

Cilur]41

RED DE
CUADERNOS DE
INVESTIGACIÓN
URBANÍSTICA

TEXTOS SOBRE SOSTENIBILIDAD

CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE

Diciembre 2004

CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA

Director	José Fariña Tojo
Subdirectora	Ester Higuera García
Diseño y diagramación	Pilar Jiménez Abós, Carlos Jiménez Romera y Alfonso Sánchez Uzabal
Selección de trabajos	Comisión de Doctorado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio (DUyOT) de la ETSAM
Edición	Instituto Juan de Herrera (IJH)
Redacción y distribución	Sección de Urbanismo del Instituto Juan de Herrera (SPyOT), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Avda. Juan de Herrera 4, 28040 Madrid
Distribución	Mairea Libros: distribucion@mairea-libros.com

© **CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE 2004**

[<http://habitat.aq.upm.es>]

Toda la documentación aquí publicada está disponible, en versión electrónica en internet. Se concede autorización para difundir y utilizar la documentación publicada, haciendo notar su procedencia, siempre que no exista ánimo de lucro ni intercambio monetario. Cualquier otro uso de esta documentación deberá contar con la autorización previa del correspondiente autor.

1ª edición, 1ª impresión

Depósito Legal: M-4176-2005

I.S.B.N.: 84-9728-131-4

Edita: Instituto Juan de Herrera

Imprime: FASTER, San Francisco de Sales 1, Madrid

TEXTOS SOBRE SOSTENIBILIDAD

Los artículos presentes en este volumen han sido seleccionados del conjunto de los publicados por la biblioteca *Ciudades para un Futuro más Sostenible (CF+S)*.

El objetivo es presentar una visión global de la sostenibilidad que ayude a investigadores. Esta compilación tiene su origen en la documentación de apoyo elaborada para las jornadas ‘La Sostenibilidad en el Proyecto Arquitectónico y Urbanístico’, organizadas por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, en el marco de la *Iniciativa para una Arquitectura y un Urbanismo más Sostenibles (IAU+S)*, durante marzo de 2004.

Autores

- JOSÉ MANUEL NAREDO, doctor en economía, profesor emérito de la ETSAM y miembro de IAU+S.
- ALFONSO DEL VAL, sociólogo y consultor ambiental.
- RAMÓN FERNÁNDEZ DURÁN, ingeniero de caminos y miembro de Ecologistas en Acción.
- MARIANO VÁZQUEZ ESPÍ, doctor arquitecto, profesor titular de la ETSAM y miembro de IAU+S.
- MARGARITA DE LUXÁN, doctora arquitecta, catedrática de la ETSAM y miembro de IAU+S.
- JAVIER NEILA, doctor arquitecto, profesor titular de la ETSAM y miembro de IAU+S.
- JOSÉ FARIÑA TOJO, doctor arquitecto, catedrático y director del departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la ETSAM y miembro de IAU+S.
- AGUSTÍN HERNÁNDEZ AJA, doctor arquitecto, profesor titular de la ETSAM y miembro de IAU+S.
- SALVADOR RUEDA, psicólogo, biólogo y miembro de IAU+S.
- JULIO ALGUACIL GÓMEZ, doctor en sociología, profesor titular de la Universidad Carlos III de Madrid y miembro de IAU+S.
- CARLOS VERDAGUER VIANA-CÁRDENAS, arquitecto, profesor asociado de la ETSAM y miembro de IAU+S.
- ISABEL VELÁZQUEZ VALORIA, urbanista, consultora ambiental y miembro de IAU+S.
- MARTA ROMÁN RIVAS, geógrafa y miembro del Colectivo de Mujeres Urbanistas.

Ciudades para un Futuro más Sostenible
Marzo 2004

Índice

<i>Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible</i> JOSÉ MANUEL NAREDO	7
<i>Tratamiento de los residuos sólidos urbanos</i> ALFONSO DEL VAL	19
<i>El transporte, columna vertebral de la globalización</i> RAMÓN FERNÁNDEZ DURÁN	49
<i>Ciudades sostenibles</i> MARIANO VÁZQUEZ ESPÍ	59
<i>Arquitectura integrada en el medio ambiente</i> MARGARITA DE LUXÁN GARCÍA DE DIEGO	73
<i>Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias</i> JAVIER NEILA	89

6 Cuadernos de Investigación Urbanística nº 41

Resumen

Los artículos presentes en este volumen han sido seleccionados del conjunto de los publicados por la biblioteca *Ciudades para un Futuro Más Sostenible (CF+S)*: <http://habitat.aq.upm.es>.

Esta compilación se publicó en principio como cuaderno de apoyo a las jornadas “La Sostenibilidad en el Proyecto Arquitectónico y Urbanístico” organizadas por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, en el marco de la *Iniciativa para una Arquitectura y un Urbanismo más Sostenibles (IAU+S)* durante el mes de marzo de 2004.

El objetivo principal consistía en presentar una visión global de la sostenibilidad para el público en general. Por tanto, el criterio básico de selección ha sido el pedagógico. Se incluyen los textos más concisos y claros sobre los diversos temas que trata la biblioteca. La limitación de espacio nos ha impedido incluir numerosos artículos que, por su calidad, merecerían estar aquí.

La biblioteca *Ciudades para un Futuro Más Sostenible* surgió en 1996 gracias a un convenio de colaboración entre el Ministerio de Fomento y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM), por el que esta última se comprometía a traducir y a poner en la red las experiencias presentadas al concurso de Buenas Prácticas organizado por Naciones Unidas con motivo de la Conferencia Mundial sobre Asentamientos Humanos, Hábitat II, celebrada en Estambul en junio de 1996.

La biblioteca reúne documentación sobre todo tipo de acciones y experiencias en las ciudades y en el territorio que mejoren, de manera efectiva, las condiciones de vida de las personas, dentro del criterio de sostenibilidad en su sentido más fuerte; también ofrece artículos, informes y reflexiones teóricas sobre el estado actual y las posibles alternativas al desarrollo contemporáneo de las ciudades.

Abstract

This issue assembles a selection of articles publicly available on the website *Ciudades para un Futuro más Sostenible (CF+S)*: <http://habitat.aq.upm.es>.

This selection was originally used as a printed companion guide to the public lecture series on “Sustainability in the Architecture and Urban Project”, held on March 2004 and organized by the Madrid School of Architecture within the *Initiative for a more Sustainable Architecture and Urbanism (IAU+S)*.

The compilation an overall vision on sustainability presents to average audience. The basic criterium to select these articles was therefore a pedagogical one, including those simpler and clearer papers dealing with all main topics in *CF+S*. However, due to space limitations, many excellent articles available on the website are unfortunately not included within this selection.

CF+S was created in 1996 as a partnership between the Spanish Ministry of Works and Madrid School of Architecture. The objective was to translate into Spanish and publish the experiences selected at the International Award for Best Practices in Improving the Living Environment, organized by United Nations after the Istanbul Conference on Human Settlements (Habitat II).

CF+S aims to gather documents concerning any kind of actions and experiences both on the territory and the city actually improving people’s living conditions according to the sustainability concept in its strongest sense. It also offers papers, reports and theoretical reflections on the state of and the possible alternatives to urban development nowadays.

Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible¹

JOSÉ MANUEL NAREDO
Madrid (España), 1996.

Introducción

Tras la aparición del *Informe sobre Nuestro futuro común* (1987-1988) coordinado por Gro Harlem Brundtland en el marco de las Naciones Unidas, se fue poniendo de moda el objetivo del *desarrollo sostenible*, entendiendo por tal aquel que permite «satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas». A la vez que se extendía la preocupación por la *sostenibilidad*, se subrayaba implícitamente, con ello, la insostenibilidad del modelo económico hacia el que nos ha conducido la civilización industrial. Sin embargo, tal preocupación no se ha traducido en la reconsideración y reconversión operativa de este modelo hacia el nuevo propósito. Ello no es ajeno al hecho de que el éxito de la nueva terminología se debió en buena medida al halo de ambigüedad que la acompaña: se trata de enunciar un deseo tan general como el antes indicado sin precisar mucho su contenido ni el modo de llevarlo a la práctica. En lo que sigue recordaremos cuál fue el caldo de cultivo que propició su éxito, cuando otras propuestas similares formuladas con anterioridad no habían conseguido prosperar. Propuestas que van desde la pretensión de los economistas franceses del siglo XVIII, hoy llamados fisiócratas, de aumentar las *riquezas renacientes* sin menoscabo de los *bienes fondo*. . . hasta las preocupaciones por la *conservación* en la pasada década de los sesenta o por el *ecodesarrollo* de principios de los setenta, a las que haremos referencia más adelante. Anticipemos, pues, que no es tanto su novedad, como su controlada dosis de ambigüedad, lo que explica la buena acogida que tuvo el propósito del *desarrollo sostenible*, en un momento en el que la propia fuerza de los hechos exigía más que nunca ligar la reflexión económica al medio físico en el que ha de tomar cuerpo. Sin embargo, la falta de resultados inherente a la ambigüedad que exige el uso meramente retórico del término, se está prolongando demasiado, hasta el punto de minar el éxito político que acompañó a su aplicación inicial. La insatisfacción creciente entre técnicos y gestores que ha originado esta situación, está multiplicando últimamente las críticas a la mencionada ambigüedad conceptual y solicitando cada vez con más fuerza la búsqueda de precisiones que hagan operativo su uso.

El presente documento tratará de responder a las mencionadas demandas de operatividad. Para ello se impone una clarificación conceptual previa que pasa por identificar las diferentes y contradictorias lecturas que admite el consenso político generalizado de hacer sostenible

¹Este texto forma parte de *La construcción de la ciudad sostenible*, publicado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 1996. Una versión electrónica del mismo se encuentra disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/>.

el desarrollo. Porque mientras la meta sea ambigua no habrá acción práctica eficaz, por mucho que el pragmatismo reinante trate de buscar atajos afinando el instrumental antes de haber precisado las metas. Sólo precisando las metas se podrán elegir instrumentos de medida apropiados para ver si nos alejamos o no de ellas y para evaluar las políticas y los medios utilizados para alcanzarlas. Para poner en práctica este esquema, se analizará primero el origen del término *desarrollo sostenible* y la utilización que se ha venido haciendo del mismo, para añadir después precisiones al propósito de la *sostenibilidad* desde los distintos sistemas de razonamiento que se contemplan. Este esclarecimiento conceptual permitirá avanzar más sólidamente tanto en la búsqueda de aplicaciones operativas del mismo en el terreno que nos ocupa como en el enjuiciamiento y la presentación del catálogo de buenas prácticas para una ciudad sostenible.

Sobre el origen y el uso del término *sostenible*

La aceptación generalizada del propósito de hacer más *sostenible* el desarrollo económico es, sin duda, ambivalente. Por una parte evidencia una mayor preocupación por la salud de los ecosistemas que mantienen la vida en la Tierra, desplazando esta preocupación hacia el campo de la gestión económica. Por otra, la grave indefinición con la que se maneja este término empuja a hacer que las buenas intenciones que lo informan se queden en meros gestos en el vacío, sin que apenas contribuyan a reconvertir la sociedad industrial sobre bases más sostenibles. Reflexionemos sobre el origen de este término, para hacerlo luego sobre su contenido.

El extendido uso del epíteto *sostenible* en la literatura económico-ambiental se inscribe en la inflación que acusan las ciencias sociales de términos de moda cuya ambigüedad induce a utilizarlos más como conjuros que como conceptos útiles para comprender y solucionar los problemas del mundo real. Como ya había advertido tempranamente Malthus en sus *Definiciones en Economía Política* (1827), el éxito en el empleo de nuevos términos viene especialmente marcado, en las ciencias sociales, por su conexión con el propio statu quo mental, institucional y terminológico ya establecido en la sociedad en la que han de tomar cuerpo. El éxito del término *sostenible* no es ajeno a esta regla, sobre todo teniendo en cuenta que nació acompañando a aquel otro de *desarrollo* para hablar así de *desarrollo sostenible*. Recordemos las circunstancias concretas que propiciaron el éxito de este término y que enterraron aquel otro de *ecodesarrollo* que se empezaba a usar en los inicios de los setenta.

Cuando a principios de la década de los setenta el *Primer Informe del Club de Roma* sobre los límites del crecimiento, junto con otras publicaciones y acontecimientos, pusieron en tela de juicio la viabilidad del crecimiento como objetivo económico planetario, Ignacy Sachs (consultor de Naciones Unidas para temas de medioambiente y desarrollo) propuso la palabra *ecodesarrollo* como término de compromiso que buscaba conciliar el aumento de la producción, que tan perentoriamente reclamaban los países del Tercer Mundo, con el respeto a los ecosistemas necesario para mantener las condiciones de habitabilidad de la tierra. Este término empezó a utilizarse en los círculos internacionales relacionados con el *medioambiente* y el *desarrollo*, dando lugar a un episodio que vaticinó su suerte. Se trata de la declaración en

su día llamada de Cocoyoc, por haberse elaborado en un seminario promovido por las Naciones Unidas al más alto nivel, con la participación de Sachs, que tuvo lugar en 1974 en el lujoso hotel de ese nombre, cerca de Cuernavaca, en Méjico. El propio presidente de Mejico, Echeverría, suscribió y presentó a la prensa las resoluciones de Cocoyoc, que hacían suyo el término *ecodesarrollo*. Unos días más tarde, según recuerda Sachs en una reciente entrevista (SACHS, 1994), Henry Kissinger manifestó, como jefe de la diplomacia norteamericana, su desaprobación del texto en un telegrama enviado al presidente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: había que retocar el vocabulario y, más concretamente, el término *ecodesarrollo* que quedó así vetado en estos foros. Lo substituyó más tarde aquel otro del *desarrollo sostenible*, que los economistas más convencionales podían aceptar sin rece-lo, al confundirse con el *desarrollo autosostenido* (*self sustained growth*) introducido tiempo atrás por Rostow y barajado profusamente por los economistas que se ocupaban del desarrollo. Sostenido (*sustained*) o sostenible (*sustainable*), se trataba de seguir promoviendo el desarrollo tal y como lo venía entendiendo la comunidad de los economistas. Poco importa que algún autor como Daly matizara que para él *desarrollo sostenible* es «desarrollo sin crecimiento», contradiciendo la acepción común de desarrollo que figura en los diccionarios estrechamente vinculada al crecimiento.

Predominó así la función retórica del término *desarrollo sostenible* subrayada por algunos autores (DIXON Y FALLON, 1991), que explica su aceptación generalizada: «la sostenibilidad parece ser aceptada como un término mediador diseñado para tender un puente sobre el golfo que separa a los *desarrollistas* de los *ambientalistas*. La engañosa simplicidad del término y su significado aparentemente manifiesto ayudaron a extender una cortina de humo sobre su inherente ambigüedad» (O'RIORDAN, 1988). En fin, parece que lo que más contribuyó a sostener la nueva idea de la *sostenibilidad* fueron las viejas ideas del *crecimiento* y el *desarrollo* económico, que tras la avalancha crítica de los setenta necesitaban ser apuntaladas.

De esta manera, veinte años después de que el *Informe del Club de Roma* preparado por MEADOWS sobre los límites del crecimiento (1971) pusiera en entredicho las nociones de crecimiento y desarrollo utilizadas en economía, estamos asistiendo ahora a un renovado afán de hacerlas *sostenibles* asumiendo acríticamente esas nociones que se habían afianzado abandonando las preocupaciones que originariamente las vinculaban al medio físico en el que se encuadraban. La forma en la que se ha redactado y presentado en 1992 un nuevo Informe Meadows, titulado *Más allá de los límites* (MEADOWS Y MEADOWS, 1991) constituye un buen exponente de la fuerza con la que soplan los vientos del conformismo conceptual en el discurso económico. El deterioro planetario y las perspectivas de enderezarlo son bastante peores que las de hace veinte años, pero los autores, para evitar que se les tilde de catastrofistas, se sienten obligados a estas alturas a escudarse en la confusa distinción entre crecimiento y desarrollo económico, para advertir que, «pese a existir límites al crecimiento, no tiene por qué haberlos al desarrollo» (MEADOWS Y MEADOWS, 1991) y a incluir el prólogo de un economista tan consagrado como es Tinbergen, y galardonado además con el premio Nobel, en el que se indica que el libro es útil porque «clarifica las condiciones bajo las cuales el crecimiento sostenido, un medio ambiente limpio e ingresos equitativos pueden ser organizados».

Sin embargo, a la vez que se extendió la utilización banalmente retórica del término *desarrollo sostenible*, se consiguió también hacer que la idea misma de *sostenibilidad* cobrara

vida propia y que la reflexión sobre la viabilidad a largo plazo de los sistemas agrarios, industriales... o urbanos tuviera cabida en las reuniones y proyectos de administraciones y universidades, dando lugar a textos como el que estamos elaborando que pretenden avanzar en la clarificación y aplicación de esta idea.

Reflexiones sobre el uso acrítico y banal del término *desarrollo sostenible*

Con todo, frente a la tendencia todavía imperante entre políticos y economistas a asumir acríticamente la meta del crecimiento (o desarrollo) económico, se acusa también la aparición reciente de algunos textos marcadamente críticos y clarificadores del propósito de moda del desarrollo sostenible. Entre éstos destacan el *Diccionario del desarrollo*, dirigido por Wolfgang Sachs y el libro de Richard B. Norgaard titulado *El desarrollo traicionado*. En la introducción al primero de ellos, Sachs señala que «la idea del desarrollo permanece todavía en pie, como una especie de ruina, en el paisaje intelectual... Ya es hora de dismantelar su estructura mental. Los autores de este libro tratan conscientemente de trascender la difunta idea del desarrollo con el ánimo de clarificar nuestras mentes con nuevos análisis» (SACHS, 1992). Por su parte Norgaard subraya la inconsistencia de unir las nociones de sostenibilidad y desarrollo, concluyendo que «es imposible definir el desarrollo sostenible de manera operativa con el nivel de detalle y de control que presupone la lógica de la modernidad» (NORGAARD, 1994). Y, en el reciente Congreso Internacional sobre *Technology, Sustainable Development and Imbalance*, que tuvo lugar en Tarrasa (14-16 de diciembre de 1995) se levantaron voces críticas señalando que el objetivo de la sostenibilidad se revelaba incompatible con el desarrollo de un sistema económico cuya globalización origina a la vez la homogeneización cultural y la destrucción ambiental (NORGAARD, 1996). Llegándose incluso a calificar a la *cultura del silencio* sobre estos temas que propició la retórica del *desarrollo sostenible*, de verdadera «corrupción de nuestro pensamiento, nuestras mentes y nuestro lenguaje» (M'WENERIA, 1996). Es en el fondo esta *corrupción mental* la que ha impedido la clarificación conceptual y la revisión crítica del statu quo que reclamarían los avances significativos en favor de la sostenibilidad global. Para ello habría que bajar del pedestal que hoy ocupa la propia idea del crecimiento económico como algo globalmente deseable e irrenunciable y advertir que la sostenibilidad no será fruto de la eficiencia y del desarrollo económico, sino que implica sobre todo decisiones sobre la equidad actual e intergeneracional.

Cuando el término *desarrollo sostenible* está sirviendo para mantener en los países industrializados la fe en el crecimiento y haciendo las veces de burladero para escapar a la problemática ecológica y a las connotaciones éticas que tal crecimiento conlleva, no está de más subrayar el retroceso operado al respecto citando a John Stuart Mill, en sus *Principios de Economía Política* (1848) que fueron durante largo tiempo el manual más acreditado en la enseñanza de los economistas. Cuando se aceptaba que la civilización industrial estaba abocada a toparse con un horizonte de «estado estacionario», este autor decía hace más de un siglo:

«...no puedo mirar al estado estacionario del capital y la riqueza con el disgusto que por el mismo manifiestan los economistas de la vieja escuela. Me inclino a creer que, en conjunto, sería un adelanto muy considerable sobre nuestra situación actual. Confirmando que no me gusta el ideal de vida que defienden aquellos que creen que el estado normal de los seres humanos es una lucha incesante por avanzar y que aplastar, dar codazos y pisar los talones al que va delante, característicos del tipo de sociedad actual, e incluso que constituyen el género de vida más deseable para la especie humana... No veo que haya motivo para congratularse de que personas que son ya más ricas de lo que nadie necesita ser, hayan doblado sus medios de consumir cosas que producen poco o ningún placer, excepto como representativos de riqueza... sólo en los países atrasados del mundo es todavía el aumento de producción un asunto importante; en los más adelantados lo que se necesita desde el punto de vista económico es una mejor distribución... Sin duda es más deseable que las energías de la humanidad se empleen en esta lucha por la riqueza que en luchas guerreras... hasta que inteligencias más elevadas consigan educar a las demás para mejores cosas. Mientras las inteligencias sean groseras necesitan estímulos groseros. Entre tanto debe excusárenos a los que no aceptamos esta etapa muy primitiva del perfeccionamiento humano como el tipo definitivo del mismo, por ser escépticos con respecto a la clase de progreso económico que excita las congratulaciones de los políticos ordinarios: el aumento puro y simple de la producción y de la acumulación.»

Sin embargo, los afanes que concita el simple aumento generalizado de éstos permanecen bien vivos, mientras que el problema de exceso de residuos predomina hoy sobre el ocasionado por la falta de recursos que, hace un siglo, se veía como el principal freno que impondría al sistema un horizonte de *estado estacionario*. La situación actual se revela más problemática porque, en vez de toparse la expansión del sistema con el límite objetivo que impone la falta de recursos, esta expansión está provocando un deterioro ecológico cada vez más acentuado, con lo que la moderación y reconversión del sistema no sólo habría que aceptarla, como hacía J.S. Mill viendo su parte positiva, sino incluso promoverla para evitar que prosiga el mencionado deterioro. Es decir, hace falta que la sociedad reaccione a las señales de deterioro en las condiciones de habitabilidad de la Tierra, corrigiendo el funcionamiento del sistema económico que lo origina.

Sobre el contenido del término *sostenible*

Poca voluntad, se aprecia, de hacer planes de reconversión de la sociedad actual hacia bases más sostenibles o físicamente viables, por mucho que las referencias a la sostenibilidad aparezcan en multitud de publicaciones y declaraciones. Si hubiera verdadero afán de aplicar ese propósito habría que empezar por romper ese *cajón de sastre* de la producción de valor, para enjuiciar el comportamiento físico de las actividades que contribuyen a ella. Esto es lo que con poca fortuna pretendieron los autores hoy llamados fisiócratas cuando, hace más de dos siglos, proponían aumentar la producción de riquezas *renacientes* (hoy diríamos renovables)

sin detrimento de los *bienes fondo* o de los stocks de riquezas preexistentes, siendo descalificados en este empeño por los economistas posteriores, que erigieron el mencionado *cajón de sastre* del valor como centro de la ciencia económica, separándolo del contexto físico y social en el que se desenvolvía. Vemos, pues, que no se trata tanto de *descubrir la pólvora* de la sostenibilidad como de desandar críticamente el camino andado, volviendo a conectar lo físico con lo monetario y la economía con las ciencias de la naturaleza.

La mayor parte de la indefinición vigente procede del empeño de conciliar el crecimiento (o desarrollo) económico con la idea de sostenibilidad, cuando cada uno de estos dos conceptos se refieren a niveles de abstracción y sistemas de razonamientos diferentes: las nociones de crecimiento (y de desarrollo) económico encuentran su definición en los agregados monetarios homogéneos de *producción* y sus derivados que segrega la idea usual de sistema económico, mientras que la preocupación por la sostenibilidad recae sobre procesos físicos singulares y heterogéneos. En efecto, la idea de crecimiento (o desarrollo) económico con la que hoy trabajan los economistas, se encuentra desvinculada del mundo físico y no tiene ya otro significado concreto y susceptible de medirse que el referido al aumento de los agregados de Renta o Producto Nacional. Es decir, de agregados monetarios que, por definición, hacen abstracción de la naturaleza física heterogénea de los procesos que los generan, careciendo por lo tanto de información y de criterios para enjuiciar la sostenibilidad de estos últimos: para ello habría, como se ha indicado, que romper la homogeneidad de ese *cajón de sastre* de la producción de valores pecuniarios para analizar la realidad física subyacente.

En primer lugar hay que advertir que la ambigüedad conceptual de fondo no puede resolverse mediante simples retoques terminológicos o definiciones descriptivas o enumerativas más completas de lo que ha de entenderse por sostenibilidad (al igual que ocurre con las nociones de producción o de desarrollo, que encuentran implícitamente su definición en la propia idea de sistema económico): a la hora de la verdad, el contenido de este concepto no es fruto de definiciones explícitas, sino del sistema de razonamiento que apliquemos para acercarnos a él. Evidentemente si, como está ocurriendo, no aplicamos ningún sistema en el que el término sostenibilidad concrete su significado, éste se seguirá manteniendo en los niveles de brumosa generalidad en los que hoy se mueve. Sin que las brumas se disipen por mucho que intentemos matizarlo con definiciones explícitas y discutamos si interesa más traducir el término inglés originario *sustainability* por *sostenibilidad*, *durabilidad* o *sustentabilidad*.

Por lo tanto, clarificar la situación exige, en primer lugar, identificar cuál es la interpretación del objetivo de la sostenibilidad que se puede hacer desde la noción usual de sistema económico, cuáles son las recomendaciones para atenderlo que se extraen dentro de este sistema de razonamiento y cuáles son las limitaciones de este planteamiento. Afortunadamente, estas cuestiones han sido ya respondidas por un economista tan altamente cualificado para ello como es Robert M. Solow. Este autor, que había sido galardonado con el premio Nobel en 1987 precisamente en razón de sus trabajos sobre el crecimiento económico, se tomó la molestia de definir la sostenibilidad *desde la perspectiva de un economista* (SOLOW, 1991) y de hacer las oportunas recomendaciones al respecto (SOLOW, 1992). Tras advertir que si queremos que la sostenibilidad signifique algo más que un vago compromiso emocional, Solow señala que debemos precisar lo que se quiere conservar, concretando en algo el genérico enunciado del *Informe de la Comisión Brundtland* arriba mencionado. Para Solow, lo que debe ser

conservado es el valor del stock de capital (incluyendo el capital natural) con el que cuenta la sociedad, que es lo que, según este autor, otorgaría a las generaciones futuras la posibilidad de seguir produciendo bienestar económico en igual situación que la actual. Para Solow, el problema estriba, por una parte, en lograr una valoración que se estime adecuadamente completa y acertada del stock de capital y del deterioro ocasionado en el mismo, por otra, en asegurar que el valor de la inversión que engrosa anualmente ese stock cubra, al menos, la valoración anual de su deterioro. «El compromiso de la sostenibilidad se concreta así en el compromiso de mantener un determinado montante de inversión productiva», pues, según este autor, «el pecado capital no es la extracción minera, sino el consumo de las rentas obtenidas de la minería» (SOLOW, 1992). El tratamiento del tema de la sostenibilidad en términos de inversión, explica que se haya extendido entre los economistas la idea de que el problema ambiental encontrará solución más fácil cuando la producción y la renta se sitúen por encima de ciertos niveles que permitan aumentar sensiblemente las inversiones en mejoras ambientales. Como explica también la recomendación a los países pobres de anteponer el crecimiento económico a las preocupaciones ambientales, para lograr cuanto antes los niveles de renta que, se supone, les permitirán resolver mejor su problemática ambiental.

Como no podía ser de otra manera, vemos que la lectura del objetivo de la sostenibilidad que se puede hacer desde la idea usual de sistema económico, es una lectura que se circunscribe lógicamente al campo de lo monetario. Pero, como el propio Solow precisa, ello no quiere decir que el problema así planteado pueda encontrar solución en el universo aislado de los valores pecuniarios o de cambio, a base de que los economistas especializados descubran nuevas técnicas de valoración de los recursos naturales y ambientales y practiquen los oportunos retoques en las estimaciones del stock de capital y de los agregados, obteniendo así el *verdadero* Producto Neto que puede ser consumido sin que se empobrezcan las generaciones futuras. Solow reconoce que los precios ordinarios de transacción no aportan una respuesta adecuada y advierte que «francamente, en gran medida, mi razonamiento depende de la obtención de unos precios-sombra aproximadamente correctos» para lo cual, concluye, «estamos abocados a depender de indicadores físicos para poder juzgar la actuación de la economía con respecto al uso de los recursos ambientales. Así, el marco conceptual propuesto debería ayudar también a clarificar el pensamiento en el propio campo del medio ambiente» (SOLOW, 1992). Con independencia de la fe que se tenga en las posibilidades que brinda el camino sugerido por Solow de corregir los agregados económicos habituales, subrayemos, como él mismo hace, que su propuesta no está reñida con, sino que necesita apoyarse en, el buen conocimiento de la interacción de los procesos económicos con el medio ambiente en el que se desenvuelven, restableciendo la conexión entre el universo aislado del valor en el que venían razonando los economistas y el medio físico circundante o, con palabras diferentes, abriendo el *cajón de sastre* de la producción de valor para analizar los procesos físicos subyacentes.

Con todo hay que advertir que el tratamiento de las cuestiones ambientales (y, por ende, de la propia idea de sostenibilidad) ha escindido hoy las filas de los economistas. En efecto, por un parte, se han magnificado las posibilidades del enfoque mencionado sin subrayar su dependencia de la información física sobre los recursos y los procesos. Por otra, toda una serie de autores más o menos vinculados a la corriente agrupada en torno a la revista y la asociación *Ecological Economics*, advierten que el tratamiento de las cuestiones ambientales

y de la propia idea de sostenibilidad, requieren no sólo retocar, sino ampliar y reformular la idea usual de sistema económico. La principal limitación que estos autores advierten en la interpretación que se hace de la sostenibilidad desde la noción usual de sistema económico, proviene de que los objetos que componen esa versión ampliada del stock de capital no son ni homogéneos ni necesariamente sustituibles. Es más, se postula que los elementos y sistemas que componen el *capital natural* se caracterizan más bien por ser complementarios que sustitutivos con respecto al capital producido por el hombre (DALY, 1990). Esta limitación se entrecruza con aquella otra que impone la irreversibilidad propia de los principales procesos de deterioro (destrucción de ecosistemas, suelo fértil, extinción de especies, agotamiento de depósitos minerales, cambios climáticos, etc.). Ehrlich apunta que el flujo circular en el que la inversión corrige el deterioro ocasionado por el propio sistema que la produce, es inviable en el mundo físico: «es el simple diagrama de una máquina de movimiento perpetuo, que no puede existir más que en la mente de los economistas» (EHRlich, 1989). Por eso sólo cabe representar el funcionamiento de organismos, poblaciones o ecosistemas en términos de sistemas abiertos, es decir, que necesitan degradar energía y materiales para mantenerse en vida. La clave de la sostenibilidad de la biosfera está en que tal degradación se articula sobre la energía que diariamente recibe del Sol y que en cualquier caso se iba a degradar (y no en que la biosfera sea capaz de reparar tal degradación).

