



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

¿Cómo definir acciones locales analizando el metabolismo urbano? El enfoque del proyecto INCYDA EMAU

Autor: Marta Olazabal Salgado

Institución: LABEIN-Tecnalia
E-mail: olazabal@labein.es

Otros autores: Gemma García (LABEIN-Tecnalia), Borja Izaola (LABEIN-Tecnalia), Rocío Proy (LABEIN-Tecnalia), Laura Gutierrez (LABEIN-Tecnalia), Aritz Alonso (LABEIN-Tecnalia), Igone García (LABEIN-Tecnalia), Beñat Abajo (LABEIN-Tecnalia), Karmele Herranz (LABEIN-Tecnalia), Efren Feliú (LABEIN-Tecnalia), Itziar Aspuru (LABEIN-Tecnalia), Oscar Santa Coloma (LABEIN-Tecnalia).



RESUMEN:

En enero de 2008 el Consejo de Ministros aprobó la Estrategia Española de Medio Ambiente Urbano (EMAU). El reto de esta estrategia es contribuir a que los pueblos y ciudades de España se desarrollen hacia escenarios más sostenibles, mejorando la calidad de vida de la ciudadanía. Para ello, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha promovido proyectos de investigación, como es el caso de INCYDA EMAU, para el desarrollo de metodologías que ayuden a las ciudades a hacer posible este reto. Así, INCYDA EMAU (<http://www.incyda-emaу.net>) es un proyecto de investigación aplicada en el que, sobre la base de actividades de I+D sustentadas en casos piloto, se desarrollan metodologías de análisis del metabolismo urbano para identificar aquellos nodos críticos sobre los que desarrollar acciones estratégicas en nuestras ciudades en línea con la EMAU. Estas acciones se definirán en torno al urbanismo, movilidad, edificación y gestión urbana, y en base al impacto medioambiental producido por el consumo de energía, agua, materiales y alimentos en estos sectores. Entre los objetivos técnicos del proyecto están los siguientes: a) Desarrollo de metodologías y aplicación de herramientas para el diagnóstico y evaluación en base a tipologías urbanas y servicios y funciones del sistema urbano, b) Identificación de nodos críticos de regulación y actuación sobre el sistema urbano, y c) Diseño de acciones estratégicas con objeto de implementar la EMAU en las ciudades de España en función de la eficiencia de su metabolismo y su propia capacidad de regulación. El enfoque metodológico del proyecto consiste en la comprensión de los servicios y funciones que la ciudad, como sistema, esta proporcionando, con el objetivo de definir tipologías urbanas a escala distrito o similar sobre las que evaluar el comportamiento de los flujos de energía y materia en el entorno urbano. Una vez éstos han sido evaluados, se analiza y diagnostica el estado, identificando elementos o nodos críticos sobre los que actuaciones por parte de la administración son necesarias, siempre en base a la propia capacidad de respuesta de la ciudad, que por sus características sociales, políticas, económicas, geográficas o históricas, puede proporcionar.



1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO POLÍTICO

El desarrollo sostenible se ha definido como aquel que satisface las necesidades de la actual generación, sin poner en peligro las oportunidades de las generaciones futuras de satisfacer las suyas (WCDE, 1987). El concepto incluye, no sólo factores medioambientales, sino también factores sociales y económicos, que deben combinarse y compatibilizarse a todos los niveles para desarrollar estrategias factibles de sostenibilidad, en la sociedad en general, y en los distintos sectores en particular (EC, 2001).

A este respecto, puede decirse que los diversos modelos urbanos actualmente existentes, son esencialmente insostenibles (MMA, 2007) y ejercen un tremenda presión sobre el medio más allá de sus límites (Alberti et al, 2003). Si tenemos en cuenta que dos terceras partes de los europeos/as viven en áreas urbanas y que para el año 2030 se estima que el 60-70% de la población mundial vivirá en las ciudades (UN, 2001), resulta fácil de entender que la reorganización del funcionamiento de la ciudad desde parámetros de sostenibilidad sea uno de los principales retos del siglo XXI. La ciencia se enfrenta actualmente a un gran reto en las próximas décadas: el entender el papel de los humanos en los ecosistemas urbanos (Alberti 2008).

Las ciudades son complejos sistemas ecológicos dominados por los humanos. Desde una perspectiva ecológica, los ecosistemas urbanos difieren de los naturales en varios aspectos: en su clima, el suelo, la hidrología, la composición de las especies, las dinámicas de población, y los flujos de energía y materia (Collins et al. 2000, Pickett et al. 2001). Los planificadores humanos deben considerar todos estos aspectos para planificar las ciudades de manera que sean ecológicamente resilientes (Alberti 2008).

A nivel europeo, la comunicación “Hacia una estrategia temática sobre el medio ambiente urbano” (EC, 2004), fue pionera en este campo y materializó el deseo de la Comisión Europea de intensificar la contribución de la política medioambiental al desarrollo sostenible de las zonas urbanas posteriormente desarrollada en la Estrategia Temática sobre Medio Ambiente Urbano (EC, 2006).

A nivel del Estado español, la Estrategia de Medio Ambiente Urbano – EMAU (MMA 2007b) y el Libro Verde de Medio Ambiente Urbano (MMA 2007), como documento programático de la Estrategia, han constituido los antecedentes en nuestro país para reconducir a los pueblos y ciudades hacia escenarios más sostenibles. Estos trabajos dejan patente la necesidad y la apuesta clara por una mejor planificación y gestión de nuestras ciudades en ámbitos tales como:

- el **urbanismo** – tratando la ordenación del territorio y la concepción de un nuevo urbanismo para resolver las disfunciones y conflictos actuales del proceso urbanizador y abordar los retos de la sociedad actual - y
- la **gestión urbana** afrontando la necesidad de una gestión urbana y participativa que busque la sostenibilidad sin perder complejidad y cohesión social.
- la **edificación** – abordando los problemas, causas y tendencias en el ámbito de la edificación y la necesidad de configurar una nueva habitabilidad -,
- la **movilidad** – enfocando las causas y tendencias de los escenarios actuales de movilidad y el reto de generar un nuevo modelo -,



- la **integración rural - urbana**, planteando las directrices que hagan más sostenibles las relaciones entre zonas urbanas y zonas rurales y las nuevas relaciones campo-ciudad
- la protección de la **biodiversidad** urbana, planteando los problemas de la conexión espacial entre hábitats y ecosistemas, y los impactos, entre otros, de la ocupación del suelo, la contaminación y el uso de los recursos sobre la biodiversidad.

Se trata de una línea de trabajo emergente que tiene como fin último transformar las ciudades en agentes activos de la transición hacia modelos sostenibles tanto a nivel local como regional o global (UNU-IAS, 2004). Este nuevo enfoque requiere de nuevas herramientas y nuevas formas de hacer, que integren la evaluación multidisciplinar y el análisis de las interacciones de múltiples factores a las diversas escalas tanto espaciales como temporales. Requiere igualmente fomentar un diálogo activo entre todos los agentes implicados, a través de la coordinación multisectorial y multinivel a escala institucional, y de la gobernanza social, mediante herramientas ad-hoc para los diferentes objetivos del proceso participativo y de toma de decisiones.

2. EL FUTURO DE NUESTRAS CIUDADES Y PUEBLOS

Tal y como se ha mencionado en el capítulo anterior, de acuerdo con las últimas estadísticas de Naciones Unidas, más del sesenta por ciento de la población mundial residirá en áreas urbanas para el 2030 (UN, 2001). Las áreas metropolitanas y las aglomeraciones urbanas están aumentando de una manera incontrolada y sin ningún tipo de plan estructurado previo. Bajo esta premisa, es fácil encontrarse con centros urbanos de alta densidad colindantes a otros de muy baja densidad o por el contrario, completamente nuevos desarrollos urbanos situados en zonas periurbanas, normalmente de un fuerte carácter rural. Esta situación contiene enormes implicaciones para el éxito del desarrollo de la ordenación urbana ante todo, en relación a nuevos retos como es el caso de la adaptación al cambio climático entre otros. Por otra parte, el crecimiento urbano, tanto en densidad como expansivo se desarrolla hoy en día sin promover la cohesión social ni, por otra parte, sin fortalecer la integración con las áreas rurales situadas en la zona peri-urbana.

Actualmente las ciudades son, en su mayoría, híbridos de nuevos y viejos desarrollos. Es común observar nuevas áreas urbanas que han sido desarrolladas sin ningún intento de integración con las estructuras de edificación, transporte, y servicios ya existentes, lo cual provoca descoordinación en cuanto a la planificación de la distribución y la satisfacción de la oferta y demanda de agua, energía y materiales. Tampoco, y de manera generalizada, se realizan previamente análisis sobre la generación de residuos ni estudios sobre alternativas de gestión de los mismos. Por último, pero no sin importancia, nos encontramos con la necesidad de un análisis de los impactos de los nuevos desarrollos en la economía local y en la propia complejidad y diversidad urbana, al cual no se le cede el lugar que requiere en la gestión de nuestras ciudades y barrios.

Este contexto urbano atrae problemas de gravedad relacionados tanto con la comunicación e integración social y económica, como con el medio ambiente urbano en términos de escasez de agua, efectos de isla de calor urbana, variación de climas locales, inundaciones, sequías etc. que no solo afectan al área donde se localizan si no que el impacto se amplifica a toda la región urbana y su “cuenca de vida”.

Siguiendo esta hipótesis, es viable aceptar y asumir que, si se realiza una eficaz y eficiente gestión y planificación urbana previa, junto con análisis en las materias mencionadas anteriormente, es posible:

- Evitar problemas relacionados con el clima local y con la calidad del aire y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y precursores de ozono,
- Minimizar el ruido del tráfico de las actividades económicas,
- Controlar el consumo del agua y mejorar su gestión,
- Minimizar la pérdida de resiliencia y evitar la fragmentación de los ecosistemas y la biodiversidad urbana,
- Integrar las áreas periurbanas con los atractivos y masificados centros urbanos,
- Minimizar la generación de residuos y el consume de materiales,
- Evitar la contaminación del suelo y promover la rehabilitación y regeneración de “Brownfields”,
- Minimizar la artificialización del suelo para también evitar la disminución de nuestros recursos naturales, y como resultado de todo lo anteriormente mencionado, y,
- Mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

3. UNA GESTIÓN URBANA INTELIGENTE

Analizando la situación urbana descrita, es fácil entender la necesidad de un cambio de tendencias en la gestión local si se considera el hecho de que los sistemas urbanos cada vez crecen más y de forma más desordenada. Tendemos a la no-compacidad y al crecimiento más disperso, por lo que las necesidades de transporte y movilidad aumentan y nuestro impacto sobre el medio es mayor. No se puede obviar que el consumo y las necesidades cambian según lo hacen los estilos de vida de la población y esto implica que nuestras ciudades están cambiando y debemos gestionarlas de manera que se llegue a un equilibrio con el medio. Pero, ¿cuál es el ‘equilibrio con el medio’? ¿Cómo podemos llegar a este estado? ¿Cuáles son los límites? ¿Cuál es el punto óptimo?

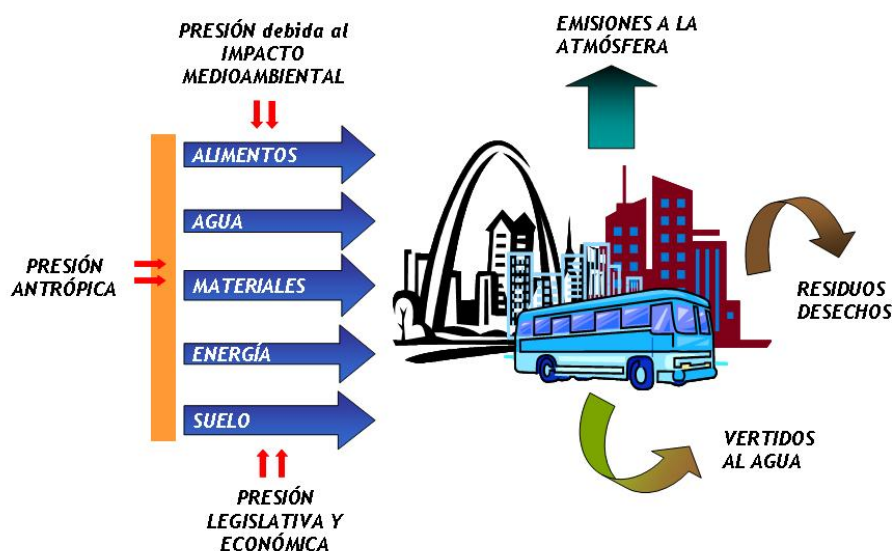


Figura 1. Vectores urbanos de consumo e impactos ambientales que producen

Con el objeto de comenzar a esbozar una respuesta para estas cuestiones, el proyecto INCYDA EMAU propone poner de relevancia la necesidad de analizar las dinámicas y procesos que se dan en las ciudades con el objetivo de mejorar su eficiencia y disminuir su impacto, mejorando así la calidad de vida de la ciudadanía.

Bajo la hipótesis de que el análisis de los flujos de energía y materia en el entorno urbano, puede ayudar en la definición de una gestión más inteligente, que comprende el desarrollo de actividades desde el control, la eficiencia y la efectividad, el proyecto plantea un cambio de tendencias de la siguiente manera:

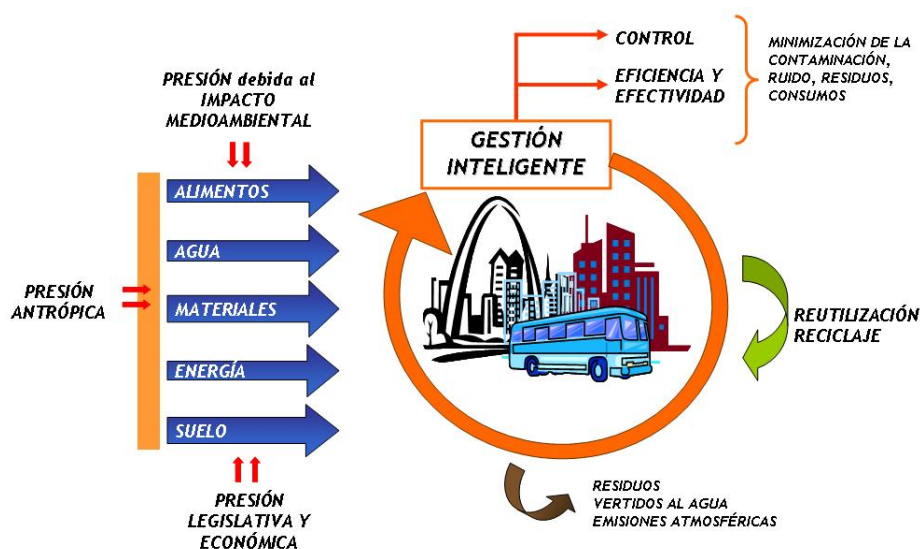


Figura 2. Minimización de impactos ambientales en los sistemas urbanos mediante gestión inteligente

4. UN ENFOQUE DESDE EL METABOLISMO URBANO

4.1. ¿Qué es el metabolismo de las ciudades?

Cuando se alude a este concepto, se intenta entender los núcleos urbanos como “sistemas” en los que se dan procesos de producción y generación, de transformación, de aceptación y de rechazo, así como desecho de diversas materias, que hacen posible que este sistema siga “viviendo”. Es una aproximación a la ciudad como un ente vivo que necesita “alimentarse” y “desarrollarse”. El “Metabolismo de las ciudades” es un concepto creado con la intención de equiparar los sistemas urbanos con los ecosistemas naturales, que realizan estos procesos de una manera equilibrada, lo que han logrado tras miles de millones de años de funcionamiento.



Figura 3. Sistemas urbanos vs. ecosistemas naturales.

¿Dónde y cómo nació el concepto de metabolismo urbano? Para entender la posición de los sistemas sociales respecto a la naturaleza, Abel Wolman (1965) desarrolló, a partir de los modelos fisiológicos de los seres vivos y del funcionamiento de los ecosistemas, el concepto de la urbe como entidad individual viva.



“A city is like some vast beast with a very specific metabolism. Every day it must take in some 9000 tons of fossil fuels, 2000 tons of food, 6000-25,000 of water, 31,500 tons of oxygen, plus unknown quantities of various minerals. It must also emit in the same period something like 28,500 tons of CO₂, 12,000 tons of H₂O, 150 tons of particles, 500,000 tons of sewage, together with vast quantities of garbage, sulphur, and nitrogen oxides, and various other heterogeneous materials.” [The Metabolism of Cities by Abel Wolman, Scientific American, September 1965]

Estudiar el sistema urbano desde la perspectiva de su metabolismo implica considerarlo como un tipo peculiar de ecosistema. En cierto modo, la aplicación del concepto de metabolismo urbano constituye actualmente una extensión de la aproximación teórica de la ecología industrial a un contexto urbano (Korhonen, 2004). El metabolismo de una ciudad puede ser visto como el proceso de transformación de todos los materiales, energía y productos necesarios para mantener la dinámica y actividad económica de la ciudad. El análisis del metabolismo es por tanto un medio para cuantificar todos los flujos de energía, materiales, recursos naturales y residuos que entran y salen de una región urbana (Decker et al, 2000, Saheley et al, 2003), lo cual proporciona una valiosa información sobre su eficiencia energética, el ciclo de materiales, la gestión de residuos, y las infraestructuras que la estructuran. Algunos autores (Huang & Hsu, 2003) resaltan la importancia de incorporar la emergía (o energía embebida) al análisis, mientras otros como Mitchell (1998) proponen ampliar el concepto de forma que incluya todos los



intercambios tanto en términos bio-físicos como sociales a través de las cuales funcionan y se organizan los sistemas urbanos.

La idea de metabolismo urbano, bien sea utilizada como metáfora de la sociedad, o bien en relación a procesos materiales, emerge de tradiciones intelectuales dispares cuando no contradictorias. En un contexto contemporáneo, las aproximaciones científicas que ponen énfasis en el carácter bio-físico del metabolismo urbano como proceso homeostático predominan en el discurso de la arquitectura y el urbanismo actual. En su acepción más amplia, no obstante, el concepto de metabolismo urbano se ha aplicado en proyectos y líneas de investigación desarrolladas en los últimos años, en las que se ha puesto énfasis en las interacciones entre los sistemas sociales y bio-físicos, que permiten el funcionamiento de la ciudad moderna (Gandy, 2004).

No han de olvidarse así mismo los trabajos enfocados al estudio de estas interacciones entre los sistemas sociales y bio-físicos, y el análisis conjunto de la influencia de las estructuras urbanas heredadas, las infraestructuras de distribución y abastecimiento y el peso de las decisiones políticas (diseño y planificación urbanística) como elementos que determinan el metabolismo urbano (Fischer-Kowalski & Amann, 1991, González, 2005, Pauleit, 2000).

4.2. Los distintos sistemas urbanos no proporcionan siempre los mismos servicios

Ni llevan a cabo las mismas funciones. Es más, cada uno de los sub-sistemas que están contenidos en una ciudad, lleva a cabo unas funciones diferentes y proporciona servicios distintos.

Ésta afirmación es uno de los fundamentos del proyecto que se describe en la presente comunicación.

Según el Diccionario de la Real Academia Española, una 'ciudad' (del lat. civitas, -ātis), es, comúnmente, un conjunto de edificios y calles, regidos por un ayuntamiento, cuya población densa y numerosa se dedica por lo común a actividades no agrícolas. De hecho se fundamenta principalmente en la industria y los servicios. H. Sukopp (1995) describe a las ciudades como "los centros de la vida cultural, del poder político, social y económico; son puntos de intersección para el transporte, y sus actividades están orientadas principalmente hacia la industria manufacturera y no hacia la agricultura. Se caracteriza por la concentración de edificaciones y por unos determinados tamaños y densidades de población". Se puede decir entonces que, una ciudad o área urbana es un centro de población, comercio y cultura, donde, principalmente, tienen lugar actividades de origen antropogénico,

Teniendo en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior, las ciudades proporcionan una amplia gama de servicios que requieren grandes cantidades de energía y materia. Dependerá del tipo de servicio, o de la función que se esté llevando a cabo, la cantidad de recursos consumidos y las posibilidades de reutilización o reciclaje de éstos, o por lo contrario, las oportunidades de *desmaterialización* de la propia actividad.

Bajo esta premisa, y dado la diversidad de tipologías urbanas (esto es, centros turísticos, distritos industriales, centros comerciales, culturales, deportivos, residenciales... etc.) no es posible analizar y comparar los sistemas urbanos sin antes llevar a cabo una



identificación de los servicios y funciones que se desarrollen en ellos, con el objeto de partir de una misma base.

Por esta razón, una de las hipótesis de INCYDA EMAU, es la asunción de que:

- Los flujos de energía y materia responden a unos determinados servicios y funciones que proporciona la ciudad, y por lo tanto,
- No es posible comparar las “cantidades” de energía o materia consumidas o desechadas cuando se comparan unidades de análisis con servicios o funciones diferentes.

Lo cual nos lleva al objetivo fundamental del proyecto: definir acciones estratégicas locales para minimizar los impactos ambientales, que respondan a la problemática y al dinamismo de la ciudad. El dinamismo de la ciudad se ve representado en los propios servicios y funciones del sistema urbano. Por lo cual, en la definición de estas acciones se deben tener en cuenta y hacer que éstas, sean aplicables al contexto de las necesidades de un desarrollo equilibrado de la urbe.

5. EL PROYECTO INCYDA EMAU: OBJETIVOS, RESULTADOS Y MARCO METODOLÓGICO

5.1. *Objetivos del proyecto*

En enero de 2008 el Consejo de Ministros aprobó la Estrategia Española de Medio Ambiente Urbano (EMAU). El reto de esta estrategia es contribuir a que los pueblos y ciudades de España se desarrollen hacia escenarios más sostenibles, mejorando la calidad de vida de la ciudadanía. Para ello, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha promovido proyectos de investigación, como es el caso de INCYDA EMAU, para el desarrollo de metodologías que ayuden a las ciudades a hacer posible este reto.

La investigación propuesta en INCYDA EMAU consiste, propiamente, en una metodología diseñada para facilitar la gestión y la planificación urbana identificando cómo, dónde, y cuándo deben desarrollarse nuevas acciones urbanas. Además, su objetivo es comenzar y seguir con las iniciativas existentes sobre gestión urbana sostenible e integral, no sólo dirigiendo estas acciones a las autoridades locales sino también y de igual manera a agentes económicos y ciudadanos.

Así, INCYDA EMAU es un proyecto de investigación aplicada en el que, sobre la base de actividades de I+D sustentadas en casos piloto, se desarrollan metodologías de análisis del metabolismo urbano para identificar nodos de acción. Estas acciones se definirán en torno al urbanismo, movilidad, edificación y gestión urbana, y en base al impacto medioambiental producido por el consumo de energía, agua, materiales y alimentos en estos sectores.

Por lo tanto, y resumiendo, el proyecto define, en última instancia, acciones estratégicas para la implantación de la EMAU en función de los nodos críticos identificados en el funcionamiento y regulación del sistema urbano desde la perspectiva de la eficiencia en su metabolismo.



Los **objetivos generales planteados** para el proyecto son los siguientes:

1. Desarrollo de metodologías y aplicación de herramientas para el diagnóstico y evaluación del sistema urbano
2. Identificación de nodos críticos de regulación y actuación sobre el sistema urbano
3. Diseño de acciones estratégicas con objeto de implantar la EMAU en las ciudades de España.

En cuanto a los **objetivos específicos científico-tecnológicos** del proyecto:

1. Desarrollo de una metodología para la caracterización de las tipologías de los sistemas urbanos, que permitan la sistematización de las realidades urbanas existentes para su posterior análisis.
2. Diseño de una metodología para el diagnóstico y evaluación cuantitativa y cualitativa del sistema urbano desde el análisis de su metabolismo. Dicha metodología se alimentará de herramientas y técnicas de análisis adaptadas a los diversos procesos y funciones urbanas.
3. Identificación de capacidades de respuesta y regulación del sistema urbano
4. Diseño de prácticas de gestión estratégicas adaptables a los diferentes sistemas urbanos

Entre los **objetivos específicos socio-económicos y medioambientales** se plantean los siguientes:

1. Integrar la variable ambiental en la planificación estratégica de sectores y actividades con incidencia en el territorio como: urbanismo, construcción, transporte, energía, industria, agricultura.
2. Dotar de metodologías y herramientas a la administración para el establecimiento de un marco integrado para una gestión sostenible de los sistemas urbanos
3. Promover un uso sostenible, solidario e inteligente del medio ambiente y su valorización como elemento central para asegurar la calidad de vida y del territorio, y alcanzar los objetivos de sostenibilidad de la EMAU.
4. Fomentar una gestión más responsable y eficiente de los recursos naturales y ambientales a nivel del territorio, y en concreto respecto al uso y conservación del suelo como recurso básico.
5. Mejorar la calidad de vida en las ciudades mediante un planteamiento transversal de los diferentes aspectos de la urbe, haciendo especial hincapié en la dimensión ambiental y su incidencia sobre la calidad de vida.
6. Generar y desarrollar la metodología y el conocimiento necesario para responder a las necesidades y retos a los que se enfrentará la sociedad y las administraciones en relación a la gestión sostenible de los recursos y el territorio.

5.2. Metodología general

El enfoque propuesto consiste en el estudio y análisis de los flujos de energía y materia en áreas urbanas y en la identificación posterior de nodos críticos relativos a impactos sobre el medio (resultantes del consumo, generación o producción y deshecho dentro de los límites del sistema urbano). El resultado de este trabajo se convierte en la base para la definición de acciones estratégicas para construir una gestión urbana más integrada en ámbitos como la gestión de los ecosistemas y biodiversidad urbana, en la vivienda,

movilidad, en la gestión de energía y agua, sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos, así como hábitos de producción y consumo. Estos aspectos deben ser analizados y considerados paralelamente y de forma sinérgica.

Con el objetivo de aproximarse a un mejor y detallado análisis de los diferentes procesos que se dan en las áreas urbanas, se ha propuesto un análisis basado en la escala “distrito” o similar. Es más, para conseguir aplicabilidad a cualquier otra área urbana, el trabajo planteado en este proyecto implica la definición de tipologías urbanas basadas en variables morfológicas y funcionales seleccionadas específicamente para la tarea.

Esta clasificación permite evaluar los impactos en función de la tipología de distrito en la que nos encontremos y en función del ámbito de la EMAU que estemos tratando. Las tipologías urbanas son un factor clave en la identificación de lo que se considerará nodo crítico. De igual manera, las acciones a definir sobre estos nodos críticos del sistema, también pueden ser clasificadas en función de la tipología urbana que estemos analizando, y serán definidas en torno al transporte y la movilidad, la construcción y la edificación, la planificación urbana, la biodiversidad y la gestión urbana.

El esquema general propuesto en el proyecto sigue los siguientes diagramas:

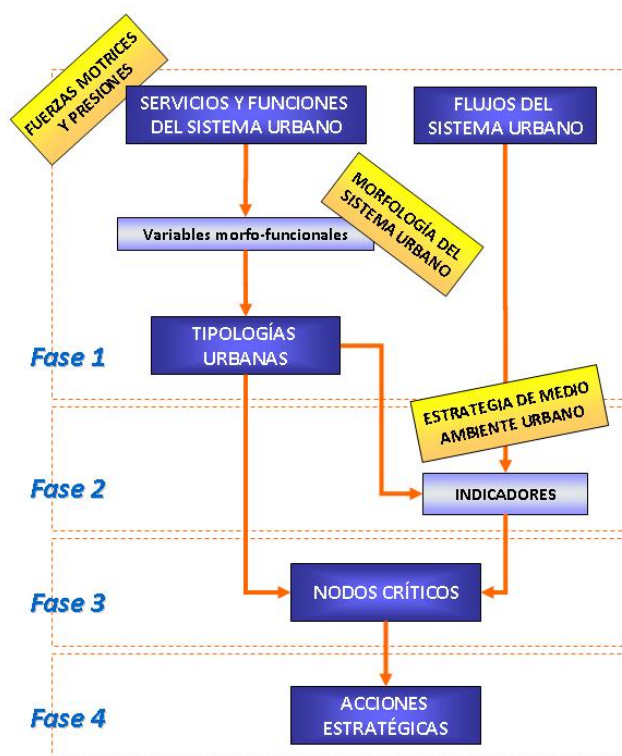


Figura 4. Detalle de las fases del proyecto



Figura 5. Diagrama de flujo de la metodología del proyecto

INCYDA EMAU consta de 4 fases metodológicas en las que participan varios elementos clave que se describen en capítulos posteriores y que buscan argumentar las hipótesis planteadas anteriormente.



En el proyecto participa la ciudad de **Zaragoza** como entidad local, con el objeto de validar las propuestas metodológicas y su aplicación, no solamente en la fase final del proyecto sino también desde las fases iniciales de diagnóstico y evaluación.

6. SERVICIOS Y FUNCIONES DE LOS SISTEMAS URBANOS: TIPOLOGÍAS URBANAS

6.1. Una aproximación a los servicios y funciones de las ciudades

Tal y como se ha descrito en el apartado 4.2., el proyecto INCYDA EMAU se basa en la premisa de que, dependiendo de los servicios y funciones que se desarrollen en una unidad urbana de análisis, el comportamiento de los flujos de energía y materia será totalmente diverso. Esta hipótesis se plantea inicialmente debido a la necesidad de evitar la aproximación a la ciudad como una “caja negra”, que deriva en la necesidad de estructurar la ciudad en unidades de análisis y posteriormente, definir tipologías urbanas entre estas unidades urbanas.

Siguiendo el enfoque conceptual desarrollado por el *Millenium Ecosystem Assessment* (2005), el proyecto INCYDA EMAU aborda la evaluación de los sistemas urbanos como ecosistemas intensamente gestionados y modificados por la mano del hombre. Particularmente, el proyecto se focaliza en la cuantificación de los servicios/funciones que estos sistemas ofrecen. Este enfoque asume como elemento principal, las interacciones y vínculos existentes entre los seres humanos (ciudadanos) y los diversos procesos y dinámicas que se dan en el sistema. Por lo tanto considera los cambios en las condiciones de los seres humanos como fuerzas motrices que actúan directa e indirectamente sobre los sistemas urbanos motivando diversos cambios y de forma recíproca considera cómo las condiciones de vida se ven afectadas por los cambios en los sistemas urbanos.

Los “ecosistemas” se definen como sistemas complejos integrados por el conjunto de las comunidades bióticas y de los factores abióticos del medio que interactúan entre sí comportándose como una “unidad funcional” en el tiempo y el espacio (Artículo 2 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, UNEP 1992).

La aplicación de este concepto al estudio de los sistemas urbanos implica la consideración de las ciudades como sistemas socio-económicos-ecológicos dinámicos (en equilibrio dinámico) que se auto-organizan a través de un conjunto de procesos y funciones en los que se utiliza y transforma la materia y energía disponible. Esta perspectiva supone admitir el cambio y la evolución como propiedades intrínsecas del sistema, por lo que la gestión urbana dirigida al mantenimiento inalterado del sistema resultaría poco realista (Alberti et al, 2003). Por el contrario la anticipación a los cambios y el fortalecimiento de la resiliencia del sistema – o su capacidad para absorber la perturbación y de reorganizarse manteniendo esencialmente la estructura y función que caracterizaban el estado anterior a la perturbación- constituirían los objetivos de una gestión urbana sostenible dirigida a asegurar la evolución del sistema dentro de los límites establecidos por su entorno / ambiente.

El concepto de ecosistema proporciona un valioso marco para analizar y actuar sobre los sistemas urbanos, puesto que permite considerar los vínculos entre los seres humanos y su medioambiente, vínculos que (realizando el paralelismo con la organización de los

ecosistemas) determinan la estructura y funcionamiento del sistema, y sobre el que los seres humanos tienen una gran capacidad de modificación, con consecuencias positivas o negativas (predecibles o no) para el propio ser humano según la naturaleza e intensidad de la alteración.

Según el marco metodológico del *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), el concepto “bienes y servicios de los ecosistemas” define los beneficios (en términos de calidad de vida) que obtiene el ser humano como resultado de las funciones del ecosistema. Son los beneficios directos o indirectos que reciben los seres humanos de los ecosistemas (Constanza et al., 1997). El concepto de bienes y servicios de los ecosistemas es inherentemente antropocéntrico, pero se está imponiendo como un concepto muy útil en la gestión de los ecosistemas, y más en concreto en la gestión integrada de los recursos naturales, que promueve su conservación y uso (Barbier, 2000, Maler, 2000).

Para profundizar, por tanto, en la comprensión de los sistemas urbanos se han caracterizado sus funciones y servicios, desde la perspectiva de la ecología urbana, identificando los diferentes tipos de funciones: funciones de base (memoria histórica, geográfica, económica, social y física entre otros), de suministro /consumo/ producción, de regulación / reproducción y culturales. La siguiente figura muestra, siguiendo la aproximación elegida para el proyecto, las funciones y servicios que proporcionan los sistemas urbanos.

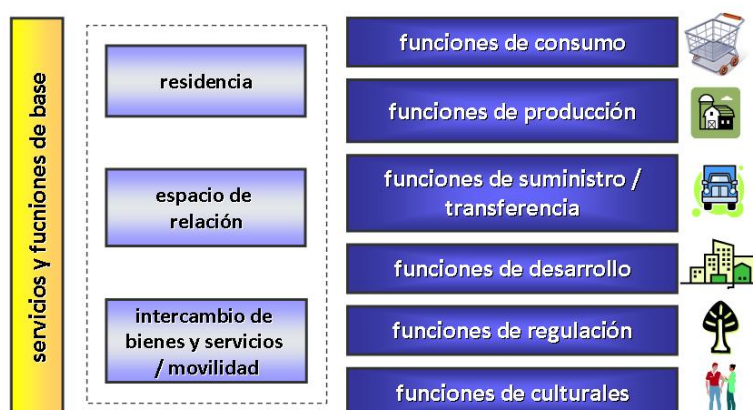


Figura 6. Servicios y funciones de los sistemas urbanos

Atendiendo al enfoque del modelo DPSIR (Fuerzas Motrices, Presiones, Estado, Impacto y Respuesta) desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 1999), la comprensión e identificación de los factores que causan los cambios en los ecosistemas y en los servicios y funciones de éstos, es vital para diseñar intervenciones que potencien los impactos positivos y minimicen los negativos (Kremen, 2005, NRC, 2005). El mismo enfoque puede ser adaptado a los “ecosistemas” urbanos.

6.2. Definición de tipologías urbanas

Uno de los aspectos fundamentales en la metodología de INCYDA-EMAU es la consideración de unidades territoriales, denominadas tipologías urbanas, que agrupan, a su vez, a otras unidades territoriales y que, habitualmente, se suelen delimitar en función de criterios administrativos, urbanísticos o, incluso, censales. Cada una de las unidades territoriales consideradas, que se engloban dentro de una misma tipología urbana,



comparte con el resto valores similares para un conjunto de variables morfológico-funcionales, previamente escogido.

La definición y selección de estas variables morfológico-funcionales surgen como respuesta a la caracterización previa de la morfología de la ciudad junto con el análisis de los servicios y funciones que provee cada uno de estos elementos. En este análisis no sólo se valoran los aspectos urbanísticos, sino que se incorporan otros como el estado del medio físico, constituido por el medio construido, el natural y el perceptual, la dinámica socioeconómica de la población y los modelos de transporte de personas, mercancías, recursos y residuos. Como ya se ha mencionado en el apartado anterior (6.1.), en el conjunto de las variables se encuentran representadas todas aquellas funciones y servicios (de forma análoga a los procesos que se pueden dar en un ecosistema natural) que una ciudad tipo puede albergar: residencial, relacional, productora, consumidora, de intercambio, de desarrollo, cultural, etc.

La definición de tipologías urbanas se basa fundamentalmente en la caracterización de los sistemas urbanos según los siguientes aspectos:

- Estructura funcional del sistema urbano
- Morfología del sistema urbano
- Análisis de las fuerzas motrices y presiones que actúan sobre dicho sistema
- Modelo de información y comunicación

Como se menciona en el apartado anterior, es preciso identificar, desde una aproximación sistémica, cuáles son los servicios y funciones que los sistemas urbanos proporcionan, tanto los que son considerados como básicos (geográfico, económico, social, físico, etc.) como los relativos a suministro, consumo, producción, regulación, reproducción y cultura. Dependerá de qué tipo de ciudad se trate el que se presenten todos o algunos de estos servicios y funciones. Por su parte, las unidades territoriales en las que se subdivide la ciudad objeto de estudio (distritos, barrios, juntas municipales, juntas vecinales,...) pueden contener uno solo o, lo que es más frecuente, varios de los servicios mencionados, dando origen a tipologías monofuncionales o multifuncionales, respectivamente.

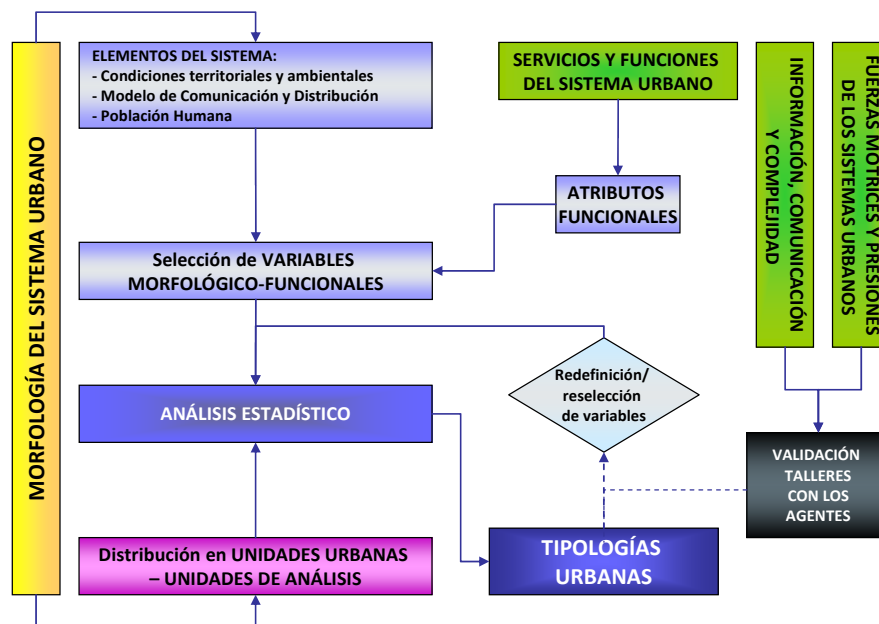


Figura 7. Metodología para la definición de tipologías urbanas

Con el objeto de concretar y cuantificar los aspectos funcionales y morfológicos que finalmente se incorporan a las tipologías urbanas, es necesario definir y seleccionar un conjunto de variables, denominadas **variables morfológico-funcionales**. Esto quiere decir que una variable, además de aportar información sobre el estado morfológico de la ciudad, se corresponde con uno o más atributos funcionales y con una o más de las áreas temáticas contempladas por la Estrategia de Medio Ambiente Urbano.

A partir de la metodología propuesta, cada una de las unidades territoriales o de análisis que se han identificado inicialmente es sometida a una serie de técnicas estadísticas que tienen como fin su inclusión o no inclusión en una determinada tipología urbana. Por ello, todas las unidades territoriales de una misma tipología presentan finalmente valores más o menos similares para un conjunto de variables morfológico-funcionales previamente escogido.

Finalmente, a través de un proceso participativo en el que intervienen autoridades locales, agentes sociales y ciudadanía, se procede a caracterizar e interpretar las tipologías obtenidas tras el análisis estadístico, teniendo en cuenta, además, las fuerzas motrices que actúan en el sistema urbano y las presiones asociadas a dichas fuerzas motrices para el caso de estudio. Así mismo, este mismo proceso participativo puede permitir analizar tipologías urbanas no definidas correctamente y aconsejar una revisión de las variables morfológico-funcionales que se han utilizado para la clasificación de las unidades de análisis.

La mayor parte de las variables generales inicialmente propuestas para la definición de las tipologías urbanas, y que se detallan en la tabla siguiente, son cuantitativas. Además, con el fin de evitar valores cuantitativos que ofrecen sólo una información parcial, muchas de ellas se formulan como ratios respecto a la superficie total de la unidad de análisis, su superficie construida, la correspondiente al espacio público disponible, la vivienda o el número de viviendas, el número de personas, etc.

Tabla 1. Variables morfológico-funcionales inicialmente propuestas para la definición de las tipologías urbanas (metodología general)

Denominación	Metodología obtención
Densidad edificatoria residencial	<i>Nº viviendas/Superficie Total (Nº viv./S)</i>
Compacidad Absoluta (Ref. SR)	<i>Volumen Edificado/Superficie Total (V/S=L)</i>
Compacidad Corregida	<i>Volumen Edificado/Superficie Espacio Público (V/S=L)</i>
Superficie utilizada de subsuelo (aparcamientos, residuos, TP...)	<i>Superficie utilizada de subsuelo/Superficie Total (S/S *100= %)</i>
Superficie motorizada absoluta (inc. rotondas y divisores)	<i>Superficie dedicada a la movilidad de vehículos motorizados/Superficie Total (S/S *100= %)</i>
Superficie motorizada corregida (inc. rotondas y divisores)	<i>Superficie dedicada a la movilidad de vehículos motorizados/Superficie Espacio Público (S/S *100= %)</i>
Superficie total del viario dedicado a movilidad pública	<i>Superficie total del viario dedicado a TP + peatonal/Superficie Espacio Público (inc. carril bici, carriles bus exclusivos...) (S/S *100= %)</i>
Densidad de paradas de transporte público	<i>Nº de paradas TP//Superficie Construída (Paradas/S)</i>
Superficie ocupada intercambiadores modales	<i>Superficie ocupada por intercambiadores modales/Superficie total ((inc. metro/tren/autobús interurbano) (S/S *100= %)</i>
Densidad Del alumbrado público	<i>Puntos de alumbrado público/Superficie construída (Puntos/S)</i>
Densidad arbórea	<i>Nº árboles/superficie construída (Nº árboles/S)</i>
Superficie zonas verdes	<i>Superficie total de zonas verdes/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a actividades comerciales	<i>Superficie activ. comerciales/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a oficinas	<i>Superficie oficinas/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a uso industrial	<i>Superficie uso industrial/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a uso docente	<i>Superficie docente/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a equipamientos deportivos	<i>Superficie equip. deportivos/Superficie total (S/S *100= %)</i>

Denominación	Metodología obtención
Superficie dedicada a actividades culturales o recreativas	<i>Superficie activ. culturales/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a centros sanitarios o asistenciales	<i>Superficie centros sanitarios o asistenciales/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a actividades administrativas	<i>Superficie activ. administrativas/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie dedicada a servicios básicos comunes	<i>Superficie servicios comunes/Superficie total (inc. red eléctrica, vertederos, depuradoras, gestión residuos...) (S/S *100= %)</i>
Infraestructuras de gestión ajena al Ayuntamiento	<i>Km de infraestructuras de gestión ajena al Ayuntamiento/superficie total (tren, autopistas...) (L/S=L⁻¹)</i>
Superficie abandonada o sin actividad	<i>Superficie total abandonada o sin actividad/Superficie total (inc. brownfields, edificios abandonados, locales sin actividad o uso destinado...) (S/S *100= %)</i>
Superficie de dominio público hidráulico	<i>Superficie de franjas costeras o riberas/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie ocupada por agua	<i>Superficie ocupada por agua/Superficie total (inc. lagos, ríos, rías, embalses,...) ((S/S *100= %)</i>
Suelo permeable	<i>Superficie de suelo permeable/Superficie total (inc. zonas verdes, pastos, agrícola, ganadero, bosques... etc.) (S/S *100= %)</i>
Superficie huertos urbanos	<i>Superficie ocupada por huertos urbanos/Superficie total (inc. huertos legales e ilegales) (S/S *100= %)</i>
Superficie agricultura o ganadería	<i>Superficie ocupada por actividades agrarias y ganaderas/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Superficie activ. pesqueras	<i>Superficie ocupada por puertos/Superficie total (S/S *100= %)</i>
Sector de mayor peso económico en la unidad de análisis	VAB por sectores
Complejidad urbana (<i>Fuente: AEUB, 2007</i>)	<p><i>P=Especie i (corresponde a un tipo de persona jurídica)</i></p> $H = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$ <p><i>P= ni/N</i></p> <p><i>N=nº total de personas jurídicas</i></p> <p><i>ni=nº de personas jurídicas de la especie i</i></p> <p><i>H= complejidad urbana</i></p>
Ocupación	<i>Nº habitantes/vivienda (Hab./vivienda)</i>

Denominación	Metodología obtención
Residencia secundaria y vacía	N° viviendas secundarias y vacías / N° total de viviendas (N° viv. / N° Viv. = %)
Precios del suelo residencial	Precio del suelo residencial (€/ S) (€/ m ²)
Precios del suelo industrial	Precio del suelo industrial (€ / S) (€/ m ²)
Censos de población	Población total de la unidad de análisis/Superficie total (Hab./S)
Personas	Índice de vejez (o pirámide de población, o población activa); índice de juventud,...
Existencia de espacios simbólicos y singulares de la ciudad	Inc. espacios o símbolos arquitectónicos, culturales o naturales. (Presencia o ausencia)
Superficie de espacios de especial valor natural	Superficie de espacios de especial valor natural/Superficie total (inc. bosques, campos, laderas, montes, espacios protegidos...) (S/S *100= %)
Antigüedad de la edificación	Media de edad de los edificios $N=n^{\circ} \text{ total} \quad \text{Edad} = \frac{\sum_i^{\text{edad}_i}}{n}$ de los edificios i=edificio
VARIABLE DE POSTEVALUACIÓN	Workshops con los stakeholders

Es posible que, en la mayoría de los casos, los datos que se dispongan no se encuentren referidos a las unidades territoriales que se van a analizar. Quiere esto decir que muchos de ellos deberán ser sometidos a diferentes tratamientos previos con el fin de adecuarlos a las unidades territoriales que se contemplen.

El paso siguiente consiste en identificar cuáles de las variables consideradas aportan más información y más rica, para la diferenciación de las tipologías urbanas. De este modo, la utilización de las variables más significativas permite comparar las tipologías urbanas resultantes entre casos de estudio similares.

Para la clasificación y obtención de grupos de tipologías urbanas, que son en última instancia los condicionantes en la selección de umbrales para la identificación de impactos críticos sobre el sistema urbano de los flujos de materia, energía, agua, residuos y alimentos, se propone la utilización de técnicas estadísticas de análisis multivariado.

Por otra parte, actualmente, se está testando la viabilidad de otras aproximaciones, como es el caso del cálculo del “*Material Input Per Service unit (MIPS)*”, siempre en línea con los objetivos del proyecto.



7. MODELOS CUALITATIVOS DE LOS FLUJOS DEL SISTEMA URBANO: SELECCIÓN DE INDICADORES DE DIAGNÓSTICO

En general, un modelo descriptivo (en la terminología especializada, también se utilizan otras acepciones como “mapa o modelo conceptual” o “diagrama”) es una representación de las relaciones e influencias que se dan entre los elementos de un sistema.

En el marco de la gestión de los sistemas urbanos, el objetivo de la modelización, en el contexto que estamos tratando, es la representación gráfica de las principales interacciones e influencias entre los elementos que forman parte él.

Los flujos que se tienen en cuenta y que por consiguiente se han analizado en el presente proyecto son los siguientes:

- Flujo Energía:
- Flujo Agua:
- Flujo Materiales:
- Flujo Alimentos:
- Flujo de CO₂ y O₂:

Estos modelos cualitativos, se han desarrollado, en el transcurso del proyecto, con el fin de profundizar en la comprensión de las dinámicas de los sistemas urbanos. En ellos se han añadido los elementos morfológicos que representen tantos servicios y funciones puedan existir en un sistema urbano. Para una estandarización de la representación, se han seguido los estudios realizados a nivel internacional sobre *Material Flow Accounting* (Eurostat, 2001) de forma que los flujos se han categorizado según:

Flujos internos:

- Producción
- Distribución y Transporte: Suministro
- Consumo

Flujos de entrada

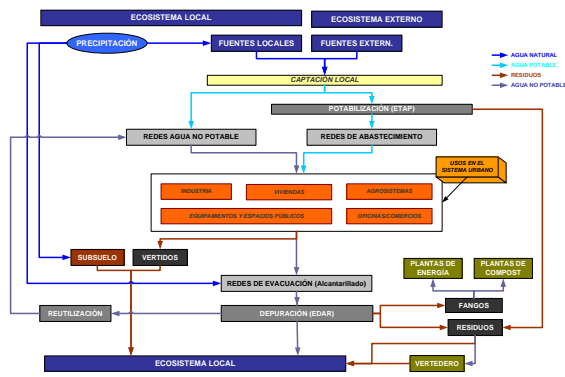
- Extracción de materia en la propia área urbana
- Importación de materia de otras áreas urbanas

Flujos de salida

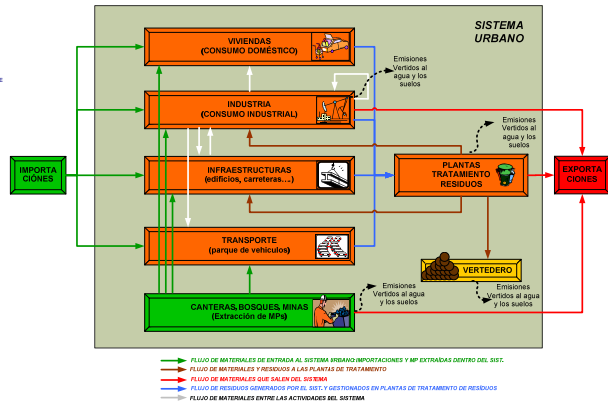
- Residuos, vertidos y emisiones en la propia área urbana
- Exportación de materiales a otras áreas urbanas

Estas representaciones gráficas son el fundamento para la selección de indicadores de impacto-estado de medida de flujos a desarrollar en la fase de evaluación y diagnóstico de los sistemas urbanos (Fase 2 del proyecto).

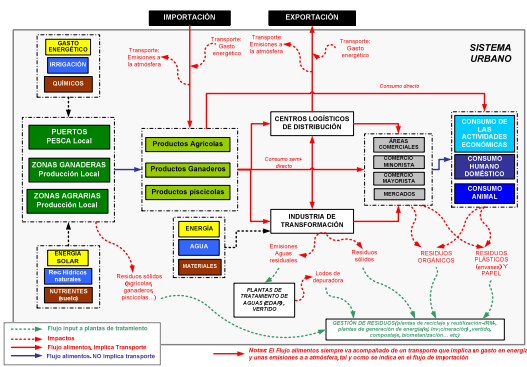
En la siguiente figura se puede observar el resultado de esta fase de comprensión de las dinámicas de los sistemas urbanos.



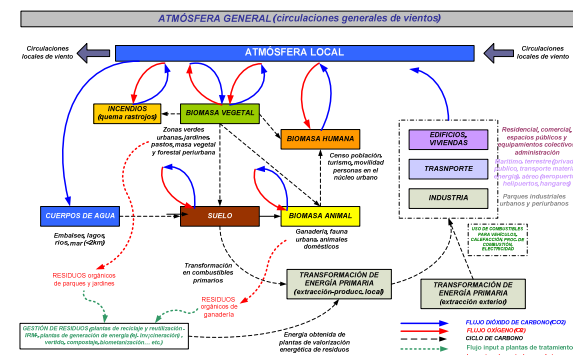
a) Modelo urbano del agua



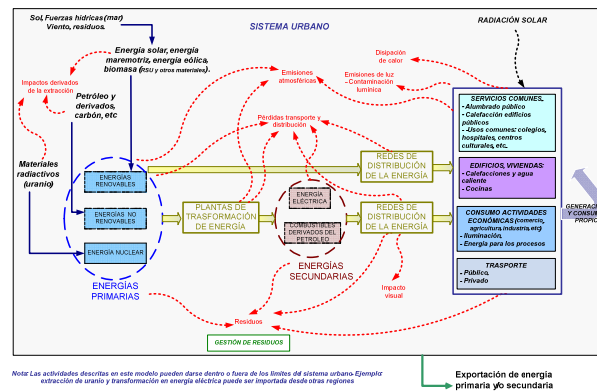
b) Modelo urbano de los materiales



c) Modelo urbano de los alimentos



d) Modelo urbano del balance de O₂ y CO₂



e) Modelo urbano de la energía

Figura 8. Modelos descriptivos desarrollados para los flujos de energía, agua, materiales, alimentos y O₂ / CO₂ en el sistema urbano



8. IDENTIFICACIÓN DE NODOS CRÍTICOS Y DEFINICIÓN DE ACCIONES

Llegados a esta fase del proyecto, y una vez desarrolladas las anteriores fases, podemos considerar que hemos alcanzado un buen grado del conocimiento sobre el sistema urbano bajo estudio, tanto de los procesos y dinámicas que conllevan los flujos de energía y materia, como de los servicios y funciones que se llevan a cabo en cada una de las unidades de análisis dentro de la ciudad.

Por tanto, el paso necesario y planteado en la metodología de proyecto es la cuantificación vía indicadores de los flujos de energía y materia, de forma que sea posible realizar un análisis y diagnóstico sobre los impactos producidos por estas dinámicas de generación, intercambio, consumo y deshecho de recursos.

Así, los indicadores son seleccionados en función de la tipología urbana, y en base a las distintas áreas de acción recogidas en la Estrategia Española de Medio Ambiente Urbano (EMAU). La razón que argumenta dicho enfoque, es la ya anteriormente recogida en capítulos previos (ver capítulo 4.2.): *“Los flujos de energía y materia responden a unos determinados servicios y funciones que proporciona la ciudad, y por lo tanto, no es posible comparar las “cantidades” de energía o materia consumidas o desechadas cuando se comparan unidades de análisis con servicios o funciones diferentes”,* es decir, tipologías diferentes. Por lo tanto, podemos concluir que, en principio, y de manera general, no se puede utilizar iguales indicadores y variables para cuantificar los flujos de energía y materia de tipologías urbanas distintas.

De la misma manera, en el desarrollo de indicadores de estado-impacto, generalmente existe un objetivo de acción subyacente. Esto es, la clasificación de estos indicadores en función de las áreas temáticas de la EMAU: urbanismo, gestión urbana, movilidad, edificación, y, por último, integración del medio rural y el urbano.

El resultado de este trabajo es una colección de matrices diseñadas para cada flujo conteniendo en cada celda el valor del indicador desarrollado específicamente para esa tipología y área de la EMAU.

Resulta necesario llamar la atención sobre el hecho de que la recolección de datos en el caso de estudio es siempre una tarea complicada, ante todo por el hecho de requerir, esta metodología, datos a nivel “distrito” o similar. En ocasiones, indicadores y variables deben ser adaptados a la disponibilidad de datos siendo siempre recomendable trazar estas incidencias a tener en cuenta en diagnósticos posteriores.

Para poder definir e identificar nodos críticos susceptibles de ser objeto de desarrollo de acciones estratégicas, esta aproximación metodológica propone el establecimiento de umbrales en los indicadores. Nuevamente, las tipologías urbanas serán un factor importante a la hora de elegir los rangos de dichos umbrales.

Esta tarea es uno de los grandes retos del proyecto, y aún, aceptando su dificultad científica y política, se considera absolutamente necesario definir unos límites de consumo y desecho con el objetivo de lograr ese equilibrio con el medio.

Una vez se han obtenido estos parámetros, los valores de los indicadores se traducirán en nodos críticos dependiendo de si exceden o son menores que los umbrales asignados. Esta información, será validada en *workshops* con los agentes y ciudadanos.

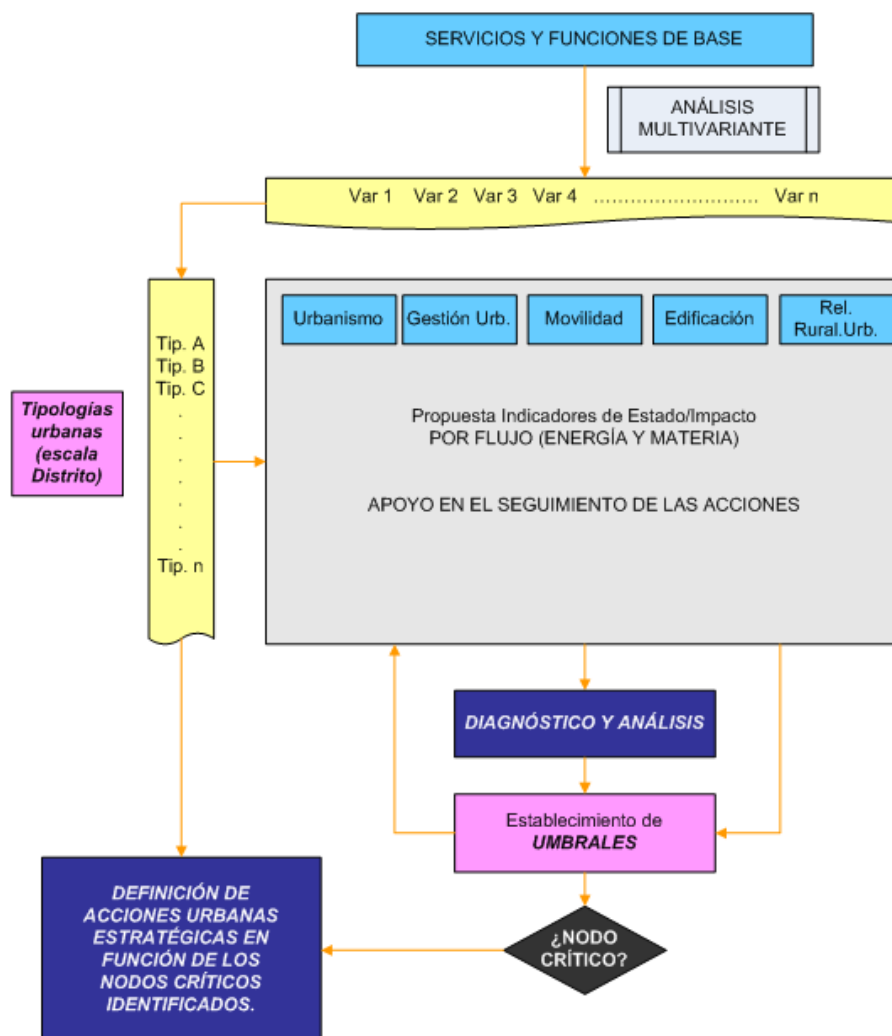


Figura 9. Metodología de detalle de la fase final del proyecto.

La figura 9 muestra la metodología en detalle para esta fase. Tal y como el propio gráfico describe, una vez identificados los nodos críticos, se procederá al desarrollo de acciones estratégicas a nivel local siempre teniendo en cuenta una serie de alternativas que serán valoradas por los agentes implicados mediante técnicas multicriterio.

La definición de acciones estratégicas es siempre una tarea delicada, ya que estas acciones deben permitir su aplicabilidad en realidades urbanas existentes: morfología, contexto social, contexto político, economía local, recursos ambientales... etc.

INCYDA EMAU se encuentra en la Fase 2 (evaluación y diagnóstico). Anticipándose a los resultados de ésta y siguientes fases, esta aproximación prevé llegar a un nivel de detalle respecto a la definición de acciones según se muestra la Ficha Tipo de Acción Estratégica de la siguiente tabla:

Tabla 2. Ficha Tipo de Acción Estratégica

ACCIÓN ESTRATÉGICA		
Nº	CAMPO	Descripción del Campo
1	Código	<i>A cada acción estratégica (AE) se le asignará un código para facilitar su localización e identificación</i>
2	Nombre Corto	<i>Nombre corto otorgado a la acción estratégica</i>
3	Descripción	<i>Descripción larga de la acción estratégica</i>
4	Tipología Urbana Asociada	<i>Cada acción estratégica irá ligada a una de las tipologías urbanas definidas en el desarrollo del proyecto</i>
5	Ámbito de la EMAU y del Libro Verde	<i>Ej.: urbanismo, movilidad, edificación, gestión urbana, biodiversidad, mundo rural y urbano... etc.</i>
6	Agentes involucrados	<i>Agentes, gestores y actores locales implicados o involucrados en el desarrollo de la acción</i>
7	Beneficiarios/receptores	<i>Agentes o actores locales a los que esta dirigida la AE. Ej.: ciudadanía, promotoras y constructoras,</i>
8	Necesidades Asociadas:	<i>(este campo se mantiene en blanco)</i>
8.1	Recursos Humanos	<i>Recursos Humanos necesarios para la implantación de la AE</i>
8.2	Equipos	<i>Equipamientos, maquinaria, software o hardware asociado</i>
8.3	Conocimientos	<i>“Know-how” asociado a la implantación de la acción, formación y experiencia necesaria</i>
8.4	Datos	<i>Necesidades de datos asociados al área urbana y en relación con la actuación</i>
8.5	Estudios Previos	<i>Estudios previos asociados al desarrollo de la acción. Ej.: estudio de emisiones de CO₂ asociados al tráfico, actualización del censo de población</i>
8	Metodología	<i>Formas o medios de llevar a cabo la acción de forma eficiente.</i>
9	Presupuesto	<i>Presupuesto estimado asociado a la implantación de la acción. Este presupuesto se estimará en precios unitarios. Ej.: €/1000 hab., €/km² de superficie verde, €/empresa. Etc.</i>
10	ACB	<i>Análisis coste beneficio de la acción</i>
11	Periodo de Amortización	<i>Periodo de amortización estimado de la inversión inicial</i>
12	Duración/Periodicidad	<i>Duración de la acción o periodicidad en el caso que se considere oportuno.</i>



9. AGRADECIMIENTOS

El proyecto INCYDA EMAU ha sido financiado parcialmente por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino durante la anualidad 2007.

Actualmente, la metodología del proyecto INCYDA EMAU, esta siendo validada en la ciudad de Zaragoza. El ayuntamiento de la urbe ha proporcionado al proyecto tanto recursos humanos como materiales con el objetivo de realizar una validación continua de los avances del trabajo tanto con miembros de los departamentos del ayuntamiento como con ciudadanos y agentes de la ciudad.

Por ultimo, los miembros del equipo de proyecto recuerdan con estas líneas la colaboración en los comienzos de la investigación de la Dr. Arantzazu Urzelai, una de las principales promotoras de la iniciativa INCYDA EMAU.

10. REFERENCIAS

AEUB, 2007. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. Realizado por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona para el Ayuntamiento de Sevilla.

[http://www.bcnecologia.net/index.php?option=com_content&task=view&id=126&Itemid=118&lang=SP] (Último acceso 01/10/08)

Alberti M. (2008). Advances in urban ecology: integrating humans and ecological processes in urban ecosystems. Springer.

Alberti, M, Marzluff, J.M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C., Zumbrunnen, C. (2003). Integrating Humans into Ecology: opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems. *BioScience*, 53(12): 1169-1179.

Barbier, E.B., (2000). Valuing the environment as input: review of applications to mangrove-fishery linkages. *Ecological Economics*, 35, 47-61.

Collins JP, Kinzig A, Grimm NB, Fagan WF, Hope D, Wu JG, Borer ET (2000). A new urban ecology. *American Scientist* 88 (5): 416-425.

Costanza R. et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* , 387, 253-260.

Decker EH, Elliot S, Smith FA. (2001). Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25: 685-740.

E.C. (2001) Comunicación de la Comisión de 15 de mayo de 2001 - Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor: estrategia de la Unión Europea en favor del desarrollo sostenible (Propuesta de la Comisión para el Consejo Europeo de Gotemburgo) [COM(2001) 264]



- E.C. (2004) Hacia una Estrategia Temática sobre el Medio Ambiente Urbano. Comunicación de la Comisión de la Comunidades Europeas al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. 11/02/2004.
- E.C. (2006). Comunicación de la Comisión, de 11 de enero de 2006, sobre una Estrategia temática para el medio ambiente urbano [COM (2005) 718 final, no publicada en el Diario Oficial].
- Eurostat (2001). Economy-wide material flow accounts and derived indicators, a methodological guide, Luxembourg. EUROSTAT 2000 Edition.
- EEA (1999). Environmental indicator: typology and overview. Report nr 25. European Environmental Agency.
- Fischer-Kowalski M, Amann C. (2001). Beyond IPAT and Kuznets curves: globalisation as a vital factor in analysing the environmental impact of socio-economic metabolism. *Population and Environment*, 23: 7-47.
- Gandy M. (2004). Rethinking urban metabolism: Water, space and the modern city, *City*, 8(3): 365-379.
- González GA. (2005). Urban sprawl, global warming and the limits of ecological modernisation. *Environmental Politics*, 14: 344-362.
- Huang, S. Hsu, W. (2003). Materials flow analysis and energy evaluation of Taipei's urban construction. *Landscape and Urban Planning*. 63: 61-74.
- Korhonen, J. (2004). Industrial ecology in the strategic sustainable development model: strategic applications of industrial ecology. *Journal of Cleaner Production*, 12: 809-823.
- Kremen C. (2005). Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8: 468-479.
- Maler, K.G., (2000). Development, ecological resources and their management: a study of complex dynamic systems. *European Economic Review*, 44, 645- 665.
- Millenium Ecosystems Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being. Volume I Current State & Trends*. Island Press
- Mitchell, J.K. (1998). Urban metabolism and disaster vulnerability in an era (Chapter X). *Earth System Analysis: Integrating Science for Sustainability*, eds. Schellnhuber, H-J. & Wenzel, V., Springer: Berlin, pp. 359-377.
- MMA (2007). Libro Verde de Medio Ambiente Urbano. Documento de trabajo. Ministerio de Medio Ambiente.
- MMA (2007b). Estrategia Española de Medio Ambiente Urbano. Ministerio de Medio Ambiente.



- NRC-National Research Council. (2005). Valuing Ecosystem Services: Toward Better Environmental Decision-Making. Washington (DC): National Academies Press.
- Pauleit S. and F. Duhme (2000). Assessing the environmental performance of land cover types of urban planning Landscape and urban planning, 52 (1): 1-20.
- Pickett STA, Cadenasso ML, Grove JM et al. (2001) Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. Annual Review of Ecology and Systematics, 32, 127–157.
- Rotmans, J. (2006). A Complex Systems Approach for Sustainable Cities (Chapter 7). Smart Growth and Climate Change: Regional Development, Infrastructure and Adaptation, ed. Ruth, M., Edward Elgar: New York, pp. 155–180.
- Saheley HR, Dudding S. and Kennedy CA. (2003). Estimation of urban metabolism of Canadian Cities: Greater Toronto Area case study, Canadian Journal of Civil Engineering, 30: 468-483.
- Sukopp, H., Numata, M. & Huber, A. (1995). Urban Ecology as the Basis of Urban Planning. SPB Academic Publishing, The Hague.
- UN (2001). Urban and Rural Areas 2001. United Nations publication (ST/ESA/SER.A/212), 2001.
- UNEP (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, Río de Janeiro, 1992.
- UNU-IAS (2004). Cities as drivers of Sustainable Development. World Urban Forum 2004 Networking Event. Discussion paper. UNU-IAS Urban Ecosystems Management Group. United Nations University, Institute of Advanced Studies. [http://www.ias.unu.edu/binaries2/WUF_2004_Discussion_Paper.doc] (Último acceso 30/09/08)
- WCED (1987). Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development. Published as Annex to General Assembly document A/42/427, Development and International Co-operation: Environment August 2, 1987. [<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>] (Último acceso 30/09/08)
- Wolman A. (1965). The Metabolism of Cities. Scientific American, pp:179-188.