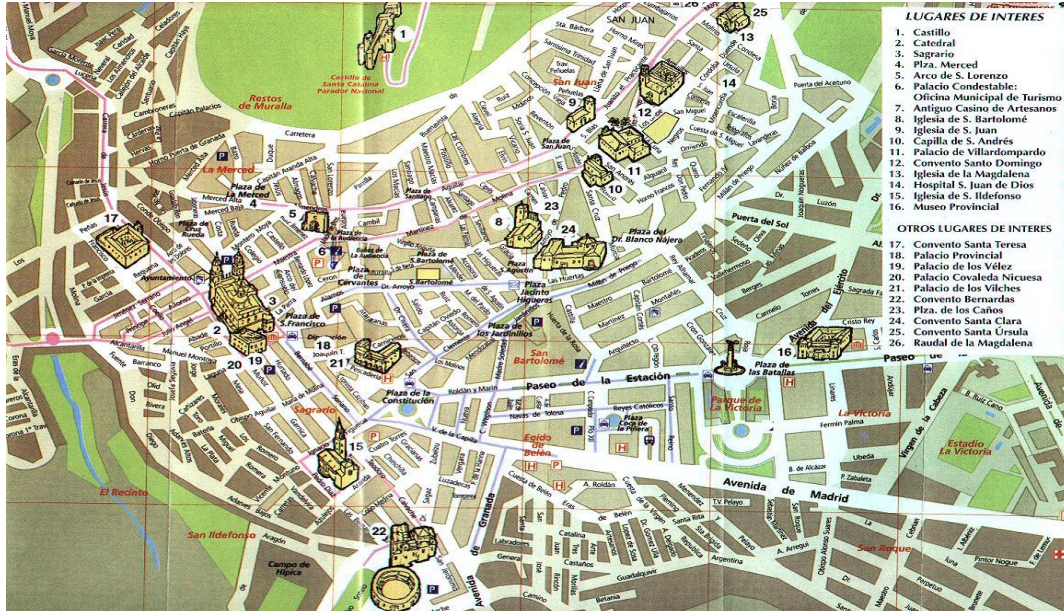
Anexo 5

Actividad 8: Unir con flechas, características comunes entre ecosistemas naturales y ecosistemas urbanos, justificando en cada caso las relaciones causa-efecto que vayan enlazando. Realizar un diagrama que explique el metabolismo circular de un ecosistema natural.



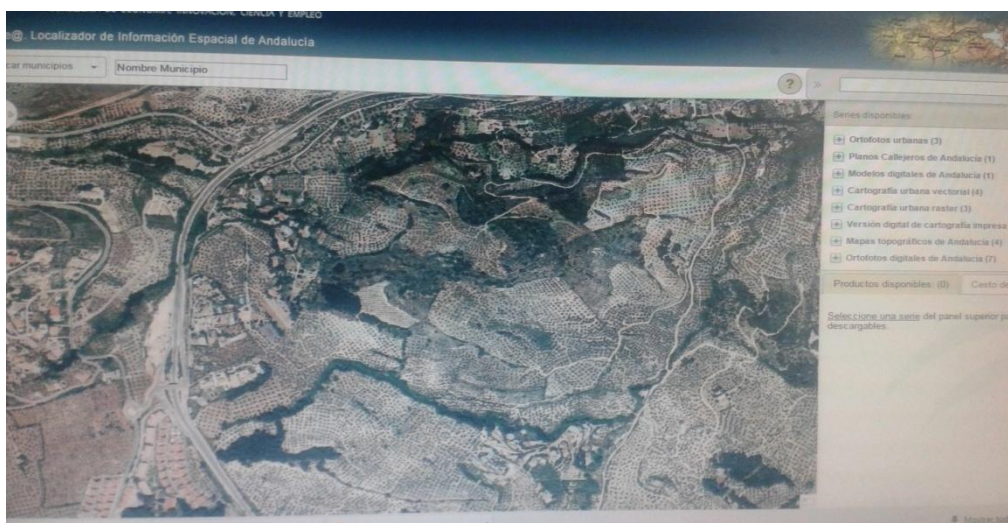
Anexo 6

Actividad 13: Interpretación de un plano de una ciudad para evaluar las alternativas de transporte, alumbrado y agua:



Mapa de la disposición de las calles de Jaén.

Recursos necesarios como mapas topográficos de la ciudad que se pueden encontrar en <http://www.iuntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/lineav2/web/>)



Anexo 7

Actividad: Taller de evaluación de Impacto Ambiental:

Caracterización del impacto ambiental que genera una carretera en una selva, utilizando la matriz de Leopold para establecer una valoración ambiental del impacto ambiental y estableciendo indicadores de sostenibilidad ambiental al ecosistema que se observa en la siguiente fotografía.



	Beneficio		Negativo		Temporal		Permane		Corto plazo		Largo plazo		Local		Extenso		Reversible		Irreversible		Recuperable		Irrecuperable		JUICIO		Lista de revisión	
	Carácter		Duración		Corto plazo		Largo plazo		Espacio		Reversible		Irreversible		Recuperable		Irrecuperable											
Calidad del aire		X		X	X		X		X		X		X		X		X								Compatible			
Contaminación de las aguas		X		X	X		X		X		X		X		X		X								Severo			
Erosión		X		X		X		X		X		X		X		X		X							Moderado			
Pérdida de cultivos		X		X	X		X		X		X		X		X		X								Severo			
Pérdida de vegetación		X		X	X		X		X		X		X		X		X								Severo			
Pérdida de hábitats		X		X	X		X		X		X		X		X		X		X						Critico			
Riesgo de incendios		X	X				X		X		X		X		X		X								No significativo			
Empleo y renta	X		X		X		X		X		X		X		X		X								Positivo			
Nivel de ruidos		X		X	X		X		X		X		X		X		X								Compatible			

Anexo 8

Actividad: Realización de un mapa de ruido:

Se va a efectuar una medición del ruido utilizando un sonómetro en las diferentes zonas de la ciudad. Para ello se va a distribuir al alumnado en grupos de clase de 3 personas, a cada grupo se le va a adjudicar una localización determinada, en la que deberán permanecer durante una media hora en una hora punta.

Con las medidas obtenidas se realizará un estudio aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Leq} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right]$$

Leq = nivel de presión sonora continuo equivalente [dB]

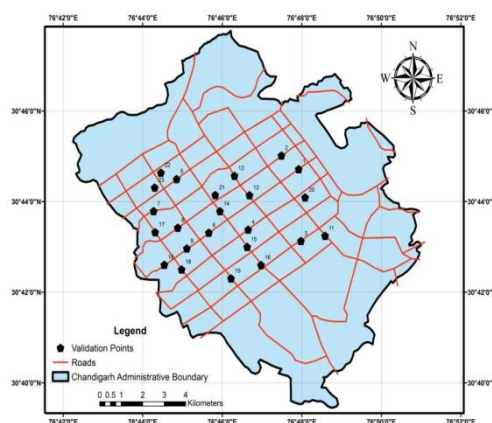
Nivel de p_0 = presión de referencia = $20 \mu\text{Pa}$

p_A = presión de sonido adquirida en Pa

t_1 = tiempo de inicio para la medición

El tiempo t_2 = fin de la medición

Al aplicar la fórmula se elaborará un mapa de impacto acústico de la zona y se discutirá por qué hay zonas con mayor impacto. Debe salir un impacto acústico asociado a las redes de tránsito de las zonas de medición., quedando algo del siguiente estilo:



Anexo 9

Actividad: creación de una ciudad sostenible:

El alumnado deberá aplicar lo aprendido a lo largo de la Unidad Didáctica, tomando como referencia las medidas ambientales que se han propuesto para diseñar un documento, esquema o mapa en donde justifique qué medidas adoptaría, de qué forma las implantaría, consideraciones acerca del diseño y objetivos que trataría de conseguir con estas medidas.



Anexo 10

Exámenes de Recuperación y proacción

Exámen de Octubre

1. Representa de forma esquemática, utilizando elementos como flechas y cajas, las relaciones de transferencia de materia y energía que se producen en los ecosistemas. ¿Por qué se dice que la energía que entra al ecosistema se va degradando?.
2. Imagina que te proponen realizar un plan de ordenación del territorio que tenga en cuenta los usos de terreno. ¿Qué consideraciones adoptarías a la hora de realizarlo? ¿Qué importancia puede presentar realizar una ordenación del territorio en una ciudad, que presenta un valor ambiental bastante bajo?.
3. Define desarrollo sostenible. ¿Qué relación puede tener con la ecología de un ecosistema en general?.
4. Qué importancia pueden tener la gestión de tratamiento de residuos urbanos en una ciudad. Cita tres métodos de tratamiento de residuos. Contribución de las renovables a la ciudad.

Exámen de recuperación y pro-acción:

1. Define el medio ambiente desde la óptica de la teoría de sistemas. ¿Qué tipo de relación se produce entre producción industrial y recursos naturales? Diferencia entre ecosistema, sistema y biosfera.
2. ¿Apoyarías la creación de un parque nacional para proteger un área silvestre, si estas tierras contuvieran minerales valiosos o combustibles fósiles? Qué metodología adoptarías para la ordenación del territorio en una ciudad?.
3. ¿Cuáles son los principales problemas medioambientales y de recursos? ¿A qué se refiere el Informe Brundlandt (1992) cuando dice “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”.
4. Cita medidas ambientales que contribuyan a la mejora de la sostenibilidad del medio urbano.