La imposibilidad física de un sistema que arregle internamente el deterioro ocasionado por su propio funcionamiento, invalida también la posibilidad de extender a escala planetaria la idea de que la calidad del medio ambiente esté llamada a mejorar a partir de ciertos niveles de producción y de renta que permitan invertir más en mejoras ambientales. Estas mejoras pueden lograrse ciertamente a escala local o regional, pero el ejemplo que globalmente ofrece el mundo industrial no resulta hasta ahora muy recomendable, ya que se ha venido saldando con una creciente importación de materias primas y energía de otros territorios y con la exportación hacia éstos de residuos y procesos contaminantes. Lo cual viene a ejemplificar la posibilidad común en el mundo físico de mantener e incluso mejorar la calidad interna de un sistema a base de utilizar recursos de fuera y de enviar residuos fuera. La otra posibilidad supondría rediseñar el sistema para conseguir que utilice más eficientemente los recursos y, en consecuencia, genere menos pérdidas ya sea en forma de residuos o de pérdida de calidad interna. El problema estriba en que una diferencia cualitativa tan capital como la indicada no tiene un reflejo claro en el universo homogéneo del valor, como tampoco lo tiene en general la casuística de los procesos físicos que se oculta bajo el velo monetario de la producción agregada de valor.

Viendo las limitaciones que ofrece la aproximación al tema de la sostenibilidad que se practica desde el aparato conceptual de la economía estándar, la mencionada corriente de autores trata de analizar directamente las condiciones de sostenibilidad de los procesos y sistemas del mundo físico sobre los que se apoya la vida de los hombres. Se llega así, según Norton (NORTON, 1992), a dos tipos de nociones de sostenibilidad diferentes que reponen a dos paradigmas diferentes: una sostenibilidad débil (formulada desde la racionalidad propia de la economía estándar) y otra fuerte (formulada desde la racionalidad de esa economía de la física que es la termodinámica y de esa economía de la naturaleza que es la ecología). En lo que sigue nos ocuparemos de esta sostenibilidad fuerte, que se preocupa directamente por la

salud de los ecosistemas en los que se inserta la vida y la economía de los hombres, pero sin ignorar la incidencia que sobre los procesos del mundo físico tiene el razonamiento monetario. Pues es la sostenibilidad en el sentido fuerte indicado, la que puede responder a la sostenibilidad de las ciudades y de los asentamientos humanos, en general, sobre la que se centra este documento.

El segundo paso para superar el estadio de indefinición actual se centra así en la sostenibilidad de procesos y sistemas físicos, separadamente de las preocupaciones económicas ordinarias sobre el crecimiento de los agregados monetarios. Reflexionemos, pues, sobre la noción de sostenibilidad fuerte para disipar sus propias ambigüedades, dejando ya de lado el tema del *desarrollo*. Para ello, lo primero que tenemos que hacer es identificar los sistemas cuya viabilidad o sostenibilidad pretendemos enjuiciar, así como precisar el ámbito espacial (con la consiguiente disponibilidad de recursos y de sumideros de residuos) atribuido a los sistemas y el horizonte temporal para el que se cifra su viabilidad. Si nos referimos a los sistemas físicos sobre los que se organiza la vida de los hombres (sistemas agrarios, industriales,...o urbanos) podemos afirmar que la sostenibilidad de tales sistemas dependerá de la posibilidad que tienen de abastecerse de recursos y de deshacerse de residuos, así como de su capacidad para controlar las pérdidas de calidad (tanto interna como *ambiental*) que afectan a su funcionamiento. Aspectos éstos que, como es obvio, dependen de la configuración y el comportamiento de los sistemas sociales que los organizan y mantienen. Por lo tanto la clarificación del objetivo de la sostenibilidad es condición necesaria pero no suficiente para su efectiva puesta en práctica. La conservación de determinados elementos o sistemas integrantes del patrimonio natural, no sólo necesita ser asumida por la población, sino que requiere de instituciones que velen por la conservación y transmisión de ese patrimonio a las generaciones futuras, tema éste sobre el que insiste Norgaard en los textos citados.

Es justamente la indicación del ámbito espacio-temporal de referencia la que da mayor o menor amplitud a la noción de sostenibilidad (fuerte) de un proyecto o sistema: cualquier experimento de laboratorio o cualquier proyecto de ciudad puede ser sostenible a plazos muy dilatados si se ponen a su servicio todos los recursos de la Tierra, sin embargo muy pocos lo serían si su aplicación se extendiera a escala planetaria. Hablaremos, pues, de sostenibilidad global, cuando razonamos sobre la extensión a escala planetaria de los sistemas considerados, tomando la Tierra como escala de referencia y de sostenibilidad local cuando nos referimos a sistemas o procesos más parciales o limitados en el espacio y en el tiempo. Así mismo, hablaremos de sostenibilidad parcial cuando se refiere sólo a algún aspecto, subsistema o elemento determinado (por ejemplo, al manejo de agua, de algún tipo de energía o material, del territorio) y no al conjunto del sistema o proceso estudiado con todas sus implicaciones. Evidentemente, a muy largo plazo, tanto la sostenibilidad local como la parcial, están llamadas a converger con la global. Sin embargo, la diferencia entre sostenibilidad local (o parcial) y la global cobra importancia cuando, como es habitual, no se razona a largo plazo.

El enfoque analítico-parcelario aplicado a la solución de problemas y a la búsqueda de rentabilidades a corto plazo, predominante en la civilización industrial, ha sido una fuente inagotable de *externalidades* no deseadas y de sistemas cuya generalización territorial resultaba insostenible en el tiempo, siendo paradigmático el caso de los sistemas urbanos. Ya que las mejoras obtenidas en las condiciones de salubridad y habitabilidad de las ciudades que posibilitaron

su enorme crecimiento, se consiguieron generalmente a costa de acentuar la explotación y el deterioro de otros territorios. El problema estriba en que este crecimiento no sólo se revela globalmente insostenible, sino que pone también en peligro los logros en salubridad y habitabilidad, por lo que los tres aspectos deben de tratarse conjuntamente. El *Libro verde del medio ambiente urbano* (1990) de la Unión Europea (UE) superó los planteamientos parcelarios habituales, al preocuparse no sólo de las condiciones de vida en las ciudades, sino también de su incidencia sobre el resto del territorio. Este planteamiento coincide con la sostenibilidad global antes indicada y se mantiene en documentos posteriores: en particular el Informe final del Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano de la UE, titulado *Ciudades Europeas Sostenibles* (1995) señala que «el desafío de la sostenibilidad urbana apunta a resolver tanto los problemas experimentados en el seno de las ciudades, como los problemas causados por las ciudades». Sin embargo, cinco años después de haber enunciado la meta de la sostenibilidad global, todavía no se han establecido ni el aparato conceptual ni los instrumentos de medida necesarios para aplicarlo con pleno conocimiento de causa y establecer su seguimiento: el nuevo documento mencionado se lanza a discutir las políticas favorables a la sostenibilidad sin apenas añadir precisión sobre el contenido de ésta, ni sobre la compleja problemática que entraña la amplitud del enfoque adoptado, dadas las múltiples interconexiones que observan los sistemas intervenidos o diseñados por el hombre sobre el telón de fondo de la biosfera (en relación, claro está, con la hidrosfera, la litosfera y la atmósfera). Si queremos enjuiciar la sostenibilidad de las ciudades en el sentido global antes mencionado, hemos de preocuparnos no sólo de las actividades que en ellas tienen lugar, sino también de aquellas otras de las que dependen aunque se operen e incidan en territorios alejados. Desde esta perspectiva enjuiciar la sostenibilidad de las ciudades nos conduce por fuerza a enjuiciar la sostenibilidad (o más bien la insostenibilidad) del núcleo principal del comportamiento de la civilización industrial. Es decir, incluyendo la propia agricultura y las actividades extractivas e industriales que abastecen a las ciudades y a los procesos que en ellas tienen lugar. Ya que el principal problema reside en que la sostenibilidad local de las ciudades se ha venido apoyando en una creciente insostenibilidad global de los procesos de apropiación y vertido de los que dependen.

Referencias bibliográficas

BRUNDTLAND, G.H.

1987 *Our common Future*

Oxford, Oxford University Press. (Trad. en castellano, *Nuestro futuro común*, Madrid, Alianza Ed., 1988)

DALY, H.E.

1990 «Toward some operational principles of sustainable development»,

Ecological economics, vol. 2, n. 1, pp. 1-6

DIXON, J.A. Y FALLON, L.A.

1991 «El concepto de sustentabilidad: sus orígenes, alcance y utilidad en la formulación de políticas»,

Desarrollo y medio ambiente Vidal, J. (Comp.), Santiago de Chile, CIEPLAN, (la versión original en inglés apareció en *Society and Natural Resources*, Vol. 2, 1989)

EHRlich, P.R.

1989 «The limits to substitution: Meta resource depletion and new economic-ecological paradigm»,

Ecological economics, vol. 1, no. 1, p 10

GUIMARÃES, R.P.

1994 «El desarrollo sustentable: ¿propuesta alternativa o retórica neoliberal?»,

Revista EURE, Vol. XX, n. 61

MALTHUS, T.R.

1827 *Definitions in Political Economy. Preceded by an Inquiry into the Rules which Ought to Guide Political Economists in the Deviation from the Rules in their Writings*

Londres Ref.

NAREDO, J.M.

1987 *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*

Madrid, Siglo XXI

MEADOWS, D.H. Y D.L.

1991 *Beyond the Limits*

Hay traducción en castellano de El País & Aguilar, Madrid, 1992

J.S. MILL

1848 *Principles of Political Economy*

Nuestra referencia corresponde a la traducción del F.C.E., México, realizada sobre la 7ª edición inglesa de 1871 corregida por el autor, pp. 641-642

M' MWERERIA, G.K.

1996 «Technology, Sustainable Development and Imbalance: A southern Perspective»,

International Conference on Technology, Sustainable Development and Imbalance
Tarrasa, Spain

NORGAARD, R.B.

1994 *Development Betrayed. The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*

Londres y Nueva York, Routledge, p. 22

18 Cuadernos de Investigación Urbanística nº 41

NORGAARD, R.B.

1996 «Globalization and unsustainability»,

International Conference on Technology, Sustainable Development and Imbalance

Tarrasa, Spain

NORTON, B.B.

1992 «Sustainability, Human Welfare and Ecosystem Health»,

Ecological Economics, vol. 14, n. 2, pp. 113-127

O'RIORDAN, T.

1988 «The politics of sustainability»,

Sustainable Management: Principle and Practice Turner, R.K. (ed), Londres y

Boulder, Belhaven Press y Westview Press

SACHS, I.

1994 «Entrevista»,

Science, Nature, Societé, Vol. 2, no. 3, 1994

SACHS, W.

1992 *The Development Dictionary. A Guide to Knowledge as Power*

Londres y New Jersey, Zed Books, p 1

SOLOW, R.

1991 «Sustainability: An Economist's Perspective»,

Economics of the Environment in Dorfman, R. y Dorfman, N.S. (eds.), 3ª Ed., Nueva York

SOLOW, R.

1992 *An almost Practical Step towards Sustainability*

Conferencia pronunciada con motivo del 40 aniversario de Resources for the Future, 8-10-1991

Tratamiento de los residuos sólidos urbanos

ALFONSO DEL VAL
Madrid (España), 1996.

Consideraciones básicas acerca de los residuos

Aún dentro de la concepción más *débil* del término *sostenible* aplicado al desarrollo, debemos aceptar que los residuos derivados de las actividades económicas extractivas, transformadoras, consumidoras no son otra cosa que recursos naturales desaprovechados. Ello exige —en aras de un mínimo rigor— tener en cuenta no sólo su condición y estado material, sino su contenido energético. Por residuos debemos considerar tanto los materiales, sólidos, líquidos y gaseosos —con su contenido energético intrínseco—, como los exclusivamente energéticos: vibraciones, radiactivos, electromagnéticos... , que abandonamos en el entorno. A este respecto es preciso señalar que los límites del hipotético crecimiento indefinido no están sólo establecidos por el agotamiento o progresiva disminución de la disponibilidad de los recursos, sino por la propia y limitada capacidad de la biosfera para acoger los residuos.

La cuestión de los residuos afecta en general y de forma horizontal a todas las actividades, personas y espacios, convirtiéndose en problema no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados sino por la creciente incapacidad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto desde un punto de vista ecológico. Esta incapacidad viene determinada no sólo por la excesiva cantidad de residuos que generamos sino por su extraordinaria peligrosidad en determinados casos: radiactivos, algunos organoclorados... , entre otros.

A pesar de generar más residuos que bienes útiles, debido a nuestra baja eficiencia en las actividades económicas, no se conoce ni la cuantía ni la peligrosidad de los mismos. En España no existe una contabilidad de los recursos naturales abandonados en forma de residuos, pero se pueden estimar en unos seiscientos millones de toneladas anuales los residuos materiales generados en las actividades de extracción, transformación, distribución y consumo; casi la mitad de esta cifra corresponde tanto a residuos gaseosos (CO₂ neto, en su absoluta mayoría) como a residuos sólidos (en gran parte materia orgánica fermentable).

Partiendo de la premisa de que el mejor residuo es el que no se produce, se llega lógicamente a entender que la prevención debe ser el objetivo prioritario, para aquellos residuos de difícil o nulo aprovechamiento: peligrosos (radiactivos), la mayor parte de los gaseosos, electromagnéticos, vibraciones (ruido), calor... ; pero no todos los residuos que se generan pueden ser fácilmente evitados por lo que aún siendo la prevención el objetivo principal a conseguir —entendida como la evitación absoluta de residuos y no el desplazamiento geográfico o el cambio de estado de los mismos—, ésta debe ser contemplada conjuntamente con la reutilización, reciclaje y disposición final —lo más respetuosa posible con el entorno— de los inevitables residuos que se obtengan. Sólo podremos encontrar un destino final aceptable —ecológicamente hablando— para los residuos si estos no son excesivos y, sobre todo, si carecen de peligrosidad para la biosfera e incluso para el espacio exterior.

Una gestión *sostenible* de los recursos naturales traspasa necesariamente el marco espacial de la ciudad y obliga a actuar de forma global y coordinadamente a lo largo de todas las actividades económicas: extracción, transformación, distribución y consumo, integrando en las mismas los objetivos de prevención y aprovechamiento de los residuos con el fin de reducir progresivamente la actividad extractiva y las agresiones ambientales derivadas de la generación de residuos; reducir los casi trescientos millones de toneladas de residuos de CO₂ netas (descontando lo que ya recicla la vegetación) que emitimos anualmente a la atmósfera sólo sería posible si se actuase sobre el sector energético y del transporte principalmente (reducción) y se aumentase espectacularmente la cubierta vegetal (reciclaje), por citar un ejemplo ilustrativo.

Evolucionar hacia una mayor sostenibilidad en la gestión de los recursos implica ser capaz de evaluar la eficiencia alcanzada en términos de ahorro de recursos naturales —tanto materiales como energéticos— y evitación de residuos. La metodología que intenta ponerse a punto actualmente, no sin dificultades, para evaluar comparativamente la eficiencia en el uso de los recursos se basa en el estudio integral del *ciclo de vida* —de la *cuna a la tumba* en la terminología anglosajona— de los productos, con el propósito de conocer el balance ecológico o *ecobalance* de todo el proceso: extracción, transformación, distribución, consumo, reutilización, reciclaje, disposición final de los residuos (tanto materiales como energéticos). Lógicamente gestionar de forma más sostenible los recursos implica acercarse progresivamente hacia la *producción limpia*, objetivo que implica no sólo el menor consumo de recursos (materias primas y energía), sino la drástica disminución de los residuos gracias a la integración de la reutilización y el reciclaje de los mismos en el proceso productivo; los bienes así producidos deben a su vez ser diseñados para alcanzar una mayor durabilidad —duplicar la vida útil de los objetos significa reducir a la mitad los residuos— en su fase consuntiva y una posterior reciclabilidad.

No obstante la producción limpia y las estrategias de durabilidad —sólo posibles generalmente en países de alto nivel tecnológico y gran capacidad de planificación e integración social en los sectores productivos y consuntivos— lejos de ser extensible al resto del planeta, sólo está desarrollada en algunos limitados sectores. En España los conceptos de *ecobalance*, *producción limpia* o *durabilidad* apenas son manejados fuera de las simples estrategias del *marketing* verde, y la prevención y reducción de residuos no son objetivos aún perseguidos ni por las administraciones públicas ni por los sectores de la producción y el consumo.

Bases para una gestión más sostenible de los residuos

A pesar de las grandes cantidades de residuos que se generan en España, no es ni la pérdida de recursos naturales, ni incluso la peligrosidad para el entorno lo que más suele preocupar a los gestores públicos o privados de los residuos, sino las dificultades de todo tipo —económicas, geográficas, ecológicas, sociales— para encontrar un destino final aceptable para los mismos.

La situación más paradójica se da en relación a la fracción mayoritaria de los residuos sólidos: la constituida por materia orgánica fermentable (más de 160 millones de toneladas anuales

sobre un total de residuos sólidos próximo a los 280 millones), ya sea ésta de origen urbano (doméstico, mercados, hostelería, . . .), industrial, agropecuario o forestal. Por un lado nos encontramos con el enorme déficit de materia orgánica de nuestros suelos —duplicar al menos el escaso 1 % con que cuentan muchos de ellos, exige un aporte continuado de materia orgánica superior a los doscientos millones de toneladas anuales—, lo que facilita y aumenta el quizás mayor problema ecológico español: la erosión y desertización de nuestro territorio. Por otro lado, el incorrecto tratamiento o simple abandono de estos residuos ocasiona gravísimos daños al medio, contribuyendo a agravar considerablemente el otro gran problema ecológico: la contaminación de las aguas dulces —el 75 % de la cual es debida a los vertidos de materia orgánica—, así como a incrementar los costes de tratamiento (vertederos controlados, incineración) y a fomentar la incultura ecológica, incluida la parte que afecta a los agricultores y el rechazo social de la gestión de los residuos.

Reciclar los residuos orgánicos fermentables debería ser en España prioritario —especialmente si tenemos en cuenta que contamos con medios y experiencia en los procesos de fermentación aerobia exquisitamente controlada— para permitir la obtención de un *compost* o abono orgánico cuya adecuada utilización, ya sea urbana (parques), agrícola (cultivos más ecológicos) o forestal (recuperación de espacios quemados), permita ir devolviendo al suelo la materia orgánica y los nutrientes que extraigamos de él y que tanto necesita. Aún compostando todos los residuos orgánicos no se cubriría más que una pequeña parte de las necesidades. Compostar masivamente estos residuos —el único reciclaje propiamente dicho que podemos hacer de forma muy similar al que se produce en la naturaleza— exige hacerlo desde una perspectiva o *estrategia mediterránea* que contemple no sólo objetivos puramente ecológicos: freno a la erosión del suelo, sino otros de contenido también económico y social: recuperación de espacios quemados y desarrollo de una agricultura más ecológica y sostenible que pueda ir prescindiendo de los enormes costes ambientales y económicos de los fertilizantes inorgánicos de síntesis, sustituyendo al máximo las cuantiosas importaciones de estos abonos por el *compost*, cuya producción debería al menos ser apoyada, —legal, técnica y económicamente— de la misma forma que lo es la de fertilizantes sintéticos.

Respecto a la otra importante fracción de los residuos sólidos, la constituida por los materiales directamente reciclables por la industria: papeles, cartones, metales, vidrios, plásticos, textiles, cauchos. . . , conviene señalar la también paradójica situación de que mientras su presencia es abundante en las basuras, tanto de origen urbano como industrial, la industria recicladora española tiene que importarlos de otros países que los recuperan abundantemente. Por ello, anualmente gastamos cantidades próximas a los cien mil millones de pesetas en importar unos cinco millones de toneladas de residuos (sólo de papel y cartón se superan las 600.000 toneladas) que en muchos casos están presentes en las basuras, mientras en éstas se gastan cada vez sumas más elevadas (doscientos mil millones anuales sólo en las urbanas) en su recogida, transporte y *tratamiento o eliminación*, términos éstos últimos que en realidad se refieren a meros intentos de ocultación (vertido controlado en el mejor de los casos) y transformación físico-química (incineración) muy poco respetuosos siempre con el entorno.

Satisfacer adecuadamente la demanda real de residuos sólidos —ya sean estos para aprovechamiento industrial o agrícola— exige que, como corresponde a su condición de recursos naturales, sean, al menos cuidadosamente recogidos por separado y debidamente tratados pos-

teriormente para su mejor integración ecológica, económica y social en los ciclos productivos que así podrían ser cada vez más locales y cerrados en materiales y energía; aquí el papel de la ciudad, gran generadora de residuos, y de sus ciudadanos, toma de decisiones y participación colectiva en la gestión de los recursos y los residuos, es decisivo.

Actualmente, la integración de los aún considerables residuos sólidos, tanto inertes como orgánicos fermentables, en los ciclos productivos industriales y agrícolas, está casi en su totalidad presidida por criterios estrictamente económicos, aunque ello no signifique que no se obtengan también beneficios ecológicos (que generalmente podrían ser mayores) y sociales (generación de empleo). Más de cinco millones de toneladas de residuos sólidos, gran parte de los cuales tienen su origen urbano, son anualmente aprovechados por la industria y la agricultura españolas gracias a una actividad recuperadora y recicladora que alcanza muchas veces su máxima eficacia cuando es llevada a cabo por los sectores más marginados de nuestra sociedad; como ejemplo significativo cabe señalar que la recuperación urbana de chatarras metálicas por parte de los siete poblados marginales que existen en Madrid capital es probablemente superior a la obtenida por todos los sistemas públicos existentes en España para la recuperación de residuos.

Las nuevas realizaciones para el fomento de la recuperación y el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos

Las tradicionales instalaciones de selección y compostaje de residuos sólidos urbanos (RSU) recogidos indiscriminadamente en origen, y de las que llegó a haber cerca de medio centenar en España, han ido desapareciendo (actualmente son 25) a medida que su rendimiento descendía en cuanto a materiales recuperados y calidad del compost elaborado; las causas de este descenso hay que situarlas en el plano técnico: diseño equivocado a partir de tecnología minera de selección (relativamente válida cuando la basura contenía pocos, fácilmente separables y no peligrosos componentes), en el político-económico: trato discriminatorio de la industria recuperadora y recicladora frente a la extractiva y de fertilizantes químicos, y en el cultural: falta de una conciencia ambiental crítica y amplia entre la población y las administraciones capaz de apoyar aquellos aspectos positivos que ofrecían algunas de estas instalaciones (quizás la mejor de ellas, en su momento, era estatal).

Por otro lado el aumento de la generación de RSU ha ido paralelo al del grado de complejidad y peligrosidad de los componentes de la basura; a su vez el esfuerzo de recuperación y aprovechamiento ha ido descendiendo. Como consecuencia de ello, las crecientes cantidades de RSU han comenzado a constituir un problema cada vez mayor: contaminación de suelo, aire, aguas y degradación del paisaje debido a los vertidos y quemas incontrolados; rechazo de la población hacia los tratamientos más antiecológicos (incineración, vertederos controlados e incluso planta de selección y compostaje sin separación de origen); y últimamente discriminación y perjuicios económicos directos respecto a los países de la Unión Europea que cuentan con sistemas avanzados —generalmente más complejos y costosos— de recuperación y reciclaje de RSU, de los cuales Alemania es el más importante (punto verde).

Como consecuencia de todas o algunas —según los casos— de las causas y circunstancias antes señaladas, se han ido abriendo paso con lentitud y no sin dificultades, pero generalmente con gran apoyo ciudadano, las nuevas prácticas de gestión de los RSU basadas en la prevención, recogida selectiva en origen, compostaje de la fracción orgánica fermentable y reciclaje de gran parte del resto de los materiales.

Los sistemas para el aprovechamiento integral de los RSU

A comienzo de la década de los ochenta comienzan las primeras recogidas selectivas municipales en origen de papel, cartón y vidrio en algunas ciudades españolas. En 1983 se inicia en Pamplona el primer Plan Integral de recogida selectiva, reutilización y reciclaje de todos los componentes de la basura por deseo del propio ayuntamiento y ante las enormes dificultades que había encontrado para aplicar las soluciones clásicas: planta de selección y compostaje que había fracasado, proyecto de vertedero controlado que es violentamente rechazado por la población afectada y pequeña planta incineradora (Burlada) que se quema antes de su inauguración; el equipo que elabora y pone en marcha el plan, consigue, en un tiempo récord (6 meses) que los vecinos de un barrio de Pamplona separen y depositen de forma diferenciada, para su posterior recogida selectiva, 6 componentes diferentes de la basura: papel, cartón, textiles (ropas) vidrio y voluminosos, en una primera fase, y materia orgánica fermentable (bolsa verde) y el resto (bolsa azul) con los materiales inertes reciclables y otros no aprovechables en la segunda fase. Posteriormente fue aprobada la extensión del plan, por decisión unánime de todos los ayuntamientos, a toda la Comarca de Pamplona (1986).

El Plan de la Comarca de Pamplona da un salto cualitativo en la gestión de los residuos sólidos urbanos al introducir, por vez primera en España, unos criterios de prevención y aprovechamiento basados en la integración de los sistemas tradicionales de recuperación, reutilización y reciclaje locales —procurando mejorar los aspectos técnicos y sociales— dentro de una estrategia más amplia y a largo plazo en la que se contempla la participación de la población —adulta e infantil (educación)— en la separación y recogida selectiva de los residuos y la elaboración y posterior aplicación en la agricultura navarra de un compost de alta calidad. Como realizaciones más significativas cabe destacar la creación de un sistema de recogida selectiva de envases de vidrio, altamente eficaz, que combinaba la recogida directa (hostelería), a cargo de una cooperativa de jóvenes exprofesamente formada (primer curso del INEM sobre aprovechamiento de los RSU), con la aportación de los ciudadanos a los contenedores (diseñados para evitar roturas) situados por toda la Comarca, el destino mayoritario de los envases era su reutilización en las bodegas de Navarra y La Rioja, para lo cual se clasificaban y lavaban en una planta (con maquinaria de fabricación española) proyectada dentro del plan y en cuya gestión participaba el recuperador (trapero) de vidrio en la Comarca, siendo la propietaria de las instalaciones una empresa privada (RECRISA) formada por los propios generadores (hosteleros) y reutilizadores (bodegueros) del vidrio navarro; la potenciación del colectivo *Traperos de Emaús* (apenas una docena de personas sin estabilidad laboral, ni ingresos fijos y garantizados), dedicado a la recuperación y venta de electrodomésticos y muebles usados, mediante su integración en el plan para hacerse cargo de la recogida de todos los voluminosos, papel, cartón y ropa de toda la Comarca; actualmente con 70 empleos fijos, recogen unos

cuatro millones de kilos de estos materiales en 7 mancomunidades navarras, de las cuales se reciclan realmente el 75 %. En el campo de la educación cabe señalar la creación de un complejo programa para introducir la prevención y el reciclaje de residuos en la escuela que contó con una huerta de agricultura ecológica (funciona todavía en Ansoain) cuyas instalaciones y maquinaria fueron construidas por los propios alumnos con materiales reciclados, incluidas la recuperación del suelo a base de compost de recogida selectiva y estiércol, así como una exposición itinerante en la que, entre otras cosas, se podían observar los ciclos y procesos de reutilización y reciclaje (con materiales reales) de cada uno de los componentes de la basura doméstica (los resultados altamente positivos de estas experiencias dieron lugar a los primeros materiales didácticos editados en España, a cargo del Gobierno de Navarra, y premiados por el Ministerio de Cultura en 1986).

El éxito de este primer programa desarrollado en la Comarca de Pamplona no debe atribuirse tanto a los logros del mismo —no todos los objetivos se alcanzaron, como se explica más adelante— sino a la demostración de la viabilidad de una nueva forma de gestionar los residuos que sabe establecer objetivos ambientales prioritarios propios de nuestras necesidades ecológicas: prioridad al aprovechamiento de la materia orgánica siendo además capaz de integrar los sistemas tradicionales de recuperación y reciclaje de los RSU dentro de una estrategia amplia y avanzada de recogida selectiva basada en la educación y participación ciudadana. El programa navarro (1993-96) se adelantó a las actuales y ya habituales y obligatorias prácticas de recogida selectiva y reciclaje de los países más adelantados de Europa y EEUU en materia ambiental.

Si bien el programa navarro encontró excesivos obstáculos —fuera siempre del ámbito técnico y ambiental— para su completa realización, su coherencia teórica y la demostración de su viabilidad práctica lo convirtieron en punto y modelo de referencia para su aplicación, con reducidas variantes en Madrid (Barrio del Pilar, Colonia Mirasierra y Ciudad de los Periodistas), Barcelona (Torrellas de Llobregat, S. Cugat del Valles y Molins del Rei), Córdoba y Navarra (Mancomunidad de Montejurra), donde se alcanza el mejor resultado español de reciclaje de los RSU: más del 60 % de todo lo generado con costes monetarios equivalentes e inferiores al vertido controlado e incineración, respectivamente en España, y uno de los más altos de Europa. En otras ciudades y pueblos se han desarrollado programas similares sólo de forma experimental: Motril, Granada, y la Coronada (Badajoz), con éxito en la participación y obtención de los objetivos previstos en la mayoría de los casos pero sin continuidad, lo que resulta siempre desaconsejable.

Ante la relativa complejidad de este nuevo modelo integral de recogida selectiva y aprovechamiento de los residuos, derivada de la novedad, falta de equipos profesionales, incertidumbre en la comercialización de los materiales recuperados . . . , los responsables municipales españoles, carentes de una especial preocupación ambiental relativamente seria y no estando obligados por legislación alguna al respecto, han optado en general —salvo las excepciones señaladas— por recogidas selectivas de aquellos materiales —vidrio, papel, cartón, envases— directamente recogidos en algunos casos o, en su defecto, garantizada siempre su comercialización por la industria recicladora correspondiente; recogidas selectivas que han contado con generosas y discrecionales ayudas de las administraciones central, autonómica y local, así como de los propios sectores económicos afectados: industrias de pastas papeleras de recuperación y de envases (sobre todo vidrio).

Los sistemas para el aprovechamiento de los residuos de papel y cartón y de envases y embalajes

Actualmente, casi todas las poblaciones españolas cuentan con sistemas de recogida selectiva de envases de vidrio mediante contenedores situados en los espacios públicos para su fraccionamiento y posterior fabricación (reciclaje) de nuevos envases, regulados mediante contratos normalizados suscritos entre la Asociación Nacional de Empresas de Fabricación Automática de Envases de Vidrio (ANFEVI) y las administraciones locales. Algo semejante, aunque menos extendida su recogida selectiva, a pesar de la mayor dependencia exterior, sucede con los residuos de papel y cartón. Además, las recogidas selectivas de estos residuos —envases de vidrio, papel y cartón— han sido apoyadas con inversiones directas y ayudas de diferentes tipos desde las administraciones autonómica, y central (MOPTMA), gracias a las iniciativas de los propios fabricantes de envases y embalajes de vidrio, papel y cartón; intentos parecidos han surgido posteriormente de los otros sectores industriales: fabricantes de envases de plásticos, aluminio, compuestos . . . ; pero los objetivos de estas iniciativas no son sólo el aprovechamiento de estos residuos de envases y embalajes, sino que responden también a intereses de tipo legal, económico y comercial (*marketing verde*).

En el campo de lo legal cabe señalar los intentos de la Comunidad Económica Europea (CEE) de reducir la generación de residuos de envases y embalajes (cincuenta millones de toneladas al año) que dieron origen a la *Directiva del consejo relativa a los envases para alimentos líquidos* (85/339/CEE) la cual preconizaba una serie de medidas genéricas para la prevención, reutilización y reciclaje de envases de bebidas, pero sin objetivos cuantitativos concretos, lo que dio lugar a interpretaciones y actuaciones muy diferentes con consecuencias desiguales dentro de los países de la CEE; algunos estados optaron por normativas de reducción, reutilización y reciclaje de envases y embalajes (Dinamarca, Alemania) que fueron consideradas como barreras comerciales (opuestas, incluso al Tratado de Roma) por los sectores afectados (fabricantes de envases y envasadores-exportadores) de los países más reacios al cumplimiento de la directiva. España, que en 1989 aún conservaba una buena parte del tradicional sistema (garantía de depósito) de envases retornables para relleno (reutilización) en alimentos líquidos (y el 34 % de todas las bebidas se comercializaban en envases rellenables de vidrio), fundamental para el logro de los objetivos de prevención de residuos de envases contemplados en la directiva, eludió sistemáticamente el cumplimiento de la misma siendo denunciada por ello por la Comisión Europea (Asunto C-192/90) ante el Tribunal de Justicia de la CEE de Luxemburgo que dictó sentencia condenatoria en 1991 contra nuestro país por incumplimiento de la directiva.¹

Con el objetivo de armonizar las diferentes políticas y realizaciones llevadas a cabo por algunos estados miembros en este asunto, la Comisión Europea inicia, en 1989, el primer proyecto de modificación de la directiva 85/339 con propuestas de elevados objetivos por parte de algunos países (100 % de reciclaje de todos los residuos —excepto plásticos— por parte de Holanda), y que se concreta en un segundo proyecto en 1991 con objetivos cuantitativos con-

¹La trasposición se efectuó mediante R.D. 319, 1991, de 8 de marzo del Ministerio de Relaciones con las Cortes, pero sin los programas operativos necesarios, por lo que dicho R.D. no ha tenido incidencia práctica alguna

cretos: límite máximo de 150 kg. de residuos de envases y embalajes por habitante y año; 90 % de recuperación de estos residuos para su aprovechamiento con un mínimo de 60 % de reciclaje. Cuatro años más tarde (20-XII-94) se aprueba, tras sucesivas modificaciones a la baja impuestas por los estados más reacios a estos objetivos, la nueva directiva (94/62/CE) relativa a todos los envases y sus residuos que obliga al cumplimiento de unos objetivos sensiblemente más bajos que los ya conseguidos por una buena parte de los estados miembros. Así, entre otras novedades, se reducen del 90 % al 50 % el aprovechamiento y del 60 % al 25 % el reciclaje de los envases y sus residuos, se elimina el objetivo de prevención máximo de 150 kg/hab/año de estos residuos y se introduce la prohibición de aprovechar (!) más del 65 % y reciclar más de 45 % de estos residuos; excluye además prácticamente del cumplimiento de estos objetivos a tres Estados (Portugal, Grecia e Irlanda). El Estado Español (MOPTMA) intenta el cumplimiento de la nueva directiva mediante un Real Decreto que, tras quince borradores, no consigue ver su aprobación definitiva.

Paralelamente a las iniciativas de la Comisión Europea, los sectores fabricantes de materiales para envases y envasadores (comercialización de productos) propugnan una estrategia ante el temor de una normativa europea apoyada por varios países, que pudiera apostar por la prevención, envases reutilizables, reciclaje elevado y prohibición de materiales peligrosos (PVC, ciertos aditivos), basada en la recogida selectiva de estos residuos y argumentada en el derecho de los industriales a escoger libremente el material y tipo de envase y a no sufrir trabas comerciales por parte de cualquier país por razones ambientales. En 1989, los veinticinco grandes grupos industriales de los sectores fabricantes de materiales de envases y embalajes, así como envasadores de diferentes productos de gran consumo, constituyen en Bruselas una poderosa asociación —European Recovery and Recycling Association (ERRA)— con el objetivo de materializar en la práctica la estrategia antes señalada y adelantarse a la nueva directiva con realidades basadas en experiencias de recogida selectiva de residuos de envases y embalajes para su reciclaje (o incineración posterior) que sirvan de *modelo europeo* basado en una alternativa consolidada a posibles normativas estatales o comunitarias (nueva directiva) que pudiera contener objetivos cuantitativos de prevención, reutilización y prohibiciones de ciertos materiales y tipos de envases —normativas ya existentes en países como Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Holanda y Suecia dentro de la Unión Europea, y Suiza—. Después de realizar diez experiencias piloto de recogida selectiva en Europa —todas ellas en países (Portugal, España, Grecia, Italia, Irlanda, Reino Unido, Francia) carentes de normativas restrictivas como las citadas anteriormente, excepto Holanda— ERRA tiene como objetivo actual construir una red más amplia integrada por más de veinte experiencias dentro de su *programa de referencia*. En España el *modelo europeo* propugnado por la ERRA se materializó en Barcelona (Barrio de la Sagrada Familia) con apoyo técnico, financiero, publicitario y comercial; un sistema similar es el finalmente adoptado por la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Con la actual directiva que obliga a reciclar un 15 % de cada materia, el sistema de recogida selectiva de residuos de envases de vidrio es el único que puede permitir su cumplimiento con relativa rapidez y sin grandes esfuerzos gracias al formidable y eficaz sistema de recogida selectiva implantado por ANFEVI, circunstancia que no se da en el resto de los envases: celulósicos, plásticos metálicos, complejos, textiles y maderas.

En el campo de lo económico cabe señalar la dependencia exterior de residuos de papel y cartón —en 1994 se importaron 644.200 toneladas de estos residuos, a pesar de haber arrojado cerca de 3 millones de toneladas a las basuras—, lo que explica la necesidad del sector fabricante de contar con un suministro nacional mediante recogidas selectivas al menor coste posible (financiadas actualmente de forma generosa por las administraciones públicas). Respecto al modelo de recogida selectiva de residuos de envases de vidrio implantado en España por ANFEVI, su objetivo principal es el abaratamiento de los costes de producción gracias al empleo de calcín (chatarra de vidrio recuperada) y la eliminación de los envases retornables para relleno (el sistema más eficaz para la prevención de residuos de envases); las empresas del sector, ante la falta de cumplimiento de las previsiones de crecimiento de las ventas de envases de vidrio, optaron, para dar ocupación a la gran capacidad de producción instalada, por fomentar la exportación y el desarrollo tecnológico para producir envases ligeros no retornables como el envase del futuro (en 1985 se destinaron 175 millones de pesetas a la promoción de estos envases, cifra superior al ahorro obtenido por el vidrio recuperado para reciclar en los contenedores). En 1993 se recuperaron mediante 23.401 contenedores 111.250 toneladas de residuos de envases de vidrio frente a más de un millón de toneladas que acabaron en las basuras.

En el terreno del llamado *marketing verde*, el interés de las recogidas selectivas de papel y cartón reside en que potencian la imagen *verde y/o ecológica* del sector en general a la vez que aumentan más los beneficios por la venta de *papel reciclado* en el caso de las empresas fabricantes de este producto frente a las del sector de pastas químicas que han acuñado el contra-término de *papel ecológico* (supuestamente fabricado sin productos agresivos —cloro— para el entorno). En el caso de los envases de vidrio —el envase más valorado actualmente por los consumidores— el sistema de recogida selectiva de los residuos de envases permite a los fabricantes, a través de una bien cuidada organización (Centro de Envases del Vidrio, CEVI), el desarrollo de intensas campañas por medio de publicaciones periódicas, congresos, sesiones técnicas y supuestos programas de educación ambiental, la introducción, en los ámbitos del consumo y sobre todo en las escuelas de toda España, de materiales didácticos y profusas informaciones en las que se insiste en los beneficios ambientales de consumir envases de vidrio desechable frente al resto de los envases fabricados con otros materiales. De esta forma, no sólo se incentiva el hábito de depositar los envases en los contenedores, sino que se promociona el envase de vidrio desechable como garantía de higiene y reciclabilidad, y su correspondiente beneficio ambiental, frente a los grandes competidores de este envase —envases complejos (cartón, aluminio, plástico) tipo *brik* y de PET (polietileno-tereftalato, un nuevo plástico).

Los sistemas para el aprovechamiento de residuos textiles y voluminosos

Los residuos textiles (ropas y calzados) cuentan con un nivel de aprovechamiento considerable gracias a las recogidas selectivas, mediante presentación de los mismos en los portales de las viviendas, organizadas por industriales recuperadores para su clasificación y posterior destino a los mercados de países africanos fundamentalmente; una parte, cada vez menor, de los textiles recuperados se destina a la fabricación de útiles de limpieza (*coton* o rizos de hilachas

y trapo de limpieza), siendo la marina mercante el mayor comprador; una parte aún menor se destina a otros usos: fabricación de borras y trabajos artesanales (jarapas, traperas...). Las recogidas selectivas de estos residuos por parte municipal son prácticamente inexistentes, a diferencia de otros países, si exceptuamos las realizadas por grupos del tipo *Traperos de Emaús* mediante convenio con ayuntamientos.

Los residuos de gran volumen: electrodomésticos, muebles, material de oficina, son objeto de recuperación en escasos municipios, si bien en varios de los que se efectúa esta recogida selectiva se obtienen altos rendimientos en términos económicos, ecológicos y sociales. En estos casos, los servicios de recogida corren a cargo de colectivos con marcado carácter de integración social que obtienen ingresos procedentes de la venta de los objetos recuperados —venta directa con o sin reparación previa, desguace y aprovechamiento para reciclaje de los materiales— y en algunos casos también en concepto de servicio de recogida de basuras por el ayuntamiento correspondiente. Estos colectivos o *empresas sociales marginales* constituyen una oportunidad extraordinaria para aprovechar la rica y eficiente —aunque carente de organización, adecuación técnica y dignidad laboral— tradición recuperadora —traperos, chatarreros, chamarileros— y adecuarla a las necesidades actuales con un contenido social elevado y digno (generación de empleo estable). Actualmente se está en trámite de constitución de una Federación de 38 empresas sociales marginales dedicadas a la recuperación que proporcionan empleo estable a cerca de mil personas. Sólo seis de ellas (Traperos de Emaús de Pamplona, Fundación Engrunes de Barcelona, R que R de Albacete, Recikleta de Basauri, Traperos de Emaús de Bilbao y Fundación Deixalles de Mallorca) recuperan más de veinte millones de kilogramos de residuos, de los cuales se reciclan actualmente más del 80 %.

La dependencia exterior de residuos, el paro estructural en sectores marginales con tendencia a procurarse ganancias a través de otros comercios ilícitos y socialmente perjudiciales, y la necesidad de elaborar un sistema de recogida selectiva que sea eficiente y poco costoso monetariamente, nos deben obligar a considerar la necesidad de ir integrando a los aún numerosos grupos y personas que aún actúan libre y desorganizadamente en esta actividad de recuperación, dentro de los planes integrales de gestión de residuos tanto de ámbito municipal como autonómico y estatal. Como ejemplo significativo y no único, cabe citar que tan sólo las aproximadamente cincuenta familias gitanas que habitan uno de los poblados marginales de Madrid capital, recuperan más chatarra metálica (férrica y no férrica) que todas las instalaciones mecánicas municipales de Madrid de recuperación de materiales de las basuras (planta de recuperación y compostaje de 700 Tn/día de capacidad, complejo TIR-Madrid de 1.200 Tn/día y separador magnético de 850 TN/día). En conjunto la recuperación de chatarras metálicas que obtienen las familias gitanas de los siete poblados marginales que existen en Madrid capital es probablemente superior a la obtenida por todos los sistemas públicos (ayuntamientos, comunidades autónomas y administración central) existentes en España (plantas de recuperación y compostaje, separación magnética, centros de aportación voluntaria: *deixallerias*, puntos limpios, centros de recuperación y reciclaje, ecoparques... y sistemas de recogida selectiva en origen); España importa anualmente más de cuatro millones de toneladas de chatarras férricas, frente a una capacidad de recuperación que no alcanza el millón y medio de toneladas.

Los sistemas para el aprovechamiento de los residuos orgánicos procedentes de restos alimenticios y similares.

En las ciudades se generan residuos de materia orgánica fermentable que proceden básicamente de restos de alimentos (domiciliarios, de hostelería, mercados, industrias alimenticias...), mataderos y carnicerías, barrido y poda de parques y jardines, y lodos de depuradoras de aguas residuales.

En aquellos municipios en los que existen plantas de compostaje, éstas se hacen cargo generalmente sólo de la materia orgánica constituida por restos de alimentos, transformándola en compost que normalmente no ofrece la calidad necesaria para ser un producto apreciado y valorado monetariamente dado su nivel de impurezas e incluso de contaminantes peligrosos. Aunque actualmente los procesos mecánicos de separación de la materia orgánica y de compostaje posterior han mejorado notablemente sólo se consiguen calidades y rentabilidades monetarias aceptables en contados casos en los que se procede a la recogida selectiva en origen de los residuos orgánicos, separados previamente por los vecinos. La planta de compostaje de Cárcar en Navarra, que composte la fracción orgánica domiciliaria, separada por los vecinos, e industrial de la Mancomunidad de Montejurra, y la planta de Castelldefels (Barcelona) que composte restos de parques y jardines y lodos de la depuradora de aguas residuales del municipio y de la industria, junto con los residuos de alimentos de Mercabarna (Barcelona) y restos del cultivo de champiñón, son dos ejemplos significativos.

Las basuras urbanas que se tratan en las plantas de compostaje no llegan al 11 % de todos los RSU españoles, obteniéndose menos de 400.000 toneladas de compost, representando la producción de compost de las dos plantas antes citadas menos del 2 % de la cifra anterior; como dato significativo que indica en gran parte el nivel de materiales ajenos al compost, cabe señalar que mientras en la planta de Cárcar el compost obtenido es el 17,5 % del total de la basura, en el conjunto de las plantas de toda España, se obtiene un 25 %.

Desafortunadamente, la gestión de los lodos de depuradoras de aguas residuales, de restos de parques y jardines y de la fracción orgánica constituida por restos de alimentos y similares, no goza de una gestión conjunta a pesar de su excelente complementariedad para elaborar un compost de calidad; diferentes departamentos y empresas (públicas y privadas) que gestionan estos residuos, falta de experiencias y conocimientos de los procesos de compostaje por parte de los técnicos, ausencia de legislación al respecto que obligue al cumplimiento de ciertos objetivos, son algunas de las causas de esta situación y cuya explicación más completa sólo hay que buscarla en el abandono general de los asuntos ambientales concernientes a la erosión del suelo, a la agricultura y al aprovechamiento de los residuos.

Por último es importante señalar el eficiente sistema de recogida selectiva *domiciliaria* que se lleva a cabo para el aprovechamiento de los residuos de mataderos y carnicerías, que superan el millón y medio de toneladas al año y de los cuales se reciclan 1.200.000 Tn con objeto de obtener grasas y harinas para piensos. De no existir este sistema de aprovechamiento, totalmente privado, y sin apoyo oficial alguno, el problema ambiental que ocasionarían estos desechos sería muy elevado y muy difícil de resolver correctamente, circunstancia que se da en aquellos lugares en los que por razones generalmente geográficas (Islas Baleares y Canarias, pequeñas poblaciones lejanas a las fábricas...) no se pueden aprovechar estos residuos.

Valoración general de las nuevas realizaciones para el fomento de la recuperación y el aprovechamiento de los RSU en España

En conjunto, estas realizaciones suponen la demostración de que los sistemas de aprovechamiento, basados en la participación de los ciudadanos en la recogida selectiva de los residuos, son viables en España al haberse obtenido niveles medios de participación y eficiencia similares a los alcanzados normalmente en Europa. Sin embargo, los planes de gestión de RSU que contemplen sistemas integrales de recogida selectiva y aprovechamiento de los residuos, aprovechando los tradicionales mecanismos recuperadores y la industria recicladora y que den prioridad al compost de calidad y su correcta aplicación agrícola, son desafortunadamente extraordinariamente escasos: apenas Córdoba capital y la Mancomunidad de Montejurra (Navarra) se acercan al cumplimiento del máximo ideal señalado, seguidos de lejos por el lento desarrollo de los tres planes provinciales de Barcelona y la aún sólo parcial experiencia de Madrid de incierto futuro. No obstante, las dos primeras ciudades ofrecen actualmente resultados difíciles de encontrar y más aún de superar en otras ciudades europeas, si tenemos en cuenta el nivel de partida, tiempo, medios (costes monetarios, carencia de legislación, falta de estímulos económicos y políticos...) para su realización.

En lo que respecta al modelo desarrollado para el aprovechamiento de determinados residuos (voluminosos, papel y cartón, textil...) basado en la recogida selectiva, reparación y/o desguace llevado a cabo por empresas sociales marginales con gran contenido de integración social y generación de empleo, modelo que puede suponer una alternativa al agonizante y desamparado sector de la recuperación tradicional (traperos, chatarreros, chamarileros...) es importante señalar que el balance es muy positivo aunque en términos cuantitativos (toneladas recogidas) sean aún modestos los resultados; en este caso, Deixalles (Mallorca) y Traperos de Emaús (Navarra) ofrecen resultados igualmente elevados en comparación con lo que se desarrolla en este campo en Europa, aunque la ausencia de datos europeos (o al menos desconocimiento) no permite comparar fácilmente los resultados.

En contraposición a las valoraciones anteriores, es necesario señalar que los dos sistemas más extendidos y que mayor cantidad de residuos consiguen recoger selectivamente: envases de vidrio y papel-cartón, si bien han supuesto un avance en lo que a extensión de la recogida selectiva en toda España supone y sin dejar de considerar que son necesarios, también hay que dejar constancia que han supuesto un cierto retroceso en lo que a prevención y aprovechamiento de los residuos supone. La recogida actual de residuos de envases de vidrio ha contribuido decisivamente a la eliminación de los envases retornables para relleno —cuya desaparición total, según los datos de 1989, aún aumentando el número de contenedores y duplicando las Tn/contenedor que se obtienen con el sistema actual, representaría una generación y pérdida de dos millones de toneladas de residuos de envases de vidrio más que irían a la basura anualmente—; igualmente este sistema ha supuesto una pérdida de empleo en el sector de la recuperación y lavado de botellas —la sustracción de envases, sobre todo de cava en Cataluña, de los contenedores fue uno de los primeros problemas con este sistema— y de competitividad para numerosas bodegas y embotelladoras que obtenían parte de su margen comercial al utilizar botellas recuperadas. En el caso del papel y cartón, lejos de

aumentar los niveles de recogida, estos continúan descendiendo —la tasa de recogida (porcentaje de papel y cartón recuperado sobre el total consumido) se ha reducido del 44 % en 1985 al 36 % en 1994—; de forma aún más acusada que en el caso de los envases de vidrio, el nuevo sistema ha supuesto la eliminación de buena parte del circuito tradicional de recuperación con la consecuencia de respuestas perjudiciales para el nuevo sistema por parte de cierto sector de la recuperación (incendio de contenedores, saqueo sistemático de los nuevos contenedores metálicos). La complementaridad y adecuación de los dos sistemas —tradicional y contenedores— hubiera permitido, con el mismo apoyo dado a ambos, elevar la *tasa de recogida* de forma considerable, circunstancia que también se hubiera debido llevar a la práctica en el caso de los envases de vidrio —la experiencia de Pamplona en los años 80 demostró la viabilidad económica del sistema mixto gracias a la planta privada de lavado—; sin embargo, los apoyos oficiales sólo han beneficiado a los nuevos sistemas de recogida; sólo en 1993, la administración central (MOPTMA), destinó 700 millones de pesetas a la compra de camiones y contenedores para dichas recogidas.

De la valoración, tanto pormenorizada como de forma global, de las nuevas realizaciones llevadas a cabo en España en este campo durante más de una década, se pueden extraer una serie de conclusiones y recomendaciones que se refieren tanto al ámbito local —urbano por excelencia—, como autonómico y sobre todo nacional (legislación, grandes acuerdos intersectoriales e interministeriales) y de la propia Unión Europea.

Cabe señalar en primer lugar que, en lo que a la gran incógnita de la participación popular en los sistemas de recogida selectiva se refiere, la respuesta española está en niveles aceptables, e incluso en algunos casos superiores, a los niveles que se obtienen de promedio en los países de la Unión Europea; incluso podría añadirse, por los escasos pero significativos datos existentes, que la demanda de los ciudadanos hacia este sistema se deja sentir cada vez más en un número creciente de poblaciones. La *disculpa* por este motivo («la gente no va a separar aunque se le pida») por parte de los responsables municipales para evitar este sistema, aún manifestando muchas veces su idoneidad desde el punto de vista ambiental, está realmente tan extendida como injustificada, a esta supuesta disculpa se añaden otras quizás más fundamentadas de tipo cultural, económico, operativo y legal que merece la pena explicar con algo más de detalle. En primer lugar la consideración de recursos valiosos otorgada a los desperdicios —palabra con más de 100 acepciones distintas, muchas de las cuales están cargadas de connotaciones muy negativas de toda índole— es muy reciente en España y se carece aún de elementos para su valoración, no sólo de tipo global o cultural, sino concreta de cara a su aprovechamiento material (y/o energético): contabilidad de su generación, inclusión del estudio de su aprovechamiento en las enseñanzas oficiales. . . ; todo ello permitiría poder cambiar la *cultura del desperdicio* —por otra parte la mayor producción material de nuestro sistema económico— en un plazo menor y permitir la aparición de expertos y la generación de conocimientos prácticos para abordar correctamente la gestión de los RSU y asimilables desde la óptica de su aprovechamiento.

Desde el punto de vista económico, la comercialización de los materiales recuperados de los RSU no cuenta con los canales adecuados —el mercado, como tal, apenas existe o está muy enrarecido, la gestión no suele estar en manos de expertos. . . — y además se enfrenta cada vez más a ofertas crecientes de los excedentes de residuos provenientes de los grandes sistemas

de recogida selectiva de otros países financiados por las propias exigencias legales. Todo ello conduce a la inexistencia de garantía alguna sobre un precio relativamente estable para los diferentes materiales recuperados, algunos de los cuales dependen directamente del precio de las materias primas vírgenes cuyo precio *político* y artificialmente bajo —petróleo, aluminio, madera...— contribuye decisivamente a la baja valoración monetaria de los residuos correspondientes: polímeros plásticos, envases de aluminio... Los ayuntamientos, lógicamente, se enfrentan a la incertidumbre de una comercialización dudosa de unos residuos que para su correcta recogida selectiva han de invertir más recursos —y no sólo monetarios— que los habituales para esta labor.

Pero a los inconvenientes culturales y económicos, se unen los estrictamente derivados de la novedad, escaso desarrollo de estos sistemas aún en nuestro país y lo que, paradójicamente puede parecer, aún más escaso conocimiento de lo existente en este campo; la inercia en la manera de abordar los *planes de gestión de los RSU*, las inversiones realizadas en sistemas tradicionales de recogida (y, en algunos casos de tratamiento) y los modelos de explotación de los servicios correspondientes (cada vez más a través de concesiones a largo plazo a un reducido número de empresas privadas), son algunos de los *inconvenientes operativos* a la hora de cambiar profundamente los sistemas de recogida y tratamiento de los RSU (servicios que representan un gasto de 200.000 millones de pts anuales a cargo de los ayuntamientos españoles).

Las explicaciones anteriores, que nos llevan a desear un cambio cultural, económico y operativo (o de gestión) de los RSU (y de los residuos en general) nos conducen también a la necesidad inevitable del correspondiente cambio legislativo ². Este cambio legal debe servir de base para el establecimiento de un marco estratégico que considere los residuos como auténticos recursos necesarios, no sólo desde el punto de vista ecológico, sino económico y social (generación de empleo); el desarrollo legislativo deberá a su vez contemplar los necesarios instrumentos —fiscales, económicos y técnicos— para que los nuevos sistemas de recuperación y aprovechamiento de los RSU sean fácilmente establecidos en los municipios españoles en la mayor brevedad posible, obviando los actuales inconvenientes antes señalados; a su vez, la nueva legislación deberá recoger las potencialidades de aprovechamiento que ofrece nuestro tradicional sistema de recuperación y aprovechamiento y la reciente experiencia que en este campo han aportado las nuevas realizaciones, todo ello deberá servir para el establecimiento de objetivos cuantitativos y cronológicos de prevención, reutilización, reciclaje y depósito o destino final de los residuos no aprovechables. Como medida urgente es necesario informar, coordinar y asistir técnicamente y económicamente a los ayuntamientos que actualmente están —o desearían hacerlo— desarrollando planes de aprovechamiento integral de los RSU en la línea aquí señalada.

²Cataluña ya dispone de legislación al respecto (*Llei reguladora dels residus*)

Objetivos para una gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos

Actualmente, y al margen de un posible cambio como el señalado anteriormente, se deben tener por objetivos mínimos los siguientes:

Prevención

El primer objetivo de la prevención es de índole extramunicipal en gran parte, y consiste en el fomento de la mayor durabilidad posible de los objetos. Aumentar la calidad ampliando y prolongando el *período de garantía* (*Certificado de garantía* que sólo se da en un reducido número de bienes de consumo); facilitar y garantizar, igualmente, la reparabilidad posterior, extendiendo el *certificado de garantía* a los objetos reparados; fomentar el desarrollo de intercambios y mercados de *segunda mano* (prensa, correo electrónico, radio, televisión, rastros por barrios tipo *Traperos de Emaús* de Pamplona, *bolsa de subproductos industriales* desarrollada por el Consejo Superior de Cámaras de Comercio. . .). Respecto a los productos envasados, fomento de las ventas a granel (existe ya amplia experiencia en varios países europeos) y normalización de envases penalizando los de escasa capacidad. Por último establecer una serie de penalizaciones (e incluso prohibiciones) para productos desechables (un sólo uso) y materiales de difícil o nulo aprovechamiento posterior. Respecto a los productos y materiales peligrosos, evitarlos tanto durante la fabricación, como durante la distribución y el consumo, difundiendo y favoreciendo el uso y consumo de otros equivalentes y carentes de peligro, circunstancia que ya es posible en la mayoría de los casos.

Reutilización

En el campo de los RSU la utilización de envases y embalajes retornables y reutilizables, tanto de transporte como de compra, en los productos de consumo, debe ser el primer objetivo (Alemania ha reducido en un millón de toneladas los residuos de envases y embalajes entre 1991 y 1994 como consecuencia de la nueva legislación); de forma urgente se deberá detener la degradación de nuestro actual sistema de envases retornables para relleno, adecuándolo técnica (sobre todo mediante la normalización de envases por capacidades y contenidos) y económicamente a las necesidades actuales y establecer penalizaciones para los envases no rellenables cuando éstos puedan ser sustituidos por los anteriores. Se debería actuar, regulando legalmente e incentivando con mecanismos variados (económicos, logísticos. . .), el mercado de piezas de automóviles y electrodomésticos, al igual que el de otros objetos recuperados, terreno en el que se confluye con la prevención que ya ha sido señalada.

Reciclaje

También de carácter extramunicipal, es preciso una normativa que fomente el diseño de los objetos para su posterior desgüace y reciclaje, así como su fabricación a partir de los materiales recuperados de los RSU mediante recogidas selectivas que garanticen la calidad de los mismos. Es necesario desarrollar los sistemas de presentación por separado de los RSU por parte de los ciudadanos para su posterior recogida selectiva, en función siempre de la capacidad posterior de aprovechamiento de los mismos, pero contemplando siempre la integración de los circuitos ya existentes de recuperación y reciclaje locales; se deberá cuidar siempre el *balance ecológico* o *ecobalance* de todo el proceso, corrigiendo, si es necesario, los déficits ambientales que puedan darse en muchas actividades tradicionales. Los sistemas de recogida selectiva deben dar prioridad —por razones ambientales antes que monetarias— a las recogidas selectivas de RSU peligrosos (cualquiera que vaya a ser el destino posterior de los RSU exige esta retirada) y de residuos orgánicos fermentables. En la producción de compost se debe dar prioridad a la calidad estable y garantizada del producto, única garantía de comercialización y de beneficio ecológico para el suelo, y su aplicación agrícola, forestal u ornamental debe ser lo más local y experimentada previamente posible.

Destino o disposición final de los RSU no aprovechables

Una vez retirados los RSU peligrosos y la materia orgánica fermentable, el resto de los residuos contienen materiales que podrán ser reciclados en función de la demanda industrial que exista para los mismos; el *rechazo* (RSU no aprovechables aunque pudieran ser reciclados) que variará siempre, en función del lugar y el tiempo, no deberá contener, por tanto, elementos que compliquen su depósito en vertedero, pudiéndose comprimir y cubrir con los residuos de construcción debidamente reciclados (tierra de cubrición).

Criterios de evaluación de las nuevas realizaciones para el fomento de la recuperación y aprovechamientos de los RSU

Considerar que una gestión de los RSU alcanza, o se aproxima, al grado de sostenible —en las circunstancias ecológicas, económicas y sociales de nuestro país—, exige una evaluación que contemple el cumplimiento de una serie de requisitos, si no todos al menos los más importantes, y pondere la importancia de cada uno de ellos. Con objeto de poder hacer esta evaluación al conjunto de las nuevas realizaciones estudiadas, se ha establecido un total de once criterios de valoración y una puntuación —según la importancia otorgada a cada uno de ellos— que es de diez enteros en cuatro de ellos y de cinco en el resto. La puntuación así obtenida, y que refleja el cuadro adjunto al final de este texto, permite al menos una aproximación *cuantitativa* que compense en parte la inevitable valoración subjetiva al no existir datos ni metodologías comparables.

Los criterios establecidos son los siguientes:

1. Existencia de un plan integral de gestión que contemple los objetivos antes señalados para la prevención, reutilización, reciclaje y disposición o destino final de los RSU; el plan debe adecuarse a las circunstancias locales de producción y consumo y considerar el impacto ambiental global, incluidos los consumos de agua, energía y otros recursos.
2. Capacidad del plan, en sus planteamientos y posibilidades de realización, para ser extendido a otras poblaciones.
3. Prioridad a la prevención de los residuos —sobre todo peligrosos— y a la separación de la materia orgánica fermentable para su transformación en compost de alta calidad.
4. Integración en el proceso de compostaje de los lodos de la depuración de aguas residuales —con las garantías de ausencia de metales pesados u otros contaminantes peligrosos— y de otros residuos orgánicos aprovechables: forestales, agropecuarios, industriales...
5. El plan debe contemplar el aprovechamiento de los escombros de obras o derribos y de las tierras de excavación.
6. Participación de la población en el cumplimiento de los objetivos de prevención, reutilización y reciclaje de los RSU. Las recogidas selectivas deberán permitir a los vecinos la presentación por separado de al menos las fracciones siguientes: residuos peligrosos, materia orgánica fermentable, residuos de vidrio, papel y cartón, textiles y voluminosos. Se debe planificar la introducción de los conceptos de prevención, reutilización y reciclaje en la educación primaria y secundaria; esta introducción se deberá llevar a cabo mediante experiencias previas y voluntarias por parte de los responsables de los centros de enseñanza y deberá tener un amplio contenido experimental y práctico.
7. Integración del proceso de compostaje en la agricultura local o, en su defecto, contar con un sistema que garantice su correcta comercialización y aplicación posterior de forma continuada. Para ello es preciso llevar a cabo:
 - Control de calidad del proceso de compostaje y conocimiento de la demanda potencial de cantidades y calidades de estos productos según diferentes usos.
 - Planificación de la utilización agrícola del compost para garantizar un consumo adecuado y continuo. Para ello es preciso un período de investigación, previo conocimiento de las características del suelo, sobre el nivel de materia orgánica y otras necesidades de los suelos, así como de las dosis adecuadas, épocas y sistemas de aplicación del compost según cultivos.
 - Evaluación de los resultados obtenidos y adecuada divulgación de los mismos, no sólo entre los agricultores sino entre los propios vecinos protagonistas de la separación en origen, previa a la recogida selectiva de la materia orgánica fermentable.
8. Integración de los materiales recuperados de carácter inerte en la industria local —si ello fuera posible—, recicladora, mejorando, si fuera necesario, el nivel técnico y ecológico —elaborando el *ecobalance* de los procesos de reciclaje— de la misma. El

objetivo debería de ser conseguir un aumento del empleo local asociado a los programas de recogida selectiva y reciclaje y contribuir a la disminución de la dependencia exterior en lo que a residuos se refiere.

9. Establecer una metodología fiable que permita evaluar el nivel de recuperación y reciclaje: porcentaje de los residuos recogidos selectivamente y reciclados posteriormente sobre el total generado.
10. Fomento de la creación de *empresas sociales marginales*, o concierto con las ya existentes para que se hagan cargo de la recogida selectiva de todos o parte de los residuos.
11. Elaborar una metodología que permita la evaluación de la participación ciudadana en los procesos de prevención, separación en origen de las diferentes fracciones de los RSU y presentación para su recogida selectiva. Este análisis debería permitir el establecimiento de pautas de consumo y relación con la ciudad más respetuosas con el entorno que se podrían extender al ámbito de la prevención de la limpieza viaria (el mayor coste monetario de la recogida de RSU), la utilización de los transportes, el consumo de agua y energía, la construcción de viviendas y el uso de los espacios urbanos de forma más sostenible y participativa.

Estudio y selección de nuevas realizaciones

Del estudio de las 18 experiencias sobre gestión de residuos que han sido conocidas con diferentes grados de información se deduce la existencia de un reducido número de nuevas realizaciones que se puedan considerar como *buenas prácticas para una gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos*, algunas de las cuales ya cumplen con los requisitos necesarios (ver apartado anterior y cuadro adjunto) para alcanzar dicha consideración. La Mancomunidad de Montejurra y Córdoba obtienen una puntuación superior al 50 % del máximo previsto (75 puntos) y otras se sitúan próximas a esta puntuación o se encuentran dentro del desarrollo de un plan que les permitirá, de cumplirse, entrar a formar parte del primer grupo: Fundación Traperos de Emaús de Pamplona, Fundación Deixalles de Mallorca, Ayuntamientos de San Cugat, Molins de Rei y Torrelles de Llobregat en Barcelona. En un tercer nivel se sitúan las nuevas realizaciones que se alejan más del cumplimiento de los objetivos señalados como necesarios para una gestión sostenible de los RSU: Ayuntamientos de Madrid y Barcelona, Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, Planta de compost en Castelldefels, pero que presentan valoraciones muy positivas respecto a alguno de los criterios de evaluación considerados.

El resto de las realizaciones (Madrid, Barcelona, Sagunto, Vigo, Olot, Allariz) apenas pueden ser incluidas dentro de las consideraciones antes señaladas por su escasa relevancia, estar ya extendidas en casi todas las poblaciones (contenedores para vidrio, papel-cartón, pilas), e incluso ofrecer un balance global o *ecobalance* de dudosa aceptación desde el punto de vista de la conservación del entorno (complejo TIR-Madrid). Por último se señala, sólo a título de ejemplo singular, el Plan de aprovechamiento integral de los residuos sólidos de la isla de La

Palma (Canarias), en fase de elaboración por ser el primer y único caso de gestión prevista bastante próxima a la consideración de sostenible que abarca a todos los residuos sólidos — no sólo urbanos— y a toda la isla. Se han desestimado dos experiencias que no coinciden con los objetivos señalados: la realizada por el Ayuntamiento de Torrelavega (Cantabria), consiste en unas prácticas eventuales de reciclaje de papel, y la labor que lleva a cabo la empresa PETROLEV S.A., gestor de residuos peligrosos, de reciclaje de aceites industriales usados que es su objetivo industrial y empresarial dentro del cumplimiento de la legalidad vigente.

1. Mancomunidad de Montejurra (Navarra)

Cuenta desde 1993 con un plan plenamente realizado (iniciado en 1989) de recuperación y reciclaje de residuos sólidos urbanos e industriales (fábricas de conservas vegetales) que afecta a 104 ciudades y pueblos (45.000 habitantes en total) que generan anualmente 16.000 Tn de estos residuos. La mancomunidad abarca la merindad de Estella, con poblaciones comprendidas entre los 13.000 (Estella) y algunos pueblos de menos de 100 habitantes; la superficie de la mancomunidad de todos los ayuntamientos (Mancomunidad de Montejurra) se aproxima a los 2.000 Km². Los residuos son recogidos selectivamente por medio de diferentes sistemas: vidrio, mediante contenedores específicos situados en todos los pueblos; medicamentos, a través de las farmacias, centros médicos y cooperativas de distribución de fármacos; voluminosos (muebles, electrodomésticos), papel y cartón (contenedores específicos), textiles (trapos y ropas), son recogidos por Traperos de Emaús de Pamplona; materia orgánica fermentable (separada previamente en origen) mediante contenedores específicos; resto de los residuos (metales, plásticos, maderas...) en contenedor específico; pilas eléctricas en estudio su próxima recogida selectiva.

El destino del vidrio (67 Tn/mes) es el fraccionamiento para su posterior reciclaje (fabricación de nuevos envases); el de los fármacos es, previa selección por parte de las distribuidoras de medicamentos, su reutilización; los voluminosos y textiles (6 Tn/mes) junto con el papel y cartón (128 Tn/mes) son reutilizados y reciclados por Traperos de Emaús y las industrias (papeleras, fundiciones metálicas, de reciclaje de trapos...); la materia orgánica fermentable (792 Tn/mes) se transforma en compost de alta calidad (233 Tn/mes) en la planta de compostaje situada en el municipio de Cárcar, y el compost obtenido se vende (3.000 ptas por Tn) a la agricultura (32 %), jardinería (45 %) y otros usos (propios, entrega a los vecinos en campañas de concienciación, experimentación, etc.), con un 23 % del total; con la fracción restante se procede a su selección en la planta de separación (situada conjuntamente con la de compostaje en Cárcar) para su aprovechamiento posterior: plástico, con 8 Tn/mes; metales féreos y no féreos, con 27 Tn/mes; vidrio, con 67 Tn/mes, incluido el recogido en contenedores; papel y cartón (128 Tn/mes, incluido recogida selectiva previa); envases *brik* y otros (4 Tn/mes); con el resto (527 Tn/mes), que constituye el *rechazo* de la planta de separación (39 % del total de los RSU recogidos en 1994, y algo menos en la actualidad), se procede a su depósito en vertedero.

El plan de la Mancomunidad de Montejurra cuenta con un programa de comunicación, información y educación ambiental permanente dirigido a adultos y escolares. El coste de todos

los servicios de comunicación y educación ambiental, recogidas selectivas, selección de materiales y elaboración de compost, supone una tasa de basuras promedio (6.800 ptas/año y familia en 1994) similar o inferior al de otras mancomunidades próximas y con mayor densidad de población. Esta experiencia ha sido objeto del premio nacional de Medio Ambiente del MOPTMA en 1994.

En conjunto esta realización obtiene la máxima puntuación (46 puntos sobre 75), pese a no contar con actuaciones en el campo de la prevención (de competencia extramunicipal mayoritariamente) y carecer de un programa de reciclaje de escombros.

2. Ayuntamiento de Córdoba

Cuenta con un Plan de recuperación y reciclaje de los RSU elaborado por la empresa pública SADECO, en fase de finalización, que afecta a toda la ciudad (305.000 habitantes); en 1984 comienza la recogida selectiva de envases de vidrio por medio de contenedores para su reciclaje que posteriormente se complementa con recogidas directas a establecimientos hosteleros; se procede a la recogida selectiva de papel y cartón por contenedores y recogida directa (centros de enseñanza, empresas, . . .) en doscientos establecimientos; se recogen también vehículos abandonados, voluminosos, pilas eléctricas, escombros y animales muertos; en 1993 se procede a la implantación (25.000 habitantes) de la recogida selectiva domiciliaria, con separación en origen, de la fracción orgánica fermentable y el resto (metales, plásticos, briks, etc.) que son recogidos en contenedores diferentes; actualmente esta última modalidad de recogida, ampliada a 50.000 habitantes en 1994, se ampliará al 80 % de la población en 1998 cuando esté finalizada la construcción de la planta de selección y compostaje (actualmente en fase de construcción). En los procesos de recogida y reciclaje posterior están integrados varios recuperadores tradicionales e industriales recicladores (fábrica de cartón de Córdoba), así como empresas sociales creadas al efecto para la recogida y clasificación de vidrio, voluminosos y plásticos; SADECO cuenta actualmente con unas instalaciones provisionales para la selección y acondicionamiento de los residuos recuperados y para la elaboración experimental de compost a la espera de la finalización de la construcción de la planta de separación y compostaje. Los residuos recuperados que no son reciclados en Córdoba (vidrio, pilas botón, plásticos, textiles) son enviados a industrias recicladoras en Andalucía o, en su defecto, a otras partes de España. Destaca el programa de comunicación y educación ambiental (adultos y escolares) y sobre todo el de experimentación en la elaboración de compost (materia orgánica de los RSU, restos de podas y lodos de EDAR) y de aplicación de compost sobre suelos agrícolas (olivar, viña, patata, cítricos) en colaboración con centros de investigación y con los propios agricultores cordobeses, habiéndose obtenido rendimientos de hasta un 60 % más (olivar) en la producción gracias al abonado con compost de los RSU.

En la valoración global, Córdoba obtiene (42 puntos sobre 75) una puntuación superior al 50 % del total posible a pesar de no contar aún con el pleno desarrollo del plan previsto y se convierte en la experiencia de mayor alcance de cuantas realizaciones se han llevado a cabo en España.

3. Ayuntamientos de Molins de Rei, Torrelles de Llobregat y San Cugat del Vallés (Barcelona)

Estas tres ciudades barcelonesas, próximas a la capital, cuentan con unos planes coordinados de gestión de los RSU basados en la recuperación y aprovechamiento de los residuos en la misma línea de las realizaciones anteriormente citadas (Montejurra y Córdoba), pero con menor grado de desarrollo. Estos planes cuentan con el apoyo de la *Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics y Tractament de Residus* y de la *Junta de Residus del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya*, que considera estas realizaciones como experiencias piloto para el futuro desarrollo en *Catalunya* de la *Lley reguladora dels residus* que obliga a la separación domiciliar de la fracción orgánica de los RSU y su posterior recogida selectiva y aprovechamiento. La realización de estos planes comenzó en 1993 y afecta a toda la población (62.500 habitantes) que actualmente separa vidrio (contenedores específicos y aportación a *deixalleries*), papel y cartón (igual sistema), voluminosos, textiles, pilas eléctricas y medicinas que se recogen directamente y por aportación a las *deixalleries* o *Centros de recepció de residus* (contemplados en la citada *Lley dels Residus*); estos centros cuentan con espacios adecuados para la recogida por separado de prácticamente todos los residuos domésticos aprovechables: diferentes plásticos y metales, textiles, calzado, papel y cartón, vidrio para reutilización (relleno) y reciclaje, radiografías, aceite de cocina, pan, voluminosos, escombros y restos de poda y jardines. Igualmente se recogen en ellos los residuos domésticos peligrosos: productos de limpieza y del automóvil, pinturas, disolventes, colas, fluorescentes y lámparas de mercurio, termómetros, pilas y baterías, insecticidas y fitosanitarios, materiales electrónicos, cartuchos de tóner, productos de revelado fotográfico y aerosoles. Actualmente funciona una de las *Deixalleries* previstas en Torrelles de Llobregat los siete días de la semana con gran éxito de participación pública y organización interna (información al público, tratamiento de los residuos).

Los materiales recuperados (42 residuos distintos) por los diferentes sistemas son reciclados o aislados y tratados (peligrosos) posteriormente. La separación de la fracción orgánica para su compostaje posterior se iniciará cuando finalice la construcción de la planta de clasificación y compostaje de Torrelles y Molins (la segunda planta está prevista para San Cugat en un futuro próximo). Estos planes cuentan con una amplia y muy cuidada cobertura informativa y educacional de cara a la población, lo que está redundando en un alto nivel de participación y en la obtención de altas tasas de recogida de residuos.

En la valoración global (28 sobre 75) se aleja de las puntuaciones obtenidas por las primeras realizaciones estudiadas debido al menor desarrollo material de los planes.

4. Ayuntamiento de Madrid

Como experiencia piloto, se inicia en 1990 la recogida selectiva de envases de vidrio (contenedores), papel y cartón, voluminosos y pilas eléctricas y se completa con la separación domiciliar de la fracción orgánica del resto de la basura para su recogida por separado; es precisamente este esfuerzo separador en origen, de dos fracciones, de la basura doméstica por

parte de los vecinos y la posterior recogida por separado para su aprovechamiento (compostaje de la materia orgánica y reciclaje de los materiales inertes) lo que el Ayuntamiento de Madrid ha pretendido experimentar en una pequeña parte de la ciudad: 7.300 habitantes (Barrio del Pilar, Ciudad de los Periodistas) entre 1990 y 1994 y ampliación a 23.000 habitantes en 1994. Los residuos de vidrio y de papel y cartón son recogidos de la misma forma que en el resto de la ciudad y reciclados; la fracción orgánica se deposita en contenedor específico, siendo recogida por el servicio de recogida de los RSU de toda la ciudad (empresa privada concesionaria) y tratado en la planta de separación y reciclaje (construida por ENADIMSA y gestionada actualmente por una empresa privada) situada en el vertedero de Valdemingómez, donde se procede a su compostaje; la fracción restante se recoge también por separado y se trata en la misma planta para posteriormente ser reciclados parte de los materiales clasificados: plásticos, vidrio, cartón, metales.

En la clasificación global esta experiencia obtiene ya una puntuación bastante menor que las anteriores al carecer de un plan de aprovechamiento integral que afecte a toda o parte de la ciudad e integre en el mismo las necesarias prácticas de compostaje de diferentes residuos orgánicos fermentables, así como a los eficientes sistemas de recogida selectiva y reciclaje tradicionales existentes en la ciudad.

5. Mancomunidad de la Comarca de Pamplona

Abarca una extensión de 1.168 Km², 40 municipios y 232 núcleos de población (284.000 habitantes) que generan 104.000 Tn de los RSU al año. El origen de esta realización se remonta a los años 1983-1984 en que tuvieron lugar las primeras experiencias de recogida selectiva de todos los componentes de la basura en Pamplona (descrito en el apartado *Los sistemas para el aprovechamiento integral de los de los RSU*) que supusieron el comienzo en España de esta nueva gestión de los RSU orientada a su aprovechamiento integral. Actualmente el plan en vigor, a diferencia de los anteriores estudiados, ya no contempla el compostaje de la materia orgánica que es recogida, sin separación en origen, junto con otros residuos para su depósito en vertedero; la recogida selectiva para su aprovechamiento posterior comprende la mayor parte de los materiales inertes: residuos y envases de vidrio mediante 342 contenedores específicos, contenedores para residuos de envases y recogida directa en 320 establecimientos de hostelería; residuos de papel y cartón mediante contenedores en centros escolares y directamente de los portales de las viviendas (Traperos de Emaús) en 719 establecimientos del sector terciario, así como mediante el contenedor para residuos de envases; voluminosos y ropas mediante recogida directa por Traperos de Emaús, que también recogen ropas y trapos depositados dos veces al año en los portales de las viviendas; los medicamentos se recogen en todas las farmacias para su clasificación y posible aprovechamiento; las pilas eléctricas se recogen mediante 720 pequeños contenedores distribuidos en los establecimientos comerciales y adosados a los contenedores para vidrio. Estos residuos, al igual que los escombros que también se recogen por separado, no tienen aprovechamiento posterior. Con el resto de la basura, los ciudadanos proceden a separarla en origen en dos fracciones: residuos de envases y embalajes que se depositan en contenedor específico (3.175 contenedores en toda la Comarca) y el resto, la fracción mayoritaria, (materia orgánica y otros residuos) que se recoge para su

vertido posterior mediante un parque de 5.507 contenedores. Los residuos de envases son seleccionados en la planta de separación existente en el vertedero de Góngora, y los materiales recuperados (vidrio, papel y cartón, plástico, metales férricos y envases *brik*) son acondicionados para su comercialización y reciclaje posterior. El total de residuos que actualmente son reciclados es relativamente bajo (11,5 % en 1995) y si se excluye lo recogido y posteriormente reciclado por los servicios que Traperos de Emaús presta a la Mancomunidad, el porcentaje se reduce a menos del 10 % (9,74 %), cifra muy modesta, dado los años e implantación y los recursos invertidos, en comparación con los resultados que se obtienen en la muy próxima Mancomunidad de Montejurra que sí aprovecha la materia orgánica y consigue un porcentaje de aprovechamiento real superior al 60 % de todos los de los RSU. Por esta razón fundamental, en la valoración global esta realización alcanza una puntuación relativamente modesta (23 sobre 75).

6. Ayuntamiento de Barcelona

Las recogidas selectivas se inician en 1982 con los envases de vidrio por medio de contenedores y se extienden al papel y cartón en 1986, cuyos residuos se recogen por diferentes sistemas (contenedores, sacos, directamente) y, al igual que el vidrio, son reciclados posteriormente. Se recogen también por separado pilas eléctricas (recicándose las tipo *botón*), escombros, voluminosos y fármacos. En 1989 se inicia en el barrio de Trinitat-Vella una experiencia de separación en origen de la basura en dos fracciones: una con residuos de envases y embalajes para su reciclaje posterior y otra con el resto de la basura (materia orgánica y otros residuos) que no será objeto de aprovechamiento; en 1991 se extiende a un barrio mayor, Sants (30.000 habitantes) con resultados no muy satisfactorios en lo que a participación de los vecinos se refiere, debido a deficientes campañas de información y comunicación; éste mismo año y conjuntamente con la *European Recovery and Recycling Association* (ERRA), el Ayuntamiento inicia una nueva experiencia en la misma línea que las anteriores en el barrio de la Sagrada Familia (78.675 habitantes) que posteriormente va ampliando a toda la ciudad. Los residuos de envases recogidos son posteriormente seleccionados (papel y cartón, vidrio, metales, plásticos —color, blanco, PVC, ligero, otros—, y compuestos —brik) y comercializados para su reciclaje. El rendimiento del sistema es bajo: un escaso 8 % —y cerca del 10 % si se consideran todos los sistemas de recogida selectiva— se recicla realmente del total de los RSU; por esta razón la valoración global es más bien escasa: 17 puntos sobre 75.

7. Fundación Traperos de Emaús (Navarra)

La actividad de esta empresa social es la recogida selectiva y la recuperación de residuos para su reutilización y reciclaje en Navarra. Sus diferentes servicios de recogida están contratados con siete mancomunidades de ayuntamientos navarros: Comarca de Pamplona, Montejurra, Comarca de Tafalla, Argá-Valdizarbe, Valle de Aragón, Sakana, Bidauzi (375.000 habitantes y 4.500 km² de extensión), y proporciona empleo estable a 79 personas que difícilmente encontrarían trabajo, la mayoría de ellas, en el mercado laboral. La elevada calidad del trabajo

realizado, la organización de los servicios de recogida, selección, almacenamiento y venta — gracias al control informatizado que se lleva a cabo— permiten que esta empresa recoja cerca de cuatro millones de kilos de residuos (voluminosos tales como muebles, electrodomésticos... , papel y cartón, vidrio, ropas...) que son aprovechados en un 75 %: venta directa (con o sin reparación) de muebles, material de oficina, electrodomésticos, pequeños objetos, ropas... , en varios establecimientos comerciales propios (un *rastro* y dos tiendas) y mediante el desguace y venta directa a la industria recicladora de diversos materiales: chatarras metálicas, vidrio, papel y cartón, trapos... , operaciones que se practican en los almacenes de Traperos de Emaús.

Esta empresa social representa un modelo de integración social y laboral de la tradicional actividad recuperadora (traperos, chatarrereros, chamarileros, pequeños almacenistas) dentro de un nuevo y más alto nivel de funcionamiento, tanto organizativo como técnico y social, que permite su incorporación, altamente eficaz, a los actuales requerimientos de la gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos, convirtiéndose así en una parte fundamental de los planes de recogida selectiva y aprovechamiento de los residuos de siete mancomunidades de ayuntamientos de Navarra. Es preciso reconocer la importancia de este nuevo modelo de *empresa social marginal* a escala de toda España, la cual se está traduciendo en la formación de una Federación de 38 empresas sociales similares a Traperos de Emaús (ver apartado *Los sistemas de aprovechamiento de residuos textiles y voluminosos*) labor de agrupación que lidera también Traperos de Emaús de Pamplona.

La valoración global de esta realización, a pesar de la nula implicación en el aprovechamiento de la materia orgánica fermentable, es elevada por las razones antes señaladas, obteniendo un total de 32 puntos sobre 75.

8. Fundación Deixalles (Mallorca)

Esta empresa social, cuya finalidad principal es la formación e inserción socio-laboral de personas afectadas por drogodependencias mediante terapias de trabajo social y ecológicamente útil, está formada por 54 personas (14 monitores y 40 en proceso de inserción) que cuentan con 32 grupos de apoyo (en Palma de Mallorca y 25 ciudades y pueblos de la isla) que se encargan de la recogida previa de papel y cartón, envases de vidrio, voluminosos... , que posteriormente son retirados por Deixalles que también se hace cargo de la recogida selectiva de los materiales depositados en todos los *puntos limpios* o *Deisalleries* que el *Consell Insular* ha instalado en toda la isla. Los materiales recuperados son aprovechados directamente por esta empresa social (fabricación de muebles de alta calidad, masajiles... , con la madera recuperada: 35 m³ en 1993); vendidos, previa reparación en algunos casos (electrodomésticos, muebles, ropas...) en su propio *rastro*, clasificados y vendidos para reutilización (botellas de vidrio, según colores) y reciclaje (chatarras metálicas y vidrio, papel y cartón, plásticos...). La ropa recogida (160 Tn/año) y no vendida en el *rastro*, se comercializa a través de cinco familias que la revenden (mercadillos) y mediante la exportación. En total Deixalles recupera unos nueve millones de kilos de residuos anualmente, de los cuales se aprovecha más del 80 %.

Esta empresa social, al igual que la anterior, constituye también un modelo de integración social y adecuación del sistema tradicional de recuperación a las exigencias actuales. La valoración global (29 sobre 75) es por tanto elevada a pesar de no implicarse en el aprovechamiento de la materia orgánica.

9. Area Metropolitana de Barcelona. Jarfels S.A.

Esta realización está exclusivamente referida al ámbito del aprovechamiento de los residuos orgánicos fermentables mediante su compostaje en una planta modélica en España situada en Castelldefels (Barcelona) y perteneciente a un consorcio formado por la entidad pública Área Metropolitana de Barcelona y la empresa de jardinería Jarfels S.A. de Castelldefels. La planta composta los residuos vegetales municipales procedentes de la poda y limpieza de jardines, los lodos de la depuradora municipal de aguas residuales, los residuos de Mercabarna (Barcelona) y varios residuos industriales (fabricación de cerveza, cultivo de champiñón. . .); el proceso de compostaje está controlado en todo momento gracias a un complejo sistema de indicadores regulado por ordenador, que permite la elaboración de un compost de alta calidad y precio (entre 5 y 30 veces el del compost de los RSU) y un nivel de aprovechamiento del 100 % de los residuos.

El producto obtenido se comercializa sin obstáculo alguno en diferentes tipos (según suelos y destinos) de compost a granel y envasado con garantía de calidad. Esta planta, carente de olores (está situada junto al parque municipal de Castelldefels) produce anualmente 7.000 m³ de compost de uso en jardinería e invernaderos principalmente, y su alto nivel de eficiencia ha sido posible por una labor conjunta de investigación, a cargo de *L'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona* y de operación de la planta a cargo de Jarfels, S.A.

La valoración que obtiene esta realización es elevada (11 sobre 75) si tenemos en cuenta la atipicidad de la misma, dado que tan sólo es una actuación aislada fuera de un plan de aprovechamiento integral de los de los RSU.

Otras realizaciones estudiadas

Con menor importancia, desde el punto de vista de la gestión sostenible de los de los RSU se han estudiado las realizaciones de varias ciudades españolas, y cuya valoración global no supera los 5 puntos sobre 75. Estas bajas valoraciones se deben en general a la poca aportación que suponen en términos de aprovechamiento de los residuos. Mención especial corresponde al Plan de aprovechamiento integral de los residuos sólidos de la isla de La Palma, en fase de redacción, por su amplitud y novedad.

10. Area Metropolitana de Barcelona (Entidad Metropolitana de servicios hidráulicos y tratamiento de residuos)

Esta entidad ha desarrollado durante 5 años una experiencia de aplicación de compost (elaborado en la antigua planta de Gavá-Viladecans) a la agricultura, gracias al trabajo llevado a cabo por un equipo técnico de 15 personas. Sin embargo, el trabajo no ha estado inserto en plan alguno de aprovechamiento integral de los de los RSU, ni supone tampoco, por la calidad escasa del compost utilizado y las deficiencias de la metodología empleada, una aportación significativa en este campo.

11. Ayuntamiento de Madrid

Corresponde esta realización a la planta de separación, compostaje e incineración (complejo TIR-Madrid) de reciente construcción y cuya puesta en funcionamiento aún no se ha completado debido, entre otros factores, a exigencias legales y ambientales reclamadas desde la fiscalía judicial madrileña. Esta planta no ofrece en su conjunto aportación apenas aceptable desde el punto de vista de la gestión sostenible de los de los RSU.

12. Ayuntamiento de Sagunto

Las realizaciones estudiadas consisten en la recogida selectiva, mediante contenedores, de envases de vidrio (sistema ya implantado en toda España y comentado en el apartado *Los sistemas para el aprovechamiento de residuos de papel y cartón y envases y embalajes*), de residuos de papel y cartón (de incierta continuidad al no estar garantizada la recogida por parte municipal y depender totalmente del mercado), y de recuperación y regeneración de gases de sistemas frigoríficos (CFR) por parte de una empresa privada como actividad lucrativa privada y de la que no se ofrecen resultados. Como única realización municipal se presenta el *ecoparque* (a modo de *punto limpio* o *deixalleria*) de interés pero escasa importancia dentro de una gestión sostenible de los de los RSU.

13. Ayuntamiento de Vigo

La realización consiste en pequeños *puntos limpios* para residuos de papel y envases y embalajes que son depositados en contenedores específicos por los ciudadanos. La financiación de sido básicamente privada y del MOPTMA. La aportación, dentro del panorama español actual en el que muchas poblaciones cuentan ya con sistemas iguales o parecidos, a la sostenibilidad de la gestión de los RSU es escasa.

14. Ayuntamiento de Olot

La realización consiste en la colocación de contenedores específicos (no se ofrece número, situación urbana, resultados obtenidos...) para residuos de vidrio, papel y cartón, muebles, metales y pilas, tanto en la ciudad como en la planta de transferencia de RSU. Relativamente similar en planteamiento a la anterior, no ofrece apenas nada significativo dentro de la gestión sostenible de los de los RSU.

15. Concello de Allariz

Esta pequeña población gallega que ofrece realizaciones modélicas en otros campos, apenas aporta nada significativo en lo que a gestión sostenible de los RSU se refiere, al consistir la realización en la colocación de contenedores para la recogida de papel-cartón y envases de vidrio, sistema ya implantado en numerosísimas poblaciones españolas.

16. Plan Integral de Residuos de La Palma

Afecta a toda la isla de La Palma. Contempla la recuperación, mediante recogida selectiva, de todos los residuos orgánicos fermentables —principalmente procedentes del cultivo y empaquetado del plátano— con el objetivo de su transformación en compost para uso agrícola; la recogida selectiva de vidrio, papel y cartón y del resto de residuos aprovechables mediante sistemas diversos entre los que se contemplan sistemas de recogida con separación domiciliar de materia orgánica y el resto. El plan pretende involucrar al sector agrario —evolución hacia un cultivo más ecológico y sostenible— y al turístico —como elemento de prestigio dentro de lo que podrían ser prácticas de un turismo sostenible—. El plan está en fase de elaboración.

Cuadro 1: Criterios de evaluación y puntuación máxima

	a (10)	b (10)	c (10)	d (5)	e (5)
1. Mancomunidad de Montejurra	6	10	5	2	0
2. Ayuntamiento de Córdoba	7	7	5	1	1
3. Ayuntamientos de Molins de Rei, T. Llobregat y San Cugat	6	7	5	0	0
4. Ayuntamiento de Madrid: Ciudad de los Periodistas-Mirasierra	0	5	4	0	0
5. Mancomunidad de la Comarca de Pamplona	2	5	0	0	0
6. Ayuntamiento de Barcelona, Barrio de la Sagrada Familia	2	5	0	0	0
7. Fundación Traperos de Emaús, Navarra	2	10	0	0	0
8. Fundación Deixalles, Mallorca	1	7	0	0	0
9. Area Metropolitana de Barcelona. Jarfels. S.A. (Planta de Compost)	0	1	3	5	0
10. Area Metropolitana de Barcelona. Planta de Compost.	0	2	1	0	0
11. Ayuntamiento de Madrid. (Complejo TIR Madrid)	0	0	1	0	0
12. Ayuntamiento de Sagunto. Papel-Vidrio- CFCs-Ecoparque	0	0	0	0	0
13. Ayuntamiento de Vigo. Islas de reciclaje	0	0	0	0	0
14. Ayuntamiento de Olot. Contenedores papel, vidrio, pilas, muebles	0	0	0	0	0
15. Concello de Allariz. Contenedores papel, vidrio	0	0	0	0	0
16. Cabildo de la Palma. Plan de aprovechamiento	(sí)	(sí)	(sí)	(sí)	(sí)

Entre paréntesis las puntuaciones máximas posibles en cada columna.

- a.** Plan integral adecuado, sistema local y consumo.
- b.** Capacidad de extensión del plan a otras poblaciones.
- c.** Prioridad a la prevención y compostaje de la materia orgánica.
- d.** Integración de diferentes residuos en el compostaje.
- e.** Reciclaje de escombros.

Cuadro 2: Criterios de evaluación y puntuación máxima

	a (5)	b (5)	c (5)	d (10)	e (5)	f (5)	total
1. Mancomunidad de Montejurra	4	2	2	8	5	2	46
2. Ayuntamiento de Córdoba	3	4	3	4	4	3	42
3. Ayuntamientos de Molins de Rei, T. Llobregat y San Cugat	2	0	2	3	0	3	28
4. Ayuntamiento de Madrid: Ciudad de los Periodistas-Mirasierra	2	0	1	4	0	1	17
5. Mancomunidad de la Comarca de Pamplona	2	0	2	4	4	4	23
6. Ayuntamiento de Barcelona, Barrio de la Sagrada Familia	2	0	2	4	0	2	17
7. Fundación Traperos de Emaús, Navarra	2	0	3	7	5	3	32
8. Fundación Deixalles, Mallorca	3	0	4	7	5	2	29
9. Area Metropolitana de Barcelona-Jarfels. S.A. (Planta de Compost)	0	2	0	0	0	0	11
10. Area Metropolitana de Barcelona. Planta de Compost.	0	2	0	0	0	0	5
11. Ayuntamiento de Madrid. (Complejo TIR Madrid)	0	0	1	0	0	0	2
12. Ayuntamiento de Sagunto. Papel-Vidrio- CFCs-Ecoparque	1	0	1	1	1	0	4
13. Ayuntamiento de Vigo. Islas de reciclaje	1	0	1	1	0	0	3
14. Ayuntamiento de Olot. Contenedores papel, vidrio, pilas, muebles	1	0	1	1	0	0	3
15. Concello de Allariz. Contenedores papel, vidrio	1	0	0	1	0	0	2
16. Cabildo de la Palma. Plan de aprovechamiento	(sí)	(sí)					-

Entre paréntesis las puntuaciones máximas posibles en cada columna.

a. Participación de población, introducción en la educación infantil.

b. Integración del compostaje en la agricultura local.

c. Integración de materiales recuperados en la industria local.

d. Eficacia del sistema de recuperación y reciclaje (evaluación).

e. Existencia de empresas sociales que recojan los residuos.

f. Evaluación de la participación ciudadana en el proceso separador.

El transporte, columna vertebral de la globalización¹

RAMÓN FERNÁNDEZ DURÁN
Madrid (España), noviembre de 1999.

«Lo extraño era que, a pesar de todo el tiempo que ahorra, nunca le quedaba nada para gastar; de alguna forma misteriosa simplemente se desvanecía.»

Momo
MICHAEL ENDE

«Cuanto más carreteras (...) construimos, menos tiempo parece que tiene la gente (...) Cuanto más énfasis se pone en el ahorro de tiempo, más se orienta el conjunto del sistema de transporte a servir las necesidades de los sectores más ricos de la sociedad.»

La Contaminación del Tiempo
JOHN WHITELEGG

La ampliación y globalización de los mercados y el crecimiento imparable de la movilidad motorizada son las dos caras de una misma moneda. El modelo productivo, las estructuras territoriales y los procesos de urbanización que todo ello genera, tienen en el sistema de transporte uno de los elementos centrales que garantiza su funcionamiento. Y al mismo tiempo, la creación de dicho sistema de transporte incentiva los procesos de globalización, urbanización y extensión de la movilidad motorizada. «El actual proceso de globalización de las economías es un proceso que crea lejanía de modo continuo, reclamando crecientes desplazamientos motorizados de personas y mercancías (cada vez a más) larga distancia y a velocidades también en aumento» (ESTEVAN Y SANZ, 1996). Como afirmaba un informe encargado por la CE: «El transporte afecta al corazón mismo de la sociedad (...) El funcionamiento de ésta, de hecho su misma naturaleza, dependen ampliamente de la calidad y el diseño de su sistema de transporte» (G.T. 2000 PLUS, 1990).

Esto contrasta con el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, donde el desplazamiento horizontal (masivo) de seres vivos o materiales asociados es un fenómeno relativamente singular. En la vida terrestre, formada fundamentalmente por la biomasa vegetal, predomina en

¹ Este artículo forma parte de un trabajo más amplio, *Globalización, territorio y población. El impacto de la europeización-mundialización sobre el espacio español* (FERNÁNDEZ DURÁN, 2000), incluido en la sección "Documentos" de la biblioteca Ciudades para un Futuro más Sostenible. Este texto se encuentra publicado, además, en el trabajo colectivo:

JOSÉ MANUEL NAREDO Y FERNANDO PARRA (COEDITORES)

2002 *Situación diferencial de los recursos naturales españoles*

Colección Economía vs Naturaleza de la Fundación César Manrique. Ed. Visor – Antonio Machado

general el transporte vertical (de carácter cíclico)². Y la pequeña fracción de vida que se condensa en forma de biomasa animal «economiza de modo bastante estricto su gasto energético en trabajo muscular». En general, salvo excepciones, sus desplazamientos son más o menos limitados, y están ligados a habitats o territorios concretos. «La naturaleza está, en esencia, fija, (desde el punto de vista espacial, aunque internamente sea extremadamente móvil y fluida). Sin embargo, en relación con el movimiento, como en tantos otros aspectos, las modernas sociedades industriales se han organizado completamente de espaldas a los principios básicos de la Naturaleza (...). (Además) la generalización del transporte motorizado exige la utilización de enormes cantidades de materiales y energía³, cuya extracción, transformación y consumo produce grandes masas de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, tan extrañas a la Naturaleza como lo es el propio concepto de movimiento horizontal masivo» (ESTEVAN Y SANZ, 1996).

En el informe antes mencionado (GT 2000 PLUS, 1990), elaborado por un grupo de expertos, se alertaba sobre los problemas que se estaban derivando, y que se iban a plantear en el porvenir, como resultado de esta expansión incontenible de la movilidad motorizada: «Desde hace algunos años, Europa parece haber sobrepasado el punto más allá del cual cualquier incremento del tráfico es contraproducente. La suma de efectos negativos parece cancelar los incrementos de riqueza, eficiencia, confort y accesibilidad que deberían resultar del crecimiento del volumen del tráfico». Esta, indudablemente, no es la postura de la CE, que reclama la urgente necesidad de un ambicioso programa de creación de infraestructuras de transportes (las Redes Transeuropeas, ya comentadas), que permita acoger el muy abultado incremento de tráfico futuro que se avecina. Pero sí es ilustrativo de un cierto cambio de opinión que se está manifestando en diferentes sectores y estudiosos del tema.

La situación aquí en España es, por el momento, muy otra. Existe un fuerte consenso, institucional y social (por supuesto inducido), en torno a la pretendida bondad de incrementar continuamente las magnitudes de transporte. Hecho que se considera un bien en sí mismo. Un símbolo de modernización. Y se da una debilísima conciencia de la compleja diversidad de problemas que lleva aparejado este incremento constante de movilidad motorizada. Al mismo tiempo, se plantea como una necesidad ineludible la construcción de más, mejores y más costosas infraestructuras de transporte, con el fin de intentar superar el *ancestral déficit* que *todavía* nos separa, en este terreno, de los *países de nuestro entorno*. Pero la situación, como se intentará expresar a continuación, es muy distinta. El esfuerzo público dedicado a la creación de infraestructuras de transporte ha sido ingente a lo largo de los últimos años, especialmente desde la ingreso en la CE, y la evolución de la movilidad motorizada está suponiendo ya múltiples y graves hipotecas de cara al futuro. Para cuya evaluación adecuada se

²La actividad del reino vegetal hace circular los materiales en sentido fundamentalmente vertical: transporta nutrientes desde el suelo hasta los tejidos vegetales y los deja caer de nuevo al suelo cuando las hojas o las plantas mueren (ESTEVAN Y SANZ, 1996)

³Para la construcción de infraestructuras, fábricas de vehículos, aparcamientos, talleres de reparación, gasolineras... así como para la propia construcción de vehículos y materiales accesorios. E igualmente para la ejecución de todas aquellas instalaciones y equipamientos necesarios para la extracción, transporte, almacenamiento, procesado de la energía -refinerías- y distribución de la misma, antes de su utilización final por los vehículos de transporte.

requiere considerar la totalidad del ciclo productivo del transporte⁴.

«Lo más preocupante del transporte (...) no es la dimensión que ha alcanzado esta actividad, sino la velocidad a la que ha venido creciendo, y a la que tiende a crecer en el futuro». A lo largo de las dos últimas décadas, se denota la existencia de una *Triple A* del transporte -Automóvil, Avión y AVE- que concentra los más altos costes económicos y los más elevados efectos ambientales. Los medios de locomoción que forman parte de esa Triple A son, precisamente, los más favorecidos por las políticas llevadas a cabo en los últimos años y los que han absorbido el mayor incremento de la movilidad en las dos últimas décadas (ESTEVAN Y SANZ, 1996). Mientras que se ha ido marginando conscientemente el papel que juega el ferrocarril convencional, el menos impactante desde el punto de vista ambiental.

Entre 1970 y 1992, el tráfico por carretera se multiplicó por más de tres, al tiempo que el tráfico aéreo se multiplicó del orden de cuatro veces. Como contraste, el tráfico ferroviario se ha mantenido prácticamente estancado desde los años setenta. Existiendo dos segmentos de gran dinamismo: el transporte aéreo de viajeros y el transporte por automóvil, que multiplicaron su tráfico respectivo casi por cuatro en ese periodo. En un segundo escalón, cabría considerar al transporte de pasajeros en autobús interurbano y en ferrocarril de cercanías, así como al transporte de mercancías por carretera, que crecieron entre 2 y 2,5 veces. En suma, se podría decir que la movilidad motorizada global de la sociedad y la economía española se ha triplicado aproximadamente entre 1970 y 1992. Por el contrario, en el mismo periodo la población española apenas creció un 13 %, mientras que la economía, medida a través del PIB, en términos reales, apenas se duplicó (ESTEVAN Y SANZ, 1996). Y el volumen general de empleo, en términos absolutos, se mantuvo prácticamente constante. Desde 1992 el ritmo de crecimiento se ha mantenido también en niveles muy altos en los medios ya señalados⁵.

Por otro lado, durante esos años, el número de automóviles por mil habitantes se multiplicó por más de cuatro, y su número absoluto por más de cinco. En la actualidad el nivel de motorización español supera al de Dinamarca e Irlanda, es similar al del Reino Unido, Japón o Noruega, y está cercano a la media comunitaria, aunque todavía es menor al de Francia y sobre todo Alemania (GALÁN, 1998). Al mismo tiempo, el resultado del gran esfuerzo inversor realizado desde mediados de los ochenta, es que «la extensión de la red de carreteras de alta capacidad (autopistas y autovías) ha alcanzado la de países como Francia o Italia, está próxima a la de Alemania y supera de lejos la del Japón y el Reino Unido» (ESTEVAN Y SANZ, 1996). Se ha pasado de 71 km en 1960, y unos 2000 km en 1980, a 8500 km en 1996 (GALÁN, 1998). Es decir, el presunto desfase en cuanto a la movilidad y, sobre todo, en lo que se refiere a la red viaria de gran capacidad, no es tal ni mucho menos. Y los problemas de sobremovilidad que atenazan a otros países de Centro, en concreto al territorio centroeuropeo (donde se caracteriza la situación como de infarto circulatorio *Verkehrsinfarkt*), están afectando ya a numerosas zonas del país, a ciertos corredores de gran intensidad de tráfico, y especialmente a los espacios altamente urbanizados.

⁴«Fabricación de vehículos, construcción de infraestructuras, extracción y procesamiento de combustibles, circulación de vehículos, mantenimiento general del sistema y eliminación de vehículos obsoletos y otros residuos» (ESTEVAN Y SANZ, 1996)

⁵P.e. el transporte de mercancías por carretera ha crecido del 92 al 96 en cerca del 20 % (M. de Fomento, 1997).

En gran medida, allí donde más inversiones en infraestructuras de transporte, en concreto viarias de alta capacidad, se han realizado a lo largo de los últimos tiempos. Estas inversiones se han orientado a completar la red viaria radial de alta capacidad, y a mejorar las conexiones con el arco mediterráneo -y a lo largo del mismo, incluida Andalucía Occidental-, del Valle del Ebro y de la Cornisa Cantábrica. Y una parte muy considerable se ha dedicado desde finales de los ochenta, a través del llamado Plan Felipe, a las cinco mayores concentraciones urbanas, destacando las inversiones que absorben Madrid y Barcelona, que han supuesto las dos terceras partes del mismo. Dentro de este Plan, y aunque el grueso de la inversión se destina al sistema viario de gran capacidad (y en especial a los cinturones de circunvalación y nuevos accesos), se incluye también una inversión considerable en ferrocarril de cercanías y, algo menor, en Metro; la inversión en Metro no sólo se realiza en Madrid y Barcelona, sino igualmente, por primera vez, en Bilbao y Valencia. Inversiones que se relacionan con las tendencias de dispersión poblacional periférica y reestructuración terciaria de las áreas centrales, con el fin de garantizar los fuertes flujos domicilio-trabajo que ello genera (FDEZ DURÁN, 1993).

De cualquier forma, destaca también la inversión realizada por los principales ayuntamientos en facilitar el acceso del automóvil a los centros urbanos, a través de la construcción de pasos elevados y subterráneos, resaltando por encima de todos ellos el caso de Madrid. Así como la política que impulsan de creación generalizada de aparcamientos en los centros de las ciudades, que, aparte de suponer un muy sustancioso negocio privado y público, incentiva adicionalmente la movilidad en vehículo privado hacia las áreas centrales⁶. En paralelo, se socavan las tímidas políticas a favor del transporte colectivo, y de domesticación del uso del automóvil, que se habían aplicado a finales de los setenta y primeros ochenta como resultado de la crisis energética y la situación durante la transición política. La euforia económica que se desata tras el ingreso en la CE, el fuerte crecimiento del parque automovilístico en dicho periodo (las matriculaciones anuales se duplican entre el 85 y el 89), y la bajada del precio de los combustibles en esos años (que se reduce en un 40 %, en pesetas constantes, respecto del principio de la década), están en la base de este fuerte cambio de orientación de la política de transporte, que redundará en un acusado deterioro de la calidad de vida urbana (FDEZ DURÁN, 1993).

Es decir, las costosas inversiones en infraestructura de transporte se han destinado a impulsar el crecimiento (y reestructuración) de las principales regiones metropolitanas y a garantizar primordialmente las conexiones entre las grandes concentraciones urbanas, así como a aquellas regiones donde se concentra el crecimiento económico, al tiempo que se reforzaba la capacidad de los grandes ejes de relación internos y externos (es decir, de conexión con la UE). La capacidad inversora se multiplica por seis, en pesetas constantes, desde principios de los 80 a finales de la década (BELLO CARRO, 1991). Dicha inversión procede fundamentalmente del Estado pero también de las diferentes comunidades autónomas. Y sobre esta

⁶En Madrid, p.e., se construyen más de 60.000 plazas de aparcamiento en el interior a la M-30. Ello supone importantes ingresos para el Ayuntamiento, un bocado muy apetitoso para el sector de la construcción, y un gran negocio para las empresas promotoras, pues el coste medio de una plaza de aparcamiento se sitúa en unos dos millones de pesetas. Estas plazas, en teoría para residentes, acababan en manos de las oficinas de la zona; y en la actualidad se plantea su total liberalización y privatización. Este es un indicador más, del fuerte volumen de capital privado que se ha movido en torno a las principales aglomeraciones urbanas en la última década.

capacidad inversora inciden, de forma adicional, las importantes ayudas para la creación de infraestructura provenientes de la UE, a través de los fondos estructurales y de cohesión⁷. El dinero que llegaba de Bruselas se ha utilizado, entre otras actuaciones, desde para cerrar el tramo más impactante de la M-40 a través del Monte de El Pardo, hasta para ampliar el aeropuerto de Barcelona, pasando por la financiación de la polémica autovía de Leizarán o del controvertido enlace Madrid-Sevilla en alta velocidad. Eso sí, contando todos ellos con el preceptivo informe de impacto ambiental.

Mientras que se dedicaba una importantísima inversión al AVE, hecho que detraía cuantiosos recursos para la mejora del ferrocarril convencional y lo endeudaba, se producía, en paralelo, un sustancial recorte en el personal laboral de Renfe (de 80.000 trabajadores a menos de 40.000 en la actualidad), se cerraban líneas (más de 1000 kms), se reducían y abandonaban servicios, y se degradaba la infraestructura (por falta de inversiones de mantenimiento) en gran parte de lo que no es la llamada Red Básica (es decir en más de la mitad de los aproximadamente 13000 kms de la Red Renfe), con el riesgo que ello supone de que desaparezca el servicio ferroviario a medio plazo fuera de la misma. Al mismo tiempo, la mejora en los tiempos de recorrido por autobús entre los principales núcleos urbanos, como resultado de la fuerte inversión en autopistas y autovías, las tarifas en general más baratas del transporte por carretera, y la falta de voluntad política para invertir estas tendencias, han ido erosionando, paralelamente, la cuota de mercado del ferrocarril en lo que al servicio de pasajeros se refiere. Especialmente en largo recorrido y servicios regionales.

Por otro lado, la considerable inversión en transporte público, en Cercanías y Metro, en las principales aglomeraciones urbanas, no ha logrado detener la tendencia a la progresiva pérdida de peso de éste dentro del conjunto de la movilidad motorizada metropolitana. Donde crecen claramente los viajes en vehículo privado, especialmente en las crecientes relaciones que existen entre las periferias metropolitanas. Si bien se logra cambiar la tendencia a la pérdida de viajeros, como consecuencia de la creación de los consorcios metropolitanos de transporte, los abonos de transporte, el billete joven y de tercera edad, etc. Y en gran parte, también, porque los poseedores de este tipo de tarjeta utilizan el transporte colectivo para viajes de muy corto recorrido que antes realizaban andando. Sin embargo, la mayor longitud de los trayectos a realizar (en especial en Cercanías ferroviarias, que experimentan un fuerte crecimiento), la concentración de los viajes en puntas más acusadas, el creciente nivel de congestión que tiene que soportar el transporte colectivo de superficie, y la mayor extensión de las redes, disparan los costes de explotación y agravan los déficits de explotación de los sistemas de transporte colectivo urbanos y en concreto metropolitanos. Déficits que tienen que ser cubiertos con cargo al erario público.

En paralelo, la movilidad peatonal se va reduciendo paulatinamente, por los cambios que se producen en la configuración de las regiones metropolitanas, que incrementan la longitud de

⁷Cerca de las tres cuartas partes de los fondos FEDER, los cuales representan dos terceras partes de los fondos estructurales, se han destinado, desde 1986, a la construcción de infraestructuras de transporte; esencialmente autovías y ferrocarril de alta velocidad. Así mismo, dentro del Tratado de Maastricht se contemplaba la posibilidad (que luego se concretó en Edimburgo en 1992) de dedicar fondos adicionales -los llamados fondos de cohesión- para ciertos países de la UE -España, Grecia, Irlanda y Portugal-, los de menor renta, gran parte de los cuales se dedican a financiar también la construcción de infraestructuras, en general de proyección comunitaria.

los viajes a llevar a cabo, y por las políticas de transporte que se aplican, en las que ni los viandantes, ni mucho menos los ciclistas, gozan en general de ninguna prioridad. En el caso del área metropolitana de Madrid, el porcentaje de viajes andando ha caído del 54 % del total, en 1974, al 33 % , en 1996 (CTM, 1994). Por el contrario, en otros países europeos se asiste, desde hace años, a una mayor consideración hacia los medios de transporte no motorizados, al menos en el interior de las ciudades. También como consecuencia de la mayor sensibilidad social respecto a estos medios de transporte.

Indudablemente, todo esto se traduce en un creciente consumo energético. En los países de la UE el sector transporte es el responsable de aproximadamente el 30 % del total de la energía consumida. Una cifra de por sí ya muy abultada. Sin embargo, en el Estado español el peso sobre el consumo total de la energía final directa empleada por el transporte es aún mayor, se aproxima al 40 % . Ello es así, por la menor base industrial, por las necesidades más reducidas de calefacción, debido al clima, pero también por la promoción que han experimentado los modos más consumidores de energía y el menor papel del ferrocarril, sobre todo en lo que al transporte de mercancías se refiere, en comparación con la media europea; del orden de cuatro veces menor (M. DE FOMENTO, 1997). Sin embargo, si se considera el ciclo del transporte en su totalidad, y no sólo la energía utilizada para impulsar los vehículos, resulta que del orden de la mitad de la energía final consumida en todo el territorio español se destina, directa o indirectamente, a la *producción* del transporte (ESTEVAN Y SANZ, 1996). Algo asombroso, en cuanto a su magnitud, que parece desconocerse.

Si bien no es de extrañar que así sea pues, como ya se ha señalado, se ha estado impulsando una expansión constante de la movilidad motorizada, sustentada además en los medios más energívoros. En las condiciones que se dan dentro de la geografía española, «el transporte por carretera, considerado globalmente, se mueve en un entorno de consumo⁸ doble (de energía) que el ferrocarril (convencional), mientras que el modo aéreo se mueve en un entorno de consumo más de tres veces superior». El consumo unitario del AVE se sitúa en un nivel tan sólo ligeramente inferior al del avión. Confirmándose, en cualquier supuesto, el automóvil como el menos eficiente de todos los medios de transporte desde el punto de vista energético⁹. «Esta ineficiencia alcanza extremos insospechados en el caso de los vehículos de gran cilindrada (cuyo parque ha experimentado un crecimiento espectacular tras el ingreso en la CE) (...), (que manifiestan un) nivel de consumo (...) casi dos veces superior al del avión» (ESTEVAN Y SANZ, 1996).

Las consecuencias medioambientales de la expansión del actual sistema de transporte y del consumo energético que ello supone son patentes. El transporte es uno de los sectores que más contribuye a las emisiones de CO₂, y por lo tanto que más refuerza el efecto invernadero, contribuyendo al tan temido cambio climático. Por otro lado, las infraestructuras de transporte implican el consumo de una gran cantidad de espacio, y esto sin contar el crecimiento y la dispersión urbana inducida (muy superior, por supuesto) que generan. Todo lo cual disminuye el suelo fértil disponible, pues normalmente las infraestructuras de transporte se localizan en los fondos de valle, afectan a cursos de agua y escorrentías, y trocean aún más el territorio,

⁸Por pas x km o tm x km.

⁹En el análisis por medios, en lo que se refiere a energía final directa consumida, se aprecia que en el segmento de viajeros el medio más eficiente es el autobús, seguido por el ferrocarril (ESTEVAN Y SANZ, 1996).

sobre todo los ecosistemas frágiles, acentuando la de por sí grave pérdida de biodiversidad. Eso por no hablar de que muchas de ellas, de reciente construcción, afectan a áreas protegidas por las propias directivas comunitarias (de protección de aves, de hábitats...), mientras la UE mira conscientemente hacia otro lado (BOWERS, 1995). Además de los impactos ambientales, existen otros efectos *externos* que normalmente se silencian, se enmascaran, o se presentan como sacrificios necesarios a realizar para acceder al altar del *progreso*, a la hora de abordar el análisis del sector transporte.

En lo que se refiere a los accidentes de tráfico, «la situación española es una de las peores del continente y además está —en este caso sí— verdaderamente alejada de la que presentan los principales países europeos». Desde finales de los cincuenta, esta «guerra de baja intensidad (...) se ha cobrado más de 200.000 vidas humanas y ha dejado malheridas a más de tres millones y medio de personas. La guerra civil ha pasado al segundo lugar como causa de muertes violentas en España durante el siglo XX (...) La cultura del automóvil ha logrado imponer (...) la legitimación y la aceptación social de la inseguridad en su más cruda expresión» (ESTEVAN Y SANZ, 1996). En este terreno, el Estado español en los ochenta caminó en dirección contraria al resto de los países de la UE —salvo Grecia—, pues incrementó claramente su número de accidentes (al contrario que la mayoría, que los redujo), situándose entre el pequeño número de países con mayor tasa de siniestralidad y mortalidad. El número de automovilistas muertos en el último cuarto de siglo casi se ha triplicado. En los noventa parece que la tendencia se ha estabilizado (en cuanto al número de muertos), si bien la situación de la accidentabilidad y siniestralidad en carretera adquiere una enorme gravedad.

El Director General de Tráfico señalaba, en una comparecencia en el Senado, que «los accidentes de tráfico constituyen la principal causa de muerte no natural en España; (...) y la primera causa de muerte, incluida la natural, en el tramo de edades comprendido entre los 18 y los 25 años; y (...) que los accidentes constituyen la principal causa de minusvalías y discapacidades de la población de nuestro país; (pudiendo ser responsables de hasta el 80 % de las mismas)». Una parte considerable de las víctimas de esta *guerra de baja intensidad* son inocentes, los peatones y ciclistas¹⁰. De esta forma, y rizando el rizo, los medios de transportes no motorizados son acusados de ser especialmente *peligrosos*. Esta escalofriante realidad, aparte de suponer un tremendo drama humano, personal, familiar y colectivo, implica un coste económico impresionante para el sistema de salud pública, que algunas fuentes habían evaluado en más de un billón de pesetas anual, a principios de los 90 (ESTEVAN Y SANZ, 1996). Si bien ello colabora, paradójicamente, a incrementar las cifras del PIB.

Igualmente, el transporte contribuye de forma decisiva al deterioro de la salud. Muchos elementos y compuestos contaminantes emitidos a la atmósfera por la circulación de vehículos tienen importantes efectos sobre la salud humana¹¹. Todos ellos tienen consecuencias más

¹⁰Los accidentes de tráfico generan del orden de 5.500 muertos y más de 50.000 heridos graves anuales. De entre ellos, unos 1400 muertos y casi 16000 heridos graves corresponden a peatones y ciclistas. La mortalidad por carretera es más de 8 veces mayor por km recorrido que en el ferrocarril, y la accidentalidad o siniestralidad sustancialmente superior. (ESTEVAN Y SANZ, 1996), (M. DE FOMENTO, 1997).

¹¹Los más conocidos, pero no los únicos con efectos claramente nocivos, son: monóxido de carbono (CO); óxidos de nitrógeno (NO_x); dióxido de Azufre (SO₂); aldehídos; metales pesados; compuestos orgánicos volátiles (COV); y el ozono (O₃) troposférico.

o menos graves, según las concentraciones, pudiendo en ocasiones llegar a ser mortales, e inciden sobre los desórdenes cardíacos, el sistema nervioso, el aparato respiratorio, las irritaciones, náuseas y dificultades de respiración, y la aceleración de los procesos cancerígenos. Además, en las grandes ciudades, en torno al 50 % de su población está sometida a niveles de ruido superiores a 65 decibelios, debido al tráfico. Hecho que tiene graves repercusiones fisiológicas, psicológicas y sociológicas (WHITELEGG, 1996a).

A pesar de todo, los efectos negativos del transporte motorizado, y en concreto del transporte viario, quedan *ocultos* para la opinión pública. Ello es resultado de los patrones culturales dominantes y de la fuerte presión mediática que se ejerce por parte de la industria del automóvil, y de la carretera en general. En la sociedad actual, como ya se apuntó, se valora el transporte (en especial el privado) y la velocidad como bienes en sí mismos que conviene acrecentar. El más lejos y más deprisa, se imponen como valores indiscutibles. Parece como si sólo importara vivir para moverse. Al tiempo que la publicidad nos bombardea diariamente con anuncios de vehículos de gran potencia y gran número de prestaciones, símbolo de status y poder social.

En este contexto cultural, artificialmente construido por las instituciones y los *mass media*, los efectos negativos se presentan como sacrificios *marginales*, necesarios para alcanzar una movilidad motorizada privada *generalizada* que se considera positiva en sí misma. Pero esta movilidad motorizada privada, ni es universal, pues una gran parte de la población no tiene ni coche ni carnet de conducir, en especial las mujeres¹²; o no puede acceder al mismo por cuestiones de edad, discapacidad o disponibilidad. Ni es equitativa, pues los sectores de rentas más altas disfrutan de una movilidad considerablemente superior. Ni mucho menos es sostenible. Y además, el desarrollo de esta movilidad, que ejercen fundamentalmente determinados sectores sociales, étnicos, de género y edad, y el modelo social y urbano que implica, repercute en un paralelo deterioro de la accesibilidad y movilidad (autónoma) de extensos ámbitos de población en su vida diaria (niños, ancianos, mujeres y colectivos étnicos sin ciudadanía europea —como resultado, entre otras cuestiones, del Convenio Schengen) (ESTEVAN Y SANZ, 1996; WHITELEGG, 1996b).

Bibliografía

BELLO CARRO, TOMÁS

1991 *Reperto Modal. Inversiones en infraestructura de Transporte 1980-1990*

Dirección General de Carreteras, MOPT, Madrid

BOWERS, CHRIS

1995 *Ten Questions about TEN's*

European Federation for Transport and Environment. Brussels

¹²Un tercio de los hogares de las áreas metropolitanas españolas no disponen de vehículo privado. El permiso de conducir solo está generalizado entre la población masculina entre 25 y 44 años, que constituye apenas el 15 % de la población. El 60 % de la población en general, y el 75 % de la población femenina, no dispone de permiso de conducir (ESTEVAN Y SANZ, 1996).

CTM. CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID

1997 *Avance de Resultados Globales de la Encuesta General de Movilidad*

CTM, Madrid

ESTEVAN, ANTONIO Y SANZ, ALFONSO

1996 *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*

Libros la Catarata, Madrid

FERNÁNDEZ DURÁN, RAMÓN

1993 *La explosión del desorden. La metrópoli como espacio de la Crisis Global*

Ed. Fundamentos, Madrid

GALÁN, PEDRO

1998 *Variables básicas*

Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento, Madrid

GROUP TRANSPORT 2000 PLUS

1990 *Transport in a Fast Changing Europe*

CE, Brussels

MINISTERIO DE FOMENTO

1997 *Los transportes y las Comunicaciones*

Ministerio de Fomento, Madrid

WHITELEGG, JOHN

1996 «Dying to Breathe»,

Lost in Concrete, SEED, Amsterdam

WHITELEGG, JOHN

1996 «Time Pollution»,

Lost in Concrete, SEED, Amsterdam

Ciudades sostenibles

MARIANO VÁZQUEZ ESPÍ

Madrid (España), noviembre de 1998.

«Gran parte de las dificultades por las que atraviesa el mundo se deben a que los ignorantes están completamente seguros y los inteligentes llenos de dudas.»

BERTRAND RUSSELL

Los temas agazapados bajo la cada vez más popular expresión ‘ciudades sostenibles’ son de tal complejidad y extensión que me sentiré satisfecho si, con este trabajo, consiguiera arrojar alguna luz acerca de lo que los conceptos de *ciudad* y *sostenibilidad* significan.

La tarea no está exenta de dificultades. Hoy denominamos ciudad tanto a Nueva York como a Segovia, tanto a la conurbación de Madrid como a uno de sus trozos, por ejemplo, a Móstoles, que en algunos años superó en población a casi todas las capitales de provincia de España.

Del lado de la sostenibilidad la cosa no está mucho mejor: en no pocos discursos políticos se empieza hablando del ‘desarrollo sostenible’ en una pomposa introducción, para acabar reclamando instrumentos y políticas que permitan un ‘crecimiento económico sostenido’, cuando ya el auditorio está bastante amodorrado.

Quizás en estas páginas no sería necesario empezar por definir lo que sostenibilidad e insostenibilidad significan. Pero es tal la confusión reinante, que no me parece una pérdida de tiempo el repasar algunas características fundamentales de este asunto. Afortunadamente, al tratarse de fenómenos globales, planetarios, es fácil dar una imagen simple que los explique y los modele.

Modelos sostenibles e insostenibles

Imagínense una botella de vidrio, herméticamente cerrada, bañada diariamente por la radiación solar. Imagínense que en ella hay aire, agua, una buena cantidad de nutrientes variados y un pequeño número de ejemplares de una bacteria ‘animal’, una bacteria que denominaré en lo sucesivo con la letra A. Nuestro pequeño sistema cuenta así con una *reserva* de recursos y un *flujo* constante de energía en forma de luz. En este succulento ambiente, las bacterias proliferan muy bien al socaire de la abundancia de alimento y a la ausencia de competidores. De hecho, mientras queden nutrientes, agua y aire, la población crece brusca, exponencialmente: cada bacteria, llegada su hora, se divide en dos, y la población se va duplicando a cada paso. . . (Volveré más tarde sobre esta importantísima particularidad.)

A pesar de tan prometedor principio, y de forma inevitable, al final la población acaba por hundirse y morir, y quizás no porque se acaben los recursos (que es el primer problema que

a uno se le ocurre), quizá la población muera ahogada en el veneno de sus propios desechos y residuos, puesto que estando la botella cerrada ni entran nuevos nutrientes, ni tampoco los venenos pueden ser expulsados. La **insostenibilidad** consiste, en definitiva, en algo tan simple como esto.

A una mente creativa podría ocurrírsele inmediatamente una sencilla solución que mata los dos pájaros de un solo tiro: basta con que una segunda bacteria de otro tipo, digamos la B, utilice como recursos los desechos de la bacteria A, y produzca como residuos los nutrientes que precisa esta última. Noten ustedes que el carácter de residuo o de recurso no es una característica de las substancias, se trata más bien de una valoración de quien las usa, en este caso nuestras bacterias. De ser esto posible y si el diseño de ambas bacterias resulta adecuado, todo parece perfecto: los materiales se transforman en un ciclo cerrado, y las poblaciones de las bacteria A y B alcanzan una proporción de equilibrio, en la cual a ninguna le falta alimento, y en la que el grado de contaminación del ambiente resulta tolerable para ambas. Ante nuestra pequeña sociedad bacteriana se abriría en el horizonte un futuro estable, un equilibrio dinámico en el que las generaciones se sucederían sin interrupción. Sería como un tiovivo que una vez puesto en funcionamiento, sigue dando vueltas por toda la eternidad.

Pero ¿es posible? Aquí aparece una mala noticia: una de las leyes fundamentales de la física, la ley de la entropía, también denominada ‘segunda ley de la termodinámica’, *descarta por imposible* la existencia y el funcionamiento de este segundo modelo. Esta ley es sutil, técnicamente difícil de explicar, y continuamente su significado es debatido. Pero nadie ha conseguido rebatirla. La ley tiene varios enunciados alternativos, técnicos y rigurosos, pero he preparado para esta ocasión algunos más coloquiales:

Todo lo que *espontáneamente* cae, queda en el suelo... salvo que algo venga y lo alce de nuevo. Todo lo que *espontáneamente* se descompone, queda descompuesto... salvo que algo venga y lo componga de nuevo. Todo lo que *espontáneamente* se agrupa, queda agrupado... salvo que algo venga y lo separe otra vez.

Como ven, todos estos enunciados describen situaciones cotidianas y familiares: un vaso puede romperse espontáneamente, pero necesita de algo u alguien que lo recomponga con mimo: aun así, en el vaso pegado apreciaremos las juntas, las heridas del destrozado: incluso si con el vidrio de aquel vaso roto fabricamos otro, no es el vaso el que se fabrica a sí mismo... ¡y ni siquiera se trata del mismo vaso! Cuando empujamos un pequeño tiovivo infantil sabemos que acabará por pararse, y que nuestras criaturas, si es que la experiencia les agrada, nos pedirán interminablemente redoblados empujones... ¡hasta agotarnos! Los procesos del mundo que nos rodea parecen tener un sentido preferente, mientras que en sentido contrario las cosas *no ocurren espontáneamente*. Los procesos son **espontáneamente irreversibles**. Todo proceso tiene un coste energético inevitable: todo cuesta algún esfuerzo: en todo lo que hacemos perdemos algo de vida (finalmente morimos).

Pero hay también buenas noticias: la historia misma es irreversible, y el tiempo fluye en un sentido (pero no en el contrario): con esta ley física intentamos dar explicación y sentido al tiempo, una de las categorías fundamentales de nuestra percepción y disfrute del mundo. Sin el tiempo muchas de las cosas y fenómenos que contribuyen a nuestro bienestar no existirían.

En todos estos enunciados existe un ‘todo’, un sistema que puede definirse mediante un marco de observación elegido arbitrariamente: la población de bacterias A, la población de bacterias A y B, el conjunto de todo lo contenido en la botella de vidrio. . . El sistema, cualquiera que sea, desarrolla alguna actividad con resultados observables, con modificaciones de la forma y organización del entorno: el sistema produce *espontáneamente* cambios. La ley afirma tajantemente que sólo ‘algo o alguien’, **venido de fuera del sistema**, podrá ‘deshacer’ estos cambios: la madre que ayuda a reordenar los juguetes de su hija, aquel que pega los trozos del vaso roto, quien quiera que vuelve a poner en marcha el tiovivo sin estar montado en él. En definitiva, el funcionamiento cíclico y *completo* de vida y muerte, composición y descomposición, no puede ser espontáneo: un agente externo tiene que ayudar a cerrar el ciclo, dando el impulso necesario para recorrer la mitad *no espontánea* del círculo. La población mestiza de bacterias A y B no podría alcanzar un *equilibrio sostenible* en el tiempo, según el segundo modelo que he descrito, pues entonces realizaría *espontáneamente* un ciclo completo de degradación y recuperación de los nutrientes originales de la botella. Por supuesto, podemos imaginar tal cosa, pero la ley de la entropía descarta que nuestra ilusión llegue a encajar alguna vez con el mundo que nos rodea. Sencillamente, las cosas no ocurren así. La bacteria B, a lo más, podrá usar como nutriente los desechos de la A, pero sus residuos serán materiales aún más degradados, con menos energía, inservibles para la bacteria A como alimentos (aunque quizás sean ahora inofensivos e inocuos para ella).

¿Cómo es entonces que la vida es posible? ¿Cómo es que estamos aquí? Como poco necesitamos una tercera bacteria, la C, distinta de las anteriores en algo esencial: necesitamos una bacteria que sea ‘vegetal’, con habilidades suficientes como para que la energía **venida desde fuera** de la botella pueda recomponer lo *espontáneamente* descompuesto por las demás bacterias. A través de tales bacterias el Sol puede convertirse en la madre que ayuda a ordenar los juguetes, ser quien pega los trozos del vaso roto. Las inmensas complejidades del funcionamiento de la población de bacterias A, B y C no me interesan ahora: baste decir que la botella de vidrio que las contiene, junto al aire, el agua y los nutrientes es una imagen cabal de nuestro planeta. Junto al Sol, esta imagen es suficiente para explicar los procesos realmente cruciales de la vida, de ese estar juntos aquí y ahora. Contemplando el Sol y la botella, la estrella y la Tierra, vemos un proceso espontáneo con un sólo sentido: durante su lento morir como estrella, el Sol hace posible la vida. Nuestra vida, por tanto, es un don gratuito del Sol.

Quizás alguien pueda argüir que en este tercer modelo con bacterias ‘animales’ y ‘vegetales’ falta algo esencial: **nosotras**, las personas humanas. Pudiera ser. Pero hay un dato escalofriante que merece la pena recordar: todas las personas humanas que poblamos el planeta cabríamos en la cercana presa del Atazar (después de ser convenientemente trituradas, por supuesto)¹. Sin embargo, las bacterias que pueblan la Tierra son varios órdenes de magnitud más numerosas, tanto en peso como en volumen. La desaparición de la humanidad no perturbaría apenas el despliegue de la vida, que permanecería evolucionando, imperturbable.

Por otra parte, la civilización urbano-industrial es como la bacteria A de nuestro primer modelo: se afana por vivir a costa de ‘nutrientes’ que apenas se renuevan (combustibles fósiles,

¹6.000 millones de personas a razón de 70 litros por persona son 420 millones de metros cúbicos, 420 hectómetros cúbicos. El embalse de El Atazar, cercano a Madrid, tiene una capacidad de 426 hectómetros cúbicos, ligeramente superior.

minerales, etc.) y produciendo nuevos residuos y desechos. La *insostenibilidad* no afecta a la vida en su conjunto, ni aun a la humanidad considerada como un todo: sólo la civilización urbano-industrial la produce, y sólo ella y sus vecinos (otras culturas humanas, animales y vegetales que han tenido la mala suerte de estar ‘cerca’) se ven amenazados tanto por el agotamiento de recursos como por el veneno de sus residuos.

Aunque nuestra población no aumenta de manera alarmante, nuestro impacto sobre el planeta sí lo hace: hay varias razones estructurales para ello: conforme los yacimientos de alta calidad se agotan, para extraer la misma cantidad de mineral útil hay que remover más y más materiales inútiles para la industria; conforme la petición de un ambiente ‘más sano’ se generaliza en los autodenominados países desarrollados, cada vez más quitamos de la vista nuestros desechos bajo la vigilancia de los ‘policías verdes’, de las ‘Agencias de Medio Ambiente’, etc... pero, para ello, consumimos las mismas fuentes energéticas convencionales y producimos, por tanto, más y ‘mejor’ contaminación. Por éstas y otras razones, nuestra producción de residuos no reciclables por la biosfera podría experimentar un crecimiento exponencial incluso si la población humana dejara de crecer.

Éste es el panorama en el que se sitúan nuestras ciudades. ¿Tienen ellas que ver con esta situación? ¿Podría de ellas surgir el impulso para una transformación radical de nuestra civilización dominante? ¿Qué podemos o qué debemos hacer con nuestras ciudades? Éstas son las preguntas cuyas respuestas hay que explorar.

La insostenibilidad de las ciudades globales

El desaforado consumo de recursos, del tipo de la bacteria A, no presenta las mismas características en unos lugares u otros del planeta. Un hecho comúnmente aceptado es que los países autodenominados desarrollados, con un veinte por ciento de la población, consumen un ochenta por ciento de los recursos. Imaginemos una humanidad dividida en dos clases homogéneas, ‘ricos’ y ‘pobres’, e intentemos percibir cómo se reparten cien unidades de recursos entre cien personas. A cada uno de los veinte ‘ricos’ le tocan cuatro unidades; mientras tanto los ochenta pobres se conformarán cada uno con un cuarto de unidad de recurso. Tenemos una primera conclusión: los ‘pobres’ se comportan de forma mucho menos insostenible que los ‘ricos’ pues a fin de cuentas hacen lo mismo (nacer, crecer, reproducirse y morir) consumiendo 16 veces menos recursos que sus vecinos.

De los veinte ricos, 16 viven en ciudades en el sentido moderno del término y suponiendo que se reparten los recursos equitativamente con sus cuatro colegas rurales, se quedan en su ciudad ‘rica’ con 64 unidades de recursos. Entre los ochenta ‘pobres’, solo veinticuatro viven en ciudades ‘modernas’ y suponiendo de nuevo un reparto equitativo con sus colegas del campo, se quedan en su ciudad ‘pobre’ con seis unidades de recursos. En total, por tanto, el sistema urbano moderno alberga cuarenta personas entre ‘ricos’ y ‘pobres’ y consume setenta unidades de recurso, es decir, casi dos unidades per capita. El mundo rural, con sus campos, pueblos y aldeas, alberga a sesenta personas que utilizan para su subsistencia sólo treinta unidades de recursos, es decir, sólo media unidad de recurso por campesino. De este modo,

la conclusión es que nuestro moderno y aparatoso sistema de ciudades resulta casi cuatro veces más despilfarrador, contaminante e insostenible que el mundo rural y agrícola. Ésta es una estimación muy, pero que muy prudente, puesto que en realidad, el reparto de los recursos dista mucho de ser homogéneo: tanto entre ‘ricos’ como entre ‘pobres’, las ciudades se quedan con mayor parte del pastel que el campo; pero además una parte de los recursos que el campo gasta no es en realidad para la subsistencia de los campesinos que allí viven, sino para la futura alimentación de los habitantes de las ciudades. Si se consiguiera transformar el sistema urbano de manera que redujera su consumo al nivel del medio rural, el consumo global de recursos de la humanidad podría disminuirse como poco a la mitad: ¡un objetivo impensable para los burócratas que se reúnen en Buenos Aires! En todo caso, queda claro que la insostenibilidad de la civilización industrial se encuentra íntimamente unida al desarrollo de las actuales conurbaciones. Dentro de ellas, el récord mundial de consumo y contaminación pertenece a las ‘ciudades globales’: Los Ángeles, Nueva York, Tokio, Londres, París, etc.².

¿Es **sostenible** la ciudad de Nueva York? Depende. Si el actual orden internacional se sostiene, la ciudad de Nueva York podrá seguir consumiendo fantásticas cantidades de recursos a la vez que, a través de una economía internacionalizada, la contaminación producida por su funcionamiento se manifestará muy lejos de la isla de Manhattan³. Vista así, es una ciudad sostenible por la simple razón de tener el **poder político** necesario para sostenerse.

Pero el concepto de sostenibilidad que me interesa es el que José Manuel NAREDO (1996) ha denominado *sostenibilidad fuerte*: ¿puede extenderse el funcionamiento de Nueva York a toda la botella herméticamente cerrada, es decir, al planeta en su conjunto? Les ahorraré los cálculos: si en todas las ciudades del planeta se adoptara la fisiología de Nueva York u otras ciudades semejantes, las reservas de combustible tardarían en agotarse unos cincuenta años. Sin embargo no estaríamos allí para verlo pues, mucho antes, la atmósfera se habría vuelto altamente contaminante para los animales superiores. Por tanto, ninguna de las denominadas ‘ciudades globales’ sirve como modelo *sostenible* para el conjunto de las ciudades del planeta. La sostenibilidad fuerte presupone, como ven, la equidad entre los miembros de la especie y, en consecuencia, no sólo asegura la viabilidad ecológica y física, también sienta las bases, al menos las necesarias, para una convivencia pacífica y justa con nuestros semejantes.

Para que las ‘ciudades globales’ se sostengan sin destruir el medio físico y biológico que las alberga, la condición necesaria (aunque quizás no suficiente) es muy clara y precisa: las ‘ciudades globales’ tendrán que impedir, incluso por la fuerza, que el resto del mundo alcance sus mismas cotas de consumo y disfrute de recursos (evitando la consiguiente producción de contaminación). Hay datos recientes que confirman esta desalentadora conjetura. Así, mucho se ha alardeado acerca de que el consumo *per capita* de energía en todo el mundo ha permanecido casi estable en la última década, queriéndose indicar con ello que el sistema global comenzaba a corregir sus disfunciones. Sin embargo, como ha señalado Antonio ESTEVAN (1998), un análisis más meticuloso de los datos disponibles revela que el consumo per

²Los datos en que me he basado para la estimación anterior son algo ‘viejos’ y han quedado desfasados. Sin embargo, con datos más actuales (aunque menos unánimemente admitidos) las conclusiones cualitativas son semejantes.

³Nótese que si Manhattan es una ciudad muy limpia, al menos en relación a su producción de residuos, ello se debe también a unas muy favorables condiciones de su clima local.

capita de energía ha crecido en los países ‘ricos’ un diez por ciento, lo que como contrapartida pone de relieve que los países ya de por sí ‘pobres’ han sido obligados a reducir su consumo en un siete por ciento. Supongo que no se les escapará que esta política será en el futuro una fuente inagotable de conflictos, que algunas veces serán sangrientos y dramáticos. Las imágenes que nos llegan o llegaron de la antigua Yugoslavia, de Ruanda, y de tantos otros lugares del mundo pueden ser leídas ahora con nuevas pero inquietantes perspectivas. . .

Condiciones necesarias para una ciudad sostenible

Plantear un modelo sostenible sobre el papel es tarea extraordinariamente simple: basta con dos condiciones que deben cumplirse **simultáneamente**: que todos nuestros procesos, simples o complejos, funcionen como ‘norias’, cerrando los ciclos de materiales, y que tales ‘norias’ sean movidas por la energía libre de origen solar (la propia radiación solar, el viento, etc.). La **simultaneidad** de ambas condiciones merece subrayarse: no basta con que a los enchufes de nuestras casas nos llegue electricidad de origen solar, en vez de térmico o nuclear: si seguimos con la misma forma de vida los ciclos de materiales que utilizamos seguirán sin cerrarse, y contaminarán el ambiente en cuanto su concentración supere ciertos umbrales. En este punto se reconoce a los grupos ecologistas más sensatos cuando **simultáneamente** solicitan energía solar y reciclaje. También se reconoce la habilidad empresarial de las divisiones de ‘energías renovables’ de las grandes multinacionales petrolíferas: planeando la construcción de grandes centrales eólicas o solares, responden bien a los intereses de la empresa: seguir con el negocio a la vez que mejoran su imagen pública. Por supuesto es preferible una megacentral eólica a una térmica o nuclear, pero de no cambiar nada más, seguiremos viviendo de forma globalmente insostenible.

Por tanto, para construir una ‘ciudad sostenible’ en el mundo real lo que se impone es transformar radicalmente nuestras insostenibles ciudades modernas, y nuestra forma de vivirlas. No se trata de construir otras nuevas. Muy al contrario: en conurbaciones como Madrid, con viviendas vacías suficientes como para albergar holgadamente un millón más de personas, resulta urgente parar de construir. Tenemos que *reciclar* nuestras ciudades. Debe quedar claro que la simple enunciación teórica del problema y de su solución no basta: desde mediados del siglo XIX (quizás antes) lo que yo denominaría ‘movimiento ecologista’ (nutrido por personas de muy distinto origen y especialidad) ha puesto sobre la mesa los instrumentos técnicos y analíticos necesarios, pero una y otra vez éstos han caído en saco roto. Debemos concluir que otro género de fuerzas opera en el fenómeno urbano y que, sin contar con ellas, nada podrá hacerse.

Para buscar alguna luz podemos volver la mirada hacia el pasado: hubo ciudades insostenibles y sus vacías y románticas ruinas nos han permitido vislumbrar algo de su antiguo esplendor. También las hubo sostenibles, y muchas de ellas dan hoy cuerpo a los llamados ‘cascos históricos’ de nuestras conurbaciones.

La ciudad del pasado fue muchas cosas a la vez. Desde luego fue y es uno de los medios físicos utilizados por el ecosistema humano para controlar y mantener su estructura. Tal y

como sugieren algunas observaciones de Ramón Margalef, la ciudad humana tiene un cierto paralelismo con un árbol. En ambos, sólo una pequeñísima fracción del peso total es materia viva. La mayor parte de un árbol es materia mineral que asegura que esa pequeña fracción de biomasa pueda mantener una forma estable, disputar por la radiación solar y por los nutrientes del suelo.

Tanto en la ciudad sostenible del pasado como en el árbol, la estructura material es expresión del devenir de la materia viva: así como la tenue capa viva del árbol va dejando cada año su anillo en la estructura interna del tronco, la ciudad fue ante todo expresión directa de la voluntad colectiva y libre de estar juntos, de vivir con otros, generación tras generación. La ciudad es un espacio ideal para la convivencia. La mirada pictórica en seguida descubre el carácter ‘orgánico’ de los trazados de los ‘cascos históricos’, y las analogías con otras formas orgánicas resultan legítimas y esclarecedoras.

La ciudad moderna perdió su alma colectiva: claramente desde el Barroco, la ciudad comenzó a ser planificada como una máquina, y ha dejado de ser expresión de la materia viva en su continuo nacer y morir. En un sentido preciso, la ciudad planificada ha significado la vuelta al trogloditismo: a sus habitantes sólo les queda conseguir un agujero, que no han construido ni organizado a su capricho y necesidad, e intentar convertirlo en un nicho ecológico, rodeado de trogloditas compitiendo por recursos escasos. Paradójicamente, el sueño de construir un hogar sólo se alcanza, a veces, al acceder a la ‘segunda residencia’ de fin de semana.

¿Por qué la ciudad creada por los habitantes para alojarse comenzó a transformarse en Europa en la ciudad propuesta y construida para alojarlos?

De entre los varios factores que pueden invocarse, el colonialismo que siguió al ‘descubrimiento’ de América podría tener especial relevancia. Imagínense a los conquistadores intentando convertirse en tales: intentando dominar un territorio ya primorosamente ocupado por el indígena tanto en lo rural como en lo urbano: por pura necesidad militar, el conquistador descubre, de nuevo, que es posible proponer e imponer una ciudad a una población sin contar con ella, dando lugar a las cuadrículas de la ciudad colonial, desprovista de esas formas orgánicas que podemos apreciar en las ciudades europeas del medievo. Nada más natural que aplicar esos mismos principios en la propia metrópolis. En un sentido preciso, la ciudad moderna europea, extendiéndose alrededor del villorrio medieval, se ha autocolonizado a sí misma, produciendo el mismo efecto que en la ciudad ultramarina: la pérdida de la condición de verdaderos ciudadanos de sus habitantes. Con la conquista aparece la separación entre colonizador y colonizado, que será reproducida en la metrópoli, entre administrador y administrado. Con ella comienza otra vez el transporte horizontal a larga distancia y la explotación de otros territorios. En el campo colonial sólo vive el indígena, así que nada más espontáneo que elevar de categoría a la ciudad habitada por el conquistador y su corte, degradando así lo rural, como territorio salvaje e incivilizado. Con el tiempo, la lógica del colonialismo se universalizó comenzando a ser percibida como un bien en sí mismo.

Hay otro factor de fundamental importancia, sobre todo en este siglo: la implantación de la agricultura química en el mundo rural y la consiguiente drástica disminución de la mano de obra necesaria, empujó y forzó a un buen número de campesinos hacia la ciudad. Difícilmente esas corrientes migratorias podían tratar como propia una ciudad que era el destino del exilio.

Se encontraron en un mundo ajeno, en el que nunca se les ha ofrecido la oportunidad de hacerlo propio. Como cabía esperar, ambos factores, junto a otros, se reforzaron mutuamente en la destrucción del alma colectiva de la ciudad.

El transporte en árboles y ciudades

A través de la ciudad y del árbol, los recursos y los residuos circulan, y una buena parte de la energía consumida se emplea en asegurar ese transporte. Mientras que la energía empleada proviene del Sol, ciudad y árbol están ligados a sus ciclos: el transporte debe asegurar el abastecimiento según los días y las estaciones. Esto tiene implicaciones estructurales muy importantes: conforme el tamaño del árbol o la ciudad aumenta, así la velocidad del transporte debe aumentar para asegurar un abastecimiento puntual dentro de un ciclo temporal de duración fija. Pero la velocidad significa consumo extra de energía: esencialmente, duplicar la velocidad significa cuadruplicar el gasto energético en transporte. Por ello existe para cada árbol un tamaño insuperable, a partir del cual toda la energía capturada del ambiente tendría que emplearse en transporte y no quedaría ni una gota para otra cosa. En una ciudad sostenible, ligada al flujo solar, nos encontramos con límites similares (aunque por supuesto otros factores podrían imponer límites más estrictos).

El arquitecto Sáenz de Oiza definió alguna vez la ciudad como el espacio geográfico que una persona humana puede recorrer entre el amanecer y el ocaso. Una sugerente definición, que desde luego tiene más que ver con la ciudad moderna, que con ninguna otra. Una definición que en todo caso revela a la vez cómo puede sobrepasarse el límite energético al transporte sostenible y cómo el transporte constituye una de las causas principales de la actual insostenibilidad urbana: para ciertos privilegiados existe la ciudad Madrid/Barcelona o la ciudad París/Londres gracias al voraz consumo de energías fósiles: desayunan en su casa, viajan para una comida de negocios muy importante, y vuelven a dormir al hogar. Como ha sugerido Margalef, «la contaminación es principalmente una enfermedad del transporte».

Cualquier ciudad presenta una notable diferencia con el árbol: en éste el transporte es vertical y las reglas del juego básicas son claras: esencialmente cada ejemplar dispone de unos recursos y una radiación solar dados, los correspondientes al suelo ocupado, de manera que su tamaño insuperable dependerá de las particularidades de sus sistemas de transporte y aprovechamiento de energía. En la ciudad el transporte es esencialmente horizontal, y los yacimientos de recursos no están en principio acotados. Ahora, además, los propios sistemas de transporte ‘compiten’ por el suelo disponible con los edificios y otros usos, de suerte que la mayor velocidad requerida por el crecimiento sostenido de las ciudades no sólo demanda más energía, demanda más suelo en forma de nuevas calles, circunvalaciones, autopistas cada vez más extensas, y por tanto una ciudad a su vez más grande, que a su vez precisa de mayor velocidad aún, etc.: una espiral exponencial sin límite. . . Por dar un dato, en las últimas décadas Madrid ha multiplicado por dos la superficie ocupada por habitante, sin que esta duplicación haya significado ninguna mejora apreciable en el grado de bienestar de sus ciudadanos. Por supuesto que, explotando yacimientos energéticos cada vez más lejanos, la ciudad moderna puede seguir aparentando que resolverá sus problemas de transporte y continuar con su creci-

miento, pero las más elementales leyes de la física permiten apostar por que la solución nunca llegará: el sueño de la movilidad sin fin sólo engendrará la pesadilla del atasco perpetuo. Lo cierto es que cuando la movilidad resulta imprescindible para la supervivencia, nuestros compañeros nómadas (personas humanas, aves, ballenas, etc) nos enseñan que es mejor no hacer ciudad, echarse al camino y andar.

Diferencias entre el transporte horizontal y vertical

La diferencia entre el transporte horizontal y vertical es, ante todo, geométrica: los árboles, para hacer crecer su estructura mineral no viva, están a expensas de que sus propios residuos caigan al suelo, se reciclen y vuelvan a entrar por las raíces. Cuando un árbol agota los recursos bajo sí, muere y deja paso al siguiente. Un bosque puede explotar a los ecosistemas que le rodean pero, debido a la naturaleza vertical del transporte de los nutrientes, sólo puede hacerlo a través de las fronteras que le separan de ellos. La tasa de explotación es pequeña y lo es tanto más cuanto más grande es el bosque, pues según crece, la frontera que lo define es una fracción cada vez más pequeña de la masa total. Algunos bosques, dejados a su arbitrio, llegan a acumular tanta materia combustible respecto a la masa total que acaban incendiándose por una u otra causa, y el ciclo de la vida se renueva. Si me permiten la metáfora, el árbol y el bosque ‘sienten’ y ‘perciben’ hasta qué punto han cerrado sus ciclos de nutrientes y desechos y, si la situación lo demanda, ‘deciden’ tomar cartas en el asunto, incluso con un admirable y oportuno suicidio. Ello es posible gracias a que la parte crucial del ciclo de materiales se cierra en un espacio pequeño: sólo entonces un sistema puede ‘medir’ sus costes y autorregularse. El coste físico de un objeto es una propiedad ‘emergente’ que no pertenece al objeto, tal y como ocurre con otras propiedades: peso, volumen, color, etc. Pertenece, como vimos, al proceso en el que el objeto participa. Dos objetos en apariencia idénticos y de igual precio pueden requerir muy distintos costes físicos: todo depende de cómo se hayan fabricado. Esta diferencia es la que percibimos al comparar un sucedáneo con el producto original. Por ello la medida del coste de un objeto es elusiva, más difícil que, por ejemplo, medir su peso. Pero el árbol, dominando sensitivamente el territorio que contiene los procesos que le afectan, puede tener un control adecuado sobre sus propios costes.

Por el contrario, el transporte horizontal permite que quedemos a merced de una percepción parcelaria, local, inconsciente del derredor, y por tanto insuficiente para una gestión adecuada de recursos y residuos. Así ocurre las más de las veces en la ciudad contemporánea y, especialmente, en las ‘ciudades globales’. La solución más sencilla para la basura en nuestra casa es obvia: sacarla a la calle. Para la basura en la calle, nada más fácil para un ayuntamiento que llevarla al vertedero. Y así sucesivamente. El camino de los recursos es simplemente el contrario. Sin realizar el penoso esfuerzo de pensar y meditar, resulta cuando menos raro que alguien nacido y educado en tal ambiente pueda percibir la conexión entre un flujo y otro, y los beneficios o daños que pueda ocasionar más allá. Lo único que cuenta es la limpieza del cubo bajo el fregadero y la abundancia dentro del frigorífico. Y nada más espontáneo que considerar que los artefactos que posibilitan estas ‘sencillas’ soluciones a nuestros problemas domésticos sean un estupendo logro de la civilización. Así ocurre con el automóvil, tal y como

lo expresó con su habitual claridad Félix CANDELA (1985): «la invención y el desarrollo patológico de este instrumento de transporte son un producto típico de nuestra generación, y su evolución, uno de nuestros mayores orgullos. Sin embargo, resulta evidente que no es posible hacer habitables nuestras ciudades mientras exista. Ni siquiera un gobierno, por autoritario que fuera, podría enfrentarse al problema con soluciones drásticas. Veinticinco centavos de cada dólar americano se gastaban en algo relacionado con el automóvil. Su supresión significaría la bancarrota del país. La tragedia de los hombres de mi generación es que estamos ayudando a crear un mundo en el que no creemos.»

Todo tiene un coste y exige un esfuerzo, ya lo vimos. La propia gestión no escapa a esa regla. Mientras que para el árbol, debido a su autosuficiencia, ese coste es marginal, en la ciudad global resultaría insoportable, aun si sus habitantes tuvieran la voluntad de ser conscientes de dónde vinieron o a dónde fueron, y qué impactos ocasionaron cada uno de los objetos que consumieron o desecharon. La ciudad global no puede autorregularse. Citando otra vez a CANDELA (1985), «un creciente número de personas tienen la errónea sensación de dominio sobre los productos de la técnica puesto que, a pesar de su ignorancia, pueden comprarlos con dinero, y una fe ciega en que la ciencia les resolverá todos sus problemas».

Transporte y moneda

Mientras que el transporte horizontal fue escaso, las ciudades y pueblos funcionaron de forma parecida al árbol: residuos y recursos podían compararse y relacionarse. Las distintas mercancías podían incluso trocarse directamente sin necesidad de dinero. La propia moneda era mercancía: para ver su valor se pesaba. De manera consciente o inconsciente, era posible una percepción suficiente de la globalidad de los costes como para que su control fuera efectivo ¡incluso sin sistemas contables! La explosión del transporte horizontal exigió una reformulación intensa de la moneda y del dinero, hasta auparlo a la categoría de valor simbólico de poder que hoy nos resulta familiar. Se trata del mecanismo imprescindible para que el tráfico de mercancías pueda funcionar de manera ágil a largas distancias y sólo en un sentido. Como tal símbolo puede crearse de la nada siempre que el emisor tenga suficiente poder para ello. Con él se intenta comprar todo: últimamente incluso el derecho a contaminar el planeta, tal como planea EE UU con la reducción de emisiones contaminantes de la antigua Unión Soviética. El moderno dinero no es ya siquiera el papel moneda: los sofisticados activos financieros son ya tan sólo anotaciones en cuentas electrónicas en instituciones con suficiente poder para hacerlas y a las que otorgamos nuestra confianza, por la simple y comprensible razón de mantener en orden la cocina de nuestra cueva. Con este admirable instrumento y su creación a medida, el transporte permite a las ‘ciudades globales’ la explotación sin límite del resto de los ecosistemas y territorios, propiciando el crecimiento sostenido de aquel abismo entre ‘ricos’ y ‘pobres’ que examinábamos con anterioridad. Los valores monetarios amenazan con convertirse en nuestra única forma de percepción ecológica, encubriendo todo aquello que el árbol puede sentir y controlar de forma tan barata. Mientras que el árbol alcanza la sostenibilidad a través de su autosuficiencia en el territorio que habita, en la ciudad motorizada y monetarizada ni siquiera podemos percibir con claridad lo insostenible de nuestra vida, atrapados en un

mundo de cuevas sobre el que no podemos hacer otra cosa que vender y comprar cosas que vienen y van. Bajo esta luz es fácil entender la prisa de la civilización urbano-industrial por suprimir las fronteras para las mercancías y la moneda, y los obstáculos que encuentran las personas para atravesarlas. Las sedentarias 'ciudades globales' no quieren ni oír hablar de la posibilidad de que los 'pobres' decidan volverse nómadas.

La construcción de la ciudad sostenible

La construcción de la ciudad sostenible pasa por recuperar el control del ciclo completo de energías y materiales que permiten nuestra existencia. Y para empezar debemos recuperar su percepción eliminando la lejanía. Calmar el tráfico en todos los planos y distancias resulta por tanto una labor prioritaria ¡y no me refiero sólo al automovilístico! Una vez podamos ver, podremos conocer, valorar y controlar. La recuperación de la ciudad construida, modificada, rehabilitada por sus ciudadanos es por tanto una condición imprescindible para su sostenibilidad. El ciudadano tiene que recuperar la posibilidad de dejar huella en la ciudad que habita, como pasó y pasa en algunas ciudades, como siempre hizo la célula viva en el árbol. Una democracia entendida como un proceso electoral no ayuda mucho aquí. Idealmente, en el ágora de la ciudad deberían haber representantes de todas sus familias y tribus, que deberían poder realizar el deseo primero de lo urbano: estar juntos, verse y tocarse las caras. Es necesario por tanto un tamaño de ciudad, de espacio urbano, acorde con la posibilidad de percibir la totalidad o la mayor parte posible de personas, objetos, energías, información que la forman. La ciudad tiene que ser abarcable apenas sin esfuerzo. Para nuestras grandes metrópolis se ha sugerido y en ocasiones experimentado su troceo en barrios-ciudad, tal y como ha propuesto Agustín Hernández. Trozos de tamaño suficiente como para dar cabida a la complejidad de lo urbano y a su diversidad, pero no tan grandes que el ciudadano los desconozca. Trozos en los que la población pueda, para empezar, construir por sí misma su propia centralidad, su identidad colectiva. No se trata desde luego de construir fronteras arbitrarias: igual que fue posible construir la ciudad global mediante el diseño de redes de comunicación e ingeniosas inversiones en infraestructuras, es posible trocear la ciudad reformando sus sistemas de transporte: si las circunvalaciones y las autopistas nunca fueron expresión de un proyecto colectivo, su remodelación podría serlo. Lo que digo no es una utopía: hay ya experiencias de ciudades que iniciaron, quizás por circunstancias insospechadas, su propia transformación: Curitiba en Brasil, Adelaida en Australia, Zurich, Vancouver y otras. A medida que la conciencia de nuestros problemas ha ido creciendo, gracias a una paciente y pertinaz labor de denuncia del movimiento ecologista, a veces basta con una cierta masa crítica de personas informadas y alguna circunstancia favorable para que el proceso, al menos, comience. Cada experiencia tiene sus propias particularidades, aciertos y fracasos, de manera que no tendría sentido aquí una exposición de recetas, trucos y reglas para la rehabilitación ecológica de la ciudad: lo que en unos sitios puede servir en otros puede fracasar. Lo único que las distingue a todas ellas es, precisamente, ese afán por una nueva acción política democrática que permita reconstruir el alma colectiva de la ciudad. Desde luego las conclusiones muy generales que pueden sacarse de todo lo que llevamos visto son ideas-fuerza que deben concretarse sobre el terreno. Insistiría en dos: primera, la reducción del transporte por todas las razones apuntadas.

Segunda: la recuperación de una agricultura sostenible. Este punto ofrece muchas ventajas, pero para la ciudad una en especial: para una agricultura sostenible volverá a necesitarse un montón de gente a pie de campo, lo que daría oportunidades significativas para recuperar el medio rural y su posición superior en el proceso productivo, a la vez que descongestionamos nuestras conurbaciones más grandes. La transformación de la agricultura y de la ciudad tienen que entenderse como caras de una misma moneda. De otro modo, la reforma ecológica pasará a la historia como una moda arquitectónica más, una moda epidérmica, impudicamente lingüística.

¿Cuánto tiempo tenemos?

Cuando planteé al principio el primer modelo de la botella hermética, vimos que la población de la bacteria A crecía exponencialmente para luego sucumbir. Les prometí entonces volver más adelante sobre este particular. Para acabar cumpliré con mi promesa. Los crecimientos exponenciales son apreciados por los matemáticos, pues tienen algo de mágico: al principio parece que el objeto en estudio apenas es un poco más grande, pero al cabo de un tiempo, casi de repente es ya tan enorme que apenas alcanzamos a verlo. La velocidad en crecer va pareja exactamente con el tamaño: tanto más grande, tanto más rápido crece. Un antiguo cuento chino explica bien y gráficamente las consecuencias del carácter exponencial de muchos de los procesos que hemos examinado. Imagínense un pequeño estanque, donde viven nenúfares hipotéticos, con la extraña habilidad de que, cada día, se dividen en dos de igual tamaño. Un cierto día, tan sólo la mitad de la superficie del estanque está cubierta por los nenúfares. La otra mitad permanece libre, de manera que la luz puede penetrar en el agua y otros seres vivos pueden medrar en aparente armonía. Todo está en calma, peces y larvas bucean despreocupados. Sin embargo, al día siguiente, tras la reproducción de los nenúfares, toda la superficie del estanque aparece cubierta: nada de luz llega al agua: peces y larvas comienzan a preocuparse seriamente: pero es tarde: nada pueden ya hacer para controlar su situación. La vida comienza a extinguirse. No como en una explosión. Al decir de Margalef, como un globo que se deshinchacha.

Referencias

- CANDELA, FÉLIX
1985 *En defensa del formalismo y otros escritos*
Xarait Ediciones, s.c.
- ESTEVAN, ANTONIO
1998 «El nuevo desarrollismo ecológico»,
Archipelago, número 33, pp. 47-60

NAREDO, JOSÉ MANUEL

1996 «Sobre los orígenes, el uso y el contenido del término sostenible»,

Biblioteca Ciudades para un Futuro más Sostenible, Documentos: La construcción de la ciudad sostenible, junio de 1997, <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>

Arquitectura integrada en el medio ambiente

MARGARITA DE LUXÁN GARCÍA DE DIEGO

Madrid (España), 1996.

Introducción

La arquitectura bioclimática o ecológicamente consciente, no es tanto el resultado de una aplicación de tecnologías especiales, como del sostenimiento de una lógica dirigida hacia la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales, mantenida durante el proceso del proyecto, la obra y la vida del edificio y la utilización por sus habitantes; sin perder, en absoluto, ninguna del resto de las implicaciones: constructivas, funcionales, estéticas, etc., presentes en la reconocida como buena arquitectura; creando una nueva jerarquización en los factores determinantes de las soluciones construidas.

La necesidad de crear nuevas alternativas a los modos habituales actuales de producción de los edificios, viene determinada por la evidente y creciente ponderación de los problemas medioambientales que se vienen generando en el ámbito del alojamiento y su directa implicación en el agravamiento de muchos de los reflejados en las ciudades y en el entorno natural.

Por otra parte, los conocimientos sobre ciencias naturales se cuadruplicaron desde 1935 a 1970, y desde 1970 a 1980 se habían acumulado tantos conocimientos nuevos como en el transcurso total de la historia. No hay datos para valorar lo que está sucediendo de 1980 a nuestros días pero resulta claro que las investigaciones han aportado una información en crecimiento exponencial sobre las interacciones entre las actividades humanas y el medio planetario global; parece pues un buen momento para revisar las conexiones entre arquitectura y medio natural.

De la definición de arquitectura, entendida como parte de la tarea de humanizar el entorno, de habilitarlo para la actividad humana, se desprende que en sus actuaciones conlleva una transformación que ha de analizarse y encajarse dentro de un sistema general de sostenibilidad. Aunque en muchas ocasiones la edificación se haya desarrollado sin tener como uno de sus conceptos radicales la integración medioambiental, las condiciones del medio natural le influyen básicamente y depende de la voluntad de la sociedad que la vive y de los profesionales que la construyen, la posibilidad de aprovechar, hacer caso omiso o destruir, las capacidades que el mismo proporciona.

El agravamiento de los problemas mundiales y la urgencia que se va generando al ir cuantificándolos, hace que haya una tendencia social a solicitar soluciones rápidas y claras para el alojamiento, y empiezan a aparecer propuestas que ofertan *la casa ecológica*, con una intención de solución universal; nada menos ecológico que los prototipos universales como resultado de la adecuación medioambiental de la arquitectura. Los distintos climas, la variedad de materiales que la naturaleza tiene en cada zona, las diversas condiciones geográficas,

las distintas culturas del habitar, marcan orientaciones hacia soluciones particulares que habrá que estudiar y desarrollar para cada opción concreta.

Si hay algo claro como conclusión en el campo de las arquitecturas integradas, es su especificidad para cada caso, para cada lugar, para cada ambiente.

Pueden aprovecharse metodologías de análisis y de propuestas de experiencias anteriores o similares que permitan sistematizar unas bases de partida y descubrir factores fundamentales a tener en cuenta, aunque el equilibrio y la jerarquía de decisiones varíe luego específicamente para cada situación incorporando datos particulares que pueden ser determinantes en el diseño; así mismo deben aprovecharse los avances tecnológicos, pero no sin antes valorarlos dentro de cada contexto y de analizar su adecuación o inadecuación a las condiciones y necesidades reales y las consecuencias de su implantación desde una perspectiva global y lógica, al menos con los conocimientos con que hoy se cuenta.

Los problemas

Para descubrir la incidencia de la construcción y el alojamiento en los problemas medioambientales hoy, se debe de analizar por entero el proceso que engloba la edificación.

Habitualmente, al hablar de alojamiento, se valora la adecuación o la consciencia energética de los edificios en función solamente del gasto o ahorro energético en la climatización e iluminación durante su uso, así como la contaminación que produce en su entorno inmediato.

Sin embargo, las relaciones entre edificación y medio ambiente son mucho más extensas y complejas.

Si se analiza la actividad entera que implica una construcción, se habrá de valorar su incidencia medioambiental en todo el proceso:

- Extracción de rocas, minerales y materiales de todo tipo.
- Gastos energéticos y procedimientos para la fabricación de elementos constructivos.
- Gastos energéticos y procedimientos para la fabricación de sistemas y equipos de instalaciones.
- Transportes de materiales, elementos y equipos.
- Puesta en obra, medios y maquinaria.
- Gastos energéticos en climatización e iluminación y contaminación derivada.
- Mantenimiento y uso, agua, residuos y vertidos.
- Reutilización y procedimientos para cambios de uso.
- Derribo y derivaciones del abandono de las edificaciones.

Al relacionar cada una de estas fases con los principales problemas medioambientales actuales, se descubre la verdadera extensión de las repercusiones derivadas de la construcción:

Cuadro 1:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Mundiales										
Cambio Climático e invernadero		x	x	x	x	x	x		x	x
Agotamiento del ozono		x	x			x	x	x		
Deforestación	x	x			x	x	x			
Pérdida de biodiversidad	x									
Contaminación mares		x	x	x		x		x	x	
Gasto recursos no renovables	x	x	x	x	x	x	x			
Locales										
Contaminación atmosférica	x	x	x	x	x	x	x			
Contaminación aguas continentales	x	x	x					x	x	
Deterioro del mar y costas		x	x	x		x		x	x	
Residuos tóxicos		x	x		x	x	x	x	x	x
Riesgos industriales		x	x		x					
Erosión y desertización	x			x	x					x
Abuso de recursos renovables						x	x	x	x	
Ocupación suelo con vertidos		x			x			x	x	x

- a** Rocas, industriales, minerales, materiales. **b** Fabricación elementos constructivos.
c Fabricación sistemas, equipo, instalaciones.
d Transporte a obra. **e** Construcción, puesta en obra. **f** Gasto energético climatización.
g Gasto energético iluminación. **h** Mantenimiento, agua, usos varios.
i Reutilización, cambio de uso. **j** Derribo, abandono.

La corrección de muchos de estos problemas desde el campo de la construcción, viene unida a la revisión de procesos de los campos de la minería, la industria, etc., y otros se encuentran indisolublemente ligados a replanteamientos urbanísticos y sociales, pero no por ello han de olvidarse al hacer las valoraciones globales de la arquitectura desde lo sostenible o medioambiental.

El cuadro anterior también serviría como análisis para saber en las muchas direcciones en las que hay que avanzar tanto en investigación como en soluciones aplicadas, para ir hacia la mejora de las propuestas de arquitectura integrada en su medio ambiente.

Por otra parte, la adecuación debe darse en todas las escalas en las que el alojamiento se determina:

- Ordenación del territorio
- Planificación urbanística
- Normativa y diseño urbano
- Composición de los edificios
- Diseño de elementos y sistemas para la edificación
- Materiales de construcción
- Programas de uso y mantenimiento

Ajustando las propuestas a las capacidades de los lugares, yendo de los niveles más amplios a los menores, cada escalón bien resuelto implica mejores posibilidades para las actuaciones del escalón siguiente.

Por ejemplo: si en un lugar frío, se ubica una población en una ladera Norte, donde no llega el sol durante el invierno, en el nivel urbano ya no se podrá resolver la posibilidad de aprovechamiento de energía solar directa; tampoco la edificación tendrá capacidad de usar ese tipo de energía con sistemas pasivos y activos, y sólo quedará la opción de minimizar los problemas procurando conseguir ahorros en el gasto de otros combustibles más contaminantes, pero esto aumentará el consumo global en energía y materiales para la fabricación de los sistemas de calefacción y aislamientos.

Por último, hay que apreciar los problemas derivados de la implantación e importación indiscriminada de modas, tecnologías o normativas que pueden ser lógicas en unos climas y condiciones en donde se han creado, pero son contraproducentes en otros, al encontrarse en situaciones prácticamente contrarias.

Las fuertes presiones del mercado y la publicidad en el campo de climatización de edificios, que tanto se identifica socialmente con la calidad de vida, marcan en estos momentos direcciones de desarrollo contradictorias: por una parte se plantean, y esto es muy positivo, soluciones que valoran el ahorro en energías habituales derivadas de recursos no renovables; por otra parte, y esto es más negativo, se mantienen en el uso de este tipo de combustibles, cerrando muchas veces el paso a otras soluciones más evolucionadas o al uso de energías pasivas o alternativas, con el fin de vender sus stocks de equipos, y de amortizar las inversiones

en fábricas y redes de infraestructuras. Así mismo, las ventajas de fabricar el mayor número posible de elementos repetidos, la economía en origen de soluciones únicas para el mercado mundial y su extensión con fuertes campañas de propaganda, está acabando con la cultura de las adecuaciones climáticas locales, con la *arquidiversidad*, que con sistemas a veces muy sencillos, pasivos y de bajo costo, pero que quizá en estos momentos no tienen un reconocimiento de prestigio social de cómo exponentes de riqueza lograban unos altos grados de confort con consumos mínimos o nulos.

En otro orden de cosas cabe apreciar que la aplicación de normativas urbanísticas que plantean una dicotomía radical entre público y privado, en que lo público en vez de ser de todos no es de nadie, si no lo paga, va acabando en muchos lugares con un uso clásico en los climas suaves en los que los espacios abiertos con vegetación y pavimentos adecuados, en las aceras, calles y plazas, se aprovechaba periódicamente por los habitantes de la ciudad para disfrutar del aire libre, lo que hacía que de algún modo considerasen suyas y cuidasen las pequeñas áreas libres contiguas a las viviendas, con lo que, además, se ampliaba el espacio de utilización real de los alojamientos.

La prohibición de la estancia continuada en los espacios públicos, sin el abono de la concesión correspondiente al ayuntamiento; la prioridad conferida al automóvil; la contaminación atmosférica, y las malas condiciones ambientales generadas por el tratamiento exclusivamente *pétreo* del diseño duro de las zonas abiertas, raramente pensadas para el confort del ciudadano (que suelen recalentarse durante el día en verano, en los meses que más pueden disfrutarse), basado en una defensa de dichos proyectos duros ante la supuesta degradación por uso, o por un planteamiento puramente visual de los mismos, que procura incluso impedir la permanencia en ellos, son contrasentidos que minan la habitabilidad de la ciudad y fuerzan a una huida hacia los espacios naturales, cada vez más presionados por los ciudadanos que buscan en ellos cualidades que bien podrían encontrar en su entorno urbano más próximo.

Posibilidades de adecuación a la sostenibilidad en España

Al hablar de los problemas generados a lo largo del proceso de edificación, se indicaba que había correspondencias directas en la corrección de los mismos en las primeras fases de la cadena constructiva, con las que aparecerán tratadas en los campos de las actividades industriales.

- La obtención y extracción de materiales para la construcción que aproximadamente representan el cincuenta por ciento de los totales, se encuentran ligadas a revisiones necesarias desde la minería y la industria.
- La que debe darse en la fabricación de elementos constructivos, sistemas y equipos, avanzará en paralelo a las mejoras en los procedimientos industriales, y sus resultados son imprescindibles para una valoración global del gasto energético en la edificación.

Para apreciar su importancia, y a falta de muchos datos precisos, cabe comentar como ejemplo, que la energía gastada en la fabricación de los elementos básicos, sin equipos de insta-

laciones, de una vivienda de 75m² útiles, convencional, en bloque de tres plantas, del nivel correspondiente a las exigidas para la vivienda de promoción pública en España en los años ochenta, representa el equivalente al consumo en calefacción de la misma vivienda durante aproximadamente 45 años en el área de Madrid y 51 en el área de Barcelona¹.

- La que deviene del transporte a obra depende del aprovechamiento de materiales y elaboraciones del entorno, del tipo de transporte y de las distancias de recorrido a las que se vean obligados.
- La adecuación y reorganización que cabe irse planteando en la puesta en obra, implica la apreciación de las mejoras en rendimientos de maquinarias y su diseño, y un mayor cuidado en el tratamiento provisional y temporal de las condiciones naturales del entorno afectado.
- Las fases siguientes: las que habitualmente se ligan a la edificación, son también determinantes; no podemos olvidar que el mantenimiento de los edificios representa el 33 % de la energía gastada, de la que el 12,5 % del consumo total en España corresponde a las viviendas, lo que equivale al 40 % del consumo por habitante; que el consumo eléctrico de las viviendas absorbe el 70 % del producido; y que el 50 % de la contaminación que sufrimos, deriva del alojamiento².

Ya que estas fases: consumo por climatización, por iluminación y por usos diversos, son tan importantes, merecen unos comentarios más extensos.

Continuamente se comparan los niveles de gasto energético en el alojamiento en España con los del resto de la Europa más avanzada, ya que consumimos aproximadamente la mitad, y se dan razones para aumentar necesariamente el gasto hasta igualarnos; pero si se hace un análisis comparativo, y se plantean criterios de sostenibilidad no quedan tan claras estas afirmaciones.

La muy diversa configuración geográfica y climática española, impide sacar datos únicos que puedan aplicarse a todo el territorio, pero se puede establecer una comparación básica entre las condiciones medias españolas entorno al paralelo 40.LN. y las medias del cinturón europeo que engloba las principales capitales europeas; París, Londres, Berlín, en torno al paralelo 50.LN.

Estas condiciones de partida, muy distintas, permiten según los datos de la Comisión de la Comunidad Europea, que la contribución solar en los edificios respecto a la capacidad calorífica necesaria medida en porcentaje, sea del sesenta al setenta por ciento en España y del veinte al treinta por ciento en las zonas europeas con las que seguimos estableciendo esta comparación.

Dado que en esa Europa más fría que la nuestra, y de la que suele llegarnos la mayoría de la información y productos, deben hacer frente a un 80 %-70 % de gastos, con consumo de

¹Fuente: Ricardo Tendero, *Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente*, ETS de Arquitectura de Madrid.

²Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 1993.

energías no solares, es decir con mayoría de combustibles no renovables y contaminantes, es lógico que la inmensa mayoría de su esfuerzo se dirija, preferentemente al ahorro de energía convencional, buscando en la construcción soluciones con un alto grado de aislamiento y poca inercia térmica; lo que inmediatamente se refleja en investigación y normativas consecuentes.

Nuestro caso, y el del resto de la Europa Sur, es bien diferente; deberíamos de centrarnos prioritariamente en conseguir, con la edificación adecuada, ese 60 %-70 % de aporte solar, no contaminante, al que es evidente se puede llegar, según las valoraciones realizadas por el Instituto de Energías Renovables, a través del proyecto Monitor de la Comunidad Europea, que ha permitido medir el comportamiento de edificios construidos en España con planteamientos de aprovechamiento solar, y que llegan en algunos casos hasta ahorros energéticos del 87 % sobre edificios convencionales.

Cuadro 2:

CONDICIONES MEDIAS ESPAÑOLAS		CONDICIONES MEDIAS EUROPEAS 50° LN	
Temperatura med. anual	14°C	Temperatura med. anual	9°C
Temperatura med. enero	7°C	Temperatura med. enero	2°C
Temperatura med. julio	23°C	Temperatura med. julio	17°C
Horas recorrido solar diciembre	9h.	Horas recorrido solar diciembre	7h.
Radiación med. glob. diaria anual	4,4 KWh/m ²	Radiación med. glob. diaria anual	2,7 KWh/m ²
Radiación med. glob. diaria enero	2,0 KWh/m ²	Radiación med. glob. diaria enero	0,6 KWh/m ²
Radiación med. glob. diaria julio	7,2 KWh/m ²	Radiación med. glob. diaria julio	5,0 KWh/m ²

Fuente: *Atlas Climático de España*, Instituto Nacional de Meteorología. Comisión de la Comunidad Europea.

Realizado un estudio sobre los datos climáticos de todas las capitales de provincia españolas como ejemplos de todo el territorio, a la búsqueda de estrategias de climatización, se puede observar lo siguiente:

- En el mes más frío del invierno, enero en casi toda España, los edificios en el cincuenta por ciento de las capitales españolas se podrían calefactar suficientemente con energía solar activa y pasiva durante todo el día; el restante cincuenta por ciento necesitaría calefacción convencional, durante la noche sobre todo, ya que en las horas medias del día podría resolverlas con aportes solares.
- En un mes medio de invierno, en unas zonas es más frío noviembre y en otras marzo, el noventa por ciento de las capitales españolas se podrían calefactar hasta alcanzar condiciones de confort durante todo el día con aportes solares con sistemas pasivos y activos; y en el ochenta por ciento bastaría con soluciones pasivas durante las horas centrales del día.

Con unas condiciones de contorno adecuadas y según nuestros datos climáticos de partida, en todo caso, podríamos minimizar radicalmente los aportes de calefacción con energías convencionales.

- En los meses más calientes, julio en el interior y agosto en la costa, se podría entrar en condiciones de confort en las edificaciones por medio de ventilación en las zonas

más húmedas, el 26 % de las capitales; en otro 56 % se conseguiría si los edificios tuvieran alta masa térmica que fuera capaz de mantener, en el interior de los edificios, las temperaturas nocturnas durante el día, aprovechando la oscilación de temperaturas media diaria entre las máximas de las horas del mediodía y las mínimas nocturnas, que en estos meses llega a ser de 16^oC. a 23^oC. en las zonas interiores de la península.

Es decir, muy pocas capitales necesitarían consumir energía en aire acondicionado con unas buenas condiciones de masa e inercia térmica en las construcciones³.

La Norma Básica de Edificación española, respecto a condiciones térmicas en los edificios, vigente desde 1979, (NBE-CT-79), única a nivel estatal, se orienta fundamentalmente a evitar las pérdidas de calefacción exigiendo el aislamiento de los edificios según zonas y tipos de energía convencionales. No tiene en cuenta la posibilidad de aportes o ganancias solares. Esta normativa ha sido enriquecida, y ajustada con mayores adecuaciones climáticas, en algunas CCAA, encontrándose en periodo de revisión.

La aplicación de esta normativa, referida sólo a pérdidas y gastos en calefacción, y la aplicación indiscriminada de sistemas derivados de climas fríos, ha orientado la construcción hacia modelos con un grado de aislamiento cada vez más alto pero poca inercia térmica, abandonando otros tipos de construcción anteriormente habituales, lo que está abocando, cada vez más, a problemas de sobrecalentamiento.

Según datos del Ministerio de Industria, la venta y uso de aparatos de aire acondicionado hacen que se desplacen al verano los momentos de mayor demanda de electricidad que tradicionalmente se presentaban durante el invierno, agravando el consumo de energías contaminantes, en general innecesario si se planteasen unas buenas condiciones pasivas de refrigeración natural.

Los aparatos de aire acondicionado, sin normativas urbanísticas específicas que los regulen en su relación con las calles, van convirtiendo las ciudades cálidas en intransitables para los peatones en las horas de calor, ya que no se puede olvidar que la mayoría de estos aparatos, por cada frigoría (-1 Kcal) que consiguen para el interior, vuelcan al exterior 1,43 Kcal.

Todo esto no quiere decir que debemos abandonar las mejoras en los aislamientos o el ahorro energético de energías convencionales, sino que la incidencia de realizar un tipo de edificaciones con capacidades de adecuaciones solares y de refrigeración por aprovechamiento de condiciones naturales, puede ser aún más eficaz e importante dado nuestro clima.

Continuamente se lanzan mensajes que afirman que: «aumentar el consumo de energía en nuestros hogares es garantía del aumento de nuestro bienestar social», animando a igualar, al alza, los niveles de los países comunitarios, pero tras el anterior análisis estas afirmaciones no resultan evidentes.

Habría también que valorar en este sentido, los gastos energéticos domésticos, su incidencia medioambiental, y su necesidad real, ya que, como ejemplo, la presión del mercado puede

³Fuente: Ricardo Tendero, *Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente*, ETS de Arquitectura de Madrid.

conducir a situaciones tan estafalarias como llegar a señalar como imprescindible para el bienestar, el uso generalizado de secadoras, en un país como España, en el que en el noventa por cien de su superficie, la humedad relativa en julio a las 13 horas es del 45 % y en enero del setenta por ciento; con un potencial de evapotranspiración medio anual superior a los setecientos milímetros en este noventa por ciento y superior a los ochocientos en el sesenta por ciento del territorio.

Otro importante tema a plantear, desde la sostenibilidad, es la utilización del agua, tanto a nivel de recogida de la de lluvia en la ciudad y los edificios, como de posible reciclado en el uso doméstico.

Hay que tener en cuenta que en áreas altamente urbanizadas, como la Comunidad de Madrid por ejemplo, el gasto de agua en los edificios representa hasta un sesenta por ciento del total, y con la reutilización a nivel doméstico que podría suponer simplemente el usar el agua saliente de lavabos y duchas o baños para los inodoros se podrían alcanzar ahorros del 33 %, es decir, el veinte por ciento del total en áreas consolidadas.

Las posibilidades de utilizar sistemas de calentamiento solar para el agua, dada la radiación existente, son muy apreciables: la aportación solar con equipos sencillos, puede ser del sesenta al ochenta por ciento, según las zonas.

Respecto a los materiales, conviene estudiar específicamente las mejores opciones en relación a las necesidades de cada lugar, para aprovechar las condiciones positivas del entorno natural, que pueden variar con el tiempo —por ejemplo el uso de madera no convendría en zonas con problemas de deforestación pero podría ser interesante si hubiese una reforestación y se consolidase la masa forestal—, y minimizar, como en todo, el consumo energético complementario, teniendo presente el derivado del transporte.

Modos constructivos y materias que pueden ser recomendables en unas condiciones y escalas, resultan de dudosa adecuación en otros: un caso a comentar podría ser la construcción con tierra; perfectamente apropiada en edificaciones bajas, en zonas como algunas de Palencia, donde el material se encuentra prácticamente a pie de obra, y en donde los problemas de ocupación y precio del suelo no son prioritarios; serían de muy poca clara adecuación para solucionar edificación en altura en una ciudad de densidad alta, o donde hubiese que transportar, con apreciable gasto energético, el gran volumen del material necesario para edificar con él, (aproximadamente 72 m^3 para una vivienda de 100 m^2 , frente a los 19 m^3 que supondría realizarla con un muro habitual de ladrillo con cámara), lo que implicaría la extracción en algún lugar de grandes masas de tierra, resultando además que para la misma superficie útil, se ocuparía un quince por ciento más de superficie construida, lo que podría ser contraproducente en estas ciudades.

La importancia en la elección de los elementos y materiales es fundamental, y tiene una incidencia mucho mayor de lo que se supone generalmente en el comportamiento de adecuación de los edificios y el gasto energético.

Las variaciones pueden ser notables con diferencias aparentemente poco influyentes, por ejemplo: comparando el comportamiento de diversos tipos de forjados puede observarse que

el desfase —el periodo de tiempo entre el momento en el que una forma de radiación incide sobre un elemento y en el que, tras atravesarlo, es cedido al otro lado— puede variar mucho: en un forjado con bovedillas de hormigón será de once horas, en un forjado con bovedillas de poliestireno expandido, será de seis horas; además, la capacidad térmica, o sea, la cantidad de calor que es capaz de acumular 1 m^2 en el caso del primero es de $88,44 \text{ Kcal/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, y en el del segundo de $43,39 \text{ kcal/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$; es decir diferencias del cien por cien que podrían ser determinantes a la hora de proyectar.

Otro ejemplo: con una calefacción por suelo radiante, la elección del tipo de pavimento es básica; con la misma instalación y tomando como rendimiento cien por cien la emisión a través de un suelo cerámico o pétreo, el uso de un solado de parquet lo reduciría hasta el ochenta por ciento, y el de moqueta hasta el cuarenta por ciento.

Al acabar con las fases de cambio de uso y de derribo o abandono, es cuando más claramente se marcan las posibilidades de reciclado y reutilización de los materiales.

En la construcción clásica española, el reciclaje y reutilización de materiales fue tradicional; incluso a veces demasiado drástico, siendo a menudo responsable de la desaparición de edificios antiguos de valor apreciable. La elevación en los costos de mano de obra y los tiempos reducidos para economizar la construcción han primado los procesos de derribo con maquinaria sobre los de desmontaje, que permitían el aprovechamiento por piezas, separando los elementos.

El tipo de materiales que suelen constituir la mayor parte del volumen de obra en la construcción habitual en España (hormigón, ladrillos, tejas, madera, etc.) no tienen en sí mismos imposibilidad de ser reciclados y reutilizados para áridos por machaqueo, rellenos, molturados etc.; quizá los más complejos sean los que forman parte de las tabiquerías interiores en los que aparecen capas y uniones con morteros de yeso.

Los elementos metálicos, plásticos, aislantes y demás, sufren los mismos problemas que el resto de los vertidos industriales. En el caso del vidrio, según datos de Cristalería Española, el reciclaje, todavía incipiente de este material, supone actualmente un ahorro del treinta por ciento de energía en la fabricación.

Derivado sobre todo de un desordenado crecimiento turístico, está el caso de obras inconclusas con imposibilidad de no ser nunca acabadas por problemas de ilegalidad urbanística u otros, que perturban gravemente el medio ambiente (un recorrido por las costas mediterráneas españolas es demostrativo de la urgencia con que debe encararse este tema que implica una fuerte contaminación paisajística).

Dar una solución a las edificaciones abandonadas es prioritario: normalmente el reciclaje más radical es la rehabilitación; además las edificaciones tradicionales en España, generalmente con muros de carga o con cerramientos pétreos o cerámicos gruesos, son una buena base para adecuaciones climáticas pasivas.

Una vez comentadas las distintas fases del proceso, se pueden analizar las relaciones entre el medio ambiente y las distintas escalas en las que la edificación se determina.

El cuadro 3 está referido a un ejemplo de arquitectura popular española, analizando las interacciones naturaleza-arquitectura en un conjunto de pueblos ubicados en un valle alicantino:

Para llegar a un diseño arquitectónico integrado en su medio ambiente, y sobre todo para aprovechar positivamente las condiciones del medio natural, hay que tener en cuenta toda una serie de variables que deben ser reflejadas y acogidas en la formalización y adecuación constructiva, siendo relacionadas con las respuestas del diseño.

Cuadro 3: Ejemplo de cuadro resumen de los parámetros medioambientales que intervienen en el diseño en cada escala arquitectónica, Vall de Gallinera

PARÁMETROS AMBIENTALES		ESCALAS				
		a	b	c	d	e
Climáticos	Temperatura	XX	X	XXXXXX	XXXXXXXXXX	XX
	Humedad	XX	X			
	Radiación	X	X	X	XXXX	X
	Viento	XX	XX	X	XXX	
	Publiometría	XX	X	XX	XX	
	Orientación	X	XXX	X	X	
Hidrológicos	Aguas superf.	X	X			
	Aguas subte.	XX				
	Red de drenaje	XX				
	Permeabilidad	X	X			
Geomorfológicos	Litología	X	X			X
	Estructura	X				
	Recursos	X	X			
	Pendiente	X	X	X		
	Unidades morfo.	X				
	Procesos geomorfo.	X	XX			
	Procesos tectónicos	X				
Biológicos	Vegetación natural	X				XX
	Repoblaciones					
	Cultivos	X	X	X		
Ambientales	Paisaje	XX	X	X	X	XX
	Capacidad	X				

a Geográfica (ubicación). b Urbana (trama). c Edilicia (vivienda). d Constructiva. e Materiales.

Objetivos o criterios de sostenibilidad en el alojamiento

La amplitud de las incidencias medioambientales del proceso constructivo, señaladas anteriormente, permiten proponer los objetivos y criterios generales:

- Adecuación de la edificaciones a las condiciones naturales específicas de cada lugar sobre el que se vaya a actuar, y a la relación con la globalidad.

- La adecuación debe darse en todas las escalas, ya que las más amplias van condicionando las siguientes:
 - Ordenación del territorio
 - Planificación urbanística
 - Normativa y diseño urbano
 - Composición de los edificios
 - Diseño de elementos y sistemas
 - Materiales y acabados.
 - Uso y mantenimiento.

Cada escala bien resuelta implica mejores posibilidades para las actuaciones en la escala siguiente.

- Adecuación de todo el proceso que atañe a la edificación, en utilización de materias primas, gastos energéticos y contaminación:
 - Extracción de rocas, minerales y materiales
 - Fabricación de elementos constructivos
 - Fabricación de sistemas y equipos de instalaciones
 - Transportes a obra
 - Construcción, puesta en obra
 - Gastos energéticos en climatización, iluminación
 - Mantenimiento, consumo de agua
 - Reutilización o cambio de uso
 - Derribo, abandono.
- Adecuación de la edificación a las distintas condiciones climáticas estacionales, teniendo en cuenta tanto las situaciones de frío como de calor y entendiendo el medio como un sistema dinámico.
- Agotar todas las soluciones de adecuación climática pasivas, tanto para calentamiento como para refrigeración, antes de implantar sistemas activos.
- Primar los sistemas activos de instalaciones que consuman energías no contaminantes, como la solar, o derivadas de recursos renovables.
- En el caso de utilizar energías convencionales, minimizar el consumo y la contaminación.
- Utilizar materiales reciclables o que no generen residuos tóxicos, teniendo en cuenta las continuas variaciones en los procesos de reciclado que se están produciendo.

Uno de los más drásticos modos de reciclado es la rehabilitación y reutilización de la edificación existente.
- Incrementar la información sobre estas posibilidades y extender su utilización entre los grupos sociales que participan en los procesos de construcción y los usuarios.

Cuadro 4: Variables y elementos a tener en cuenta en el diseño bioclimático

ELEMENTOS ABIÓTICOS	
<p>Relativos al aire</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Soleamiento <ul style="list-style-type: none"> ● Posición ● Radiación ● Turbidez de la atmósfera ● Obstrucciones topográficas ● Obstrucciones geométricas ● Obstrucciones por la edificación ● Vegetación ■ Viento <ul style="list-style-type: none"> ● Dirección ● Frecuencia ● Velocidad ● Cualidad ● Variación ● Obstrucciones o variación por topografía ● Obstrucciones o variación por geometría ● Obstrucciones o variación por edificación ● Obstrucciones o variación por vegetación ■ Humedad <ul style="list-style-type: none"> ● Datos climáticos ● Vegetación ● Relación con grandes masas de agua ● Topografía ● Regimen de lluvias ● Variaciones por condiciones de edificación o industria 	<p>Relativos al agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Distribución <ul style="list-style-type: none"> ● Red de drenaje natural ● Regimen de los cursos de agua ● Reservas del subsuelo ● Zonas inundables ● Zonas húmedas o mal drenadas ● Abastecimientos ■ Caudales ■ Calidades <p>Relativos a la corteza</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Geología <ul style="list-style-type: none"> ● Naturaleza del sustrato ● Litología ■ Geomorfología <ul style="list-style-type: none"> ● Formaciones superficiales ● Textura ● Drenaje ● Topografía, orientación de las pendientes ● Potencia ● Compactación, cementación ● Riesgos ■ Suelos <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidades de usos por tipos ● Potencia ● Textura ● Humedad ● Reacción química ● Contenido y profundidad del humus ■ Procesos <ul style="list-style-type: none"> ● Procesos dinámicos ● Riesgos
ELEMENTOS BIÓTICOS	ELEMENTOS PERCEPTUALES O PAISAJÍSTICOS
<p>Vegetación</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Vegetación ■ Cultivos <p>Fauna</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calidad ■ Fragilidad ■ Emisor-receptos de vistas ■ Color ■ Formas ■ Texturas

Elección de casos

El proceso ligado a la edificación es tan largo y complejo, que sólo un acuerdo social general, y una estrategia aceptada y apoyada por todos, podría adecuarlo hacia la sostenibilidad en todo su desarrollo.

Dado que en España no contamos con una estrategia global, sino con una voluntad incipiente, que va apuntando en iniciativas dispersas, los casos que han ido apareciendo responden a la adecuación de edificios o conjuntos en algunas fases del proceso de construcción.

En el sentido de apreciar una tendencia hacia la sostenibilidad, se puede valorar positivamente el conjunto de políticas alternativas de vivienda en Andalucía, que se ha plasmado en una serie de programas de:

- Actuaciones singulares de vivienda
- Autorehabilitación
- Transformación de la infravivienda
- Mejora de la vivienda rural con implantación de equipos de energías solares
- Experiencias de arquitectura bioclimática que cumplen bastantes de los objetivos y criterios anteriormente comentados, sobre todo los referidos a las fases medias del proceso de la edificación.

El resto de los casos que se han presentado como buenas prácticas, responden a la construcción de edificios que buscan mejorar los modos habituales del proceso de proyecto, puesta en obra, consumo de energía doméstica, mantenimiento y gestión.

En ellos puede observarse que cuanto más reducida e independiente es una actuación, más puede ser controlada en todo su proceso, llegando a grados de autonomía e integración medioambiental apreciables; sin embargo, hay prácticas que son sostenibles en pequeñas dosis e insostenibles si se propusieran como solución generalizada en otras condiciones o con otras densidades urbanas.

Ha parecido pues más interesante y didáctico, mostrar distintas opciones y escalas de integración, que reflejen el conjunto de iniciativas y diversos modos de acercarse a los objetivos propuestos.

Es más positivo demostrar que hay posibilidades de mejora en todos los campos, y que deben intentarse sea cual sea el edificio y sus condicionantes, que señalar como ejemplos actuaciones más estrictas, pero que al no ser generalizables, pierdan el carácter de ejemplos a seguir.

Se han seleccionado ejemplos de edificios de varios usos:

- Viviendas aisladas
- Viviendas adosadas
- Viviendas en bloque

- Rehabilitación de vivienda popular
- Rehabilitación de barrios
- Rehabilitación de equipamientos.
- Edificios dotacionales:
 - Centros de salud
 - Centros de enseñanza

En todos los casos se ha tenido en cuenta la participación de usuarios o grupos sociales en el desarrollo de las propuestas.

Observaciones sobre los ejemplos correspondientes a cada grupo acompañan al catálogo.

Conclusiones sobre el análisis de casos

- No hay políticas ni directrices generales que guíen un proceso de sostenibilidad en este campo. Las iniciativas son esporádicas y voluntaristas, tanto desde lo público como desde lo privado.
- Hay muy pocos edificios encargados con condiciones bioclimáticas dado el volumen general de la construcción en España.
- Muchas de las condiciones y normativas actualmente vigentes imposibilitan o entorpecen unas adecuaciones más completas.
- Faltan estudios específicos para las condiciones españolas en cuanto a construcción-clima, lo que hace que las soluciones no sean todo lo integradas que podrían.
- Hay una fuerte presión de introducción de tecnologías *vendibles* no traducidas ni readaptadas para nuestras condiciones climáticas.
- La poca información y difusión sobre estos temas impide el desarrollo de soluciones nuevas; los encargantes sólo quieren experimentar con cosas ya experimentadas en otros sitios.
- El hecho de que las soluciones de adaptación pasivas, que en gran parte de nuestro país son suficientes, no sean espectaculares, las penaliza desde lo publicitario, exhibicionista y vendible como progreso.
- No existen herramientas afinadas de valoración y proyecto para soluciones pasivas desarrolladas para nuestro clima específicamente.
- Aparecen contradicciones entre criterios puramente visuales de restauración y el funcionamiento bioclimático de los edificios históricos.
- Aparecen imposibilidades, también por normativas urbanísticas defasadas o de conservación, para la integración de adecuaciones o tecnologías alternativas en la restauración o reutilización de edificios.
- Hace falta revisar normativas de climatización para nuestras condiciones específicas.
- Hace falta desarrollar soluciones de refrigeración natural o de bajo consumo.

- No hay datos suficientes sobre el comportamiento bioclimático de la mayoría de los materiales de construcción, ni sobre las incidencias de sus procesos de fabricación.

Sin embargo, y aun con todas estas carencias:

- Se observa que pueden encontrarse prácticamente ejemplos reales y positivos de mejora en todas las fases del proceso constructivo.
- Hay modos de adecuación en todas las escalas del alojamiento, y aparecen soluciones interesantes de muchos otros edificios, lo que demuestra la posibilidad de realizar construcciones, energéticamente conscientes al menos, para todo tipo de usos.
- Los ahorros energéticos del consumo en edificios diseñados con pautas bioclimáticas en España, consiguen del cincuenta al ochenta por ciento de ahorro sobre el de los edificios convencionales.
- Dadas las condiciones climáticas de buena parte de nuestro territorio, se pueden conseguir, sin ningún tipo de instalación complementaria en algunos casos y con apoyos mínimos en otros, alojamientos autosuficientes en cuanto a su climatización por medios pasivos.
- La apreciación de estos temas desde el entorno social es creciente y tiende a extenderse, aunque necesita de una información traducida a las condiciones de partida y a las capacidades de nuestro medio natural.

Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias

JAVIER NEILA

Madrid (España), octubre de 2000.

Los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción. Por eso se debe hablar de buenas prácticas y de buena arquitectura y no de arquitectura singular. Estas buenas prácticas deben tener como objetivo la calidad del ambiente interior y la reducción de los efectos negativos sobre el entorno. Calidad del ambiente interior: condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire, etc. Los efectos de los edificios sobre el entorno serán función de las sustancias que desprendan, del impacto que produzca el asentamiento y de los consumos que afecten al desarrollo sostenible del lugar. Sustancias desprendidas: sólidas (residuos sólidos urbanos), líquidas (aguas sucias) y gaseosas (gases de combustión vinculados fundamentalmente al acondicionamiento). Impacto del asentamiento: Exceso de población, vías de acceso, aparcamientos, destrucción de tejido vegetal, etc. Desarrollo sostenible del lugar: consumo de agua o de otras materias primas por encima de su capacidad de renovación. Estos aspectos anteriores se puede agrupar, por la importancia de sus efectos, en tres grandes grupos:

- Aspectos energéticos (vinculados a los consumos de materias primas y a la contaminación gaseosa).
- Calidad del ambiente interior.
- Contaminación y medio ambiente (vinculados a las sustancias desprendidas, el impacto del asentamiento y el desarrollo sostenible).

1. Aspectos energéticos

La visión del consumo de la energía en los edificios tiene varias vertientes. Su reducción representa un menor coste económico para los usuarios, una menor dependencia de fuentes limitadas, y una reducción de la contaminación vinculada a su producción.

1.1. Conservación de la energía

Una buena generación o captación de energía puede desaprovecharse por completo si el edificio no tiene una alta capacidad de conservación de la energía. A mayor conservación menor necesidad.

- **Aislamiento térmico en cerramientos.** Un cerramiento aislado reduce a una cuarta parte las transferencias de calor que se producen a través de él. El aislamiento, aunque

se ha convertido en una práctica habitual en nuestros edificios, debe avanzar en una mejor selección de los materiales, sus espesores y, fundamentalmente, su colocación. En la actualidad existen materiales aislantes adecuados para aislar por el exterior el cerramiento, para ser inyectados en las cámaras de aire, proyectados sobre superficies horizontales o moldeados para recubrir superficies horizontales. No debe haber, por tanto, ningún elemento no aislado.

- **Eliminación de puentes térmicos.** Casi un veinte por ciento de la energía que pierde un edificio se va a través de los puentes térmicos. Resulta imprescindible, por tanto, poner en práctica medidas constructivas encaminadas a su eliminación o a reducir sus efectos; como:
 - Aislamiento por el exterior.
 - Eliminación de hornacinas.
 - Capialzados y carpinterías compactas.
- **Eliminación del riesgo de condensaciones intersticiales.** Las condensaciones intersticiales representan una pérdida evidente de la capacidad aislante de los materiales sobre los que se producen, que generalmente son los materiales aislantes; por ello es recomendable, para eliminar el riesgo de condensaciones intersticiales emplear materiales aislantes equilibrados, como el poliestireno extruído o el vidrio celular, colocarlos cerca de la cara fría o complementarlos con una barrera de vapor.
 - Aislamiento por el exterior.
 - Aislantes térmicos con barrera de vapor.
 - Aislantes térmicos equilibrados higrotérmicamente.
- **Ventilación higiénica controlada permanente.** En la actualidad más del cincuenta por ciento de los intercambios de energía entre un edificio y su entorno se producen por la renovación de aire. Con las mejoras del aislamiento, este porcentaje se incrementará. Pero dado que la renovación de aire es imprescindible para mantener unas condiciones del ambiente interior adecuadas, se debe proceder a una ventilación higiénica controlada, donde los intercambios correspondan exactamente a las necesidades.
 - Sistemas de ventilación natural controlada a través del tiro natural en los cuartos húmedos.
 - Sistemas de ventilación regulables.
- **Vidrios y carpinterías.** En los cerramientos, los huecos acristalados representan los elementos térmicamente más débiles. Los vidrios aislantes son actualmente utilizados de forma generalizada, y dentro de esta categoría también pueden utilizarse los bajo emisivos, si las condiciones son las adecuadas, o para situación de alta radiación, combinando lunas convencionales con lunas reflectantes o coloreadas. Las carpinterías pueden convertirse en los puentes térmicos de las ventanas si no se cuidan eligiendo aquellas suficientemente aislantes: PVC, aluminio con ruptura de puente térmico, madera o poliuretano. Igualmente, la hermeticidad de la carpintería evitará descontrolar el posible sistema de ventilación controlada; por ello, debe haber un cuidado especial en su selección.

- Vidrios aislantes y bajo emisivos.
- Vidrios coloreados o reflectantes.
- Carpinterías aislantes.
- Carpinterías de alta hermeticidad.

1.2. Captación, acumulación y aprovechamiento de las energías naturales

Los sistemas pasivos y activos de aprovechamiento de las energías renovables se basan en tres principios: la captación de la energía (calor o frío), su acumulación y su correcto aprovechamiento gracias a una adecuada distribución. El edificio en sí mismo, o los dispositivos mecánicos que se añadan, deben cumplir esas funciones.

- **Acumulación de la energía.** Las energías naturales utilizadas en los sistemas bioclimáticos son claramente cíclicas, generando altos picos de energía en momentos puntuales y su ausencia total en otros. El recurso básico para reducir el golpe de energía y permitir su disfrute durante un período prolongado de tiempo es acumulándola según se capta. Un edificio con dispositivos bioclimáticos de captación de energía, sin ningún sistema de acumulación, tiene un funcionamiento interno peor que otro edificio convencional sin ningún tipo de captación. En los sistemas bioclimáticos la acumulación debe hacerse fundamentalmente en los elementos estructurales y constructivos del edificio, optimizando de este modo su empleo.
 - Aislamiento térmico por el exterior.
 - Empleo de materiales con difusividades térmicas altas (alta velocidad de calentamiento), como piedra, metales, cerámica.
 - Empleo de materiales con efusividades altas (alta capacidad del acumulación), como piedra, metales, cerámica.
 - Empleo del agua como acumulador de calor.
- **Orientación.** La orientación de los dispositivos de captación y del edificio en general está vinculada a la energía que se pretende captar. Si se trata de la radiación solar, la orientación más adecuada para su mejor captación durante el invierno y para evitar efectos perjudiciales en el verano, en toda España es la sur. Si la captación es de viento, los dispositivos más eficaces son los orientados a vientos dominantes; pero dado que también es posible un adecuado funcionamiento con otras orientaciones, en una combinación de radiación y ventilación debe predominar la orientación sur.
 - Huecos acristalados a sur.
 - Fachadas largas del edificio a sur.
- **Cubiertas.** Una cubierta plana recibe el cien por cien de las horas de sol de un día. En verano, además, los rayos que inciden sobre ella en los momentos de máxima irradiancia lo hacen de una forma muy perpendicular. Las cubiertas ventiladas o vegetales del tipo ecológico (de escaso espesor, con especies autóctonas, sin mantenimiento y con un

consumo de agua mínimo) eliminan los efectos del sobrecalentamiento sobre la cubierta, por lo que, en climas calurosos y con alta radiación solar, es conveniente añadir al aislamiento de la cubierta alguno de estos sistemas.

- Ventiladas.
- Ecológicas.

- **Ventilación natural.** La estrategia fundamental en condiciones de verano es la ventilación. Por ello, la estructura del edificio debe facilitar la ventilación natural. Los elementos básicos serían las ventanas opuestas para permitir la ventilación cruzada. Si se desean sistemas más eficaces, por su capacidad o por su control, se pueden emplear chimeneas solares u otros sistemas que funcionen con el calentamiento solar o con el viento. En resumen:

- Estructura interior que facilite la ventilación cruzada.
- Locales grandes en esquina.
- Chimeneas solares de ventilación.
- Dispositivos de recalentamiento.

- **Dispositivos pasivos específicos de captación solar.** Al margen de los sistemas de captación directa (ventanas y ventanales), los sistemas de captación de energía pueden optimizarse empleando dispositivos específicos más eficaces, como galerías acristaladas, en las que la distribución del aire se hace creando un óptimo lazo convectivo. El más conocido sería el muro trombe, pero la integración es mayor si se emplean galerías o terrazas, en los que, gracias al acristalamiento, se produce efecto invernadero.

- Galerías con lazo convectivo.
- Falsos invernaderos con lazo convectivo.

- **Dispositivos activos específicos de captación solar.** Como complemento energético a los dispositivos pasivos, los sistemas activos de captación de energía pueden aportar una cantidad y un tipo de energía que no se podría obtener en otras circunstancias. Si se trata de obtener agua caliente para la calefacción o para agua doméstica, se deberán utilizar colectores planos. Si se desea obtener directamente electricidad se deberán utilizar paneles fotovoltaicos o pequeños aerogeneradores. Dado que estos últimos dispositivos se encarecen por la necesidad de las baterías de acumulación, resultan más rentables las instalaciones conectadas a red.

- Colectores planos de agua caliente.
- Paneles fotovoltaicos.
- Aerogeneradores domésticos.

1.3. Equipos de acondicionamiento

Uno de los puntos más significativos de consumo de energía en el edificio es el sistema de acondicionamiento. Ya se trate de calefacción o de refrigeración, el consumo suele ser muy elevado en cualquier circunstancia. Por ello, el empleo de equipos de generación de calor o de

frío con alto rendimiento, dentro de instalaciones adecuadas y dimensionadas correctamente, ahorrará mucha energía.

- **Cálculo de cargas.** Para un diseño correcto del sistema es fundamental proceder a un preciso y correcto cálculo de cargas térmicas. Si la instalación está subdimensionada no cumplirá con su función acondicionadora, pero si está sobredimensionada se incrementarán notablemente los gastos de instalación y de explotación energética, ya que en cualquier equipo al trabajar a potencia parcial se empeora su rendimiento. Los métodos de cálculo de cargas más precisos se basan en las simulaciones energéticas. El empleo de simuladores permitirá obtener una estimación de cargas muy precisa e interactuar con el diseño del edificio y de la instalación.
 - Métodos de simulación.
- **Elección del sistema.** Previamente a proceder a la elección del sistema es necesario analizar la ubicación y el funcionamiento del edificio. Esto permitirá descartar los sistemas menos adecuados (bombas de calor en climas extremadamente fríos) o seleccionar otros adecuados (recuperadores de calor en edificios en zonas térmicamente muy diferenciadas o que movilicen grandes caudales de aire).
 - Análisis de la ubicación del edificio.
 - Análisis del uso del edificio.
 - Análisis del funcionamiento del edificio.
 - Análisis de las necesidades del edificio.
- **Fuentes energéticas adecuadas.** La energía eléctrica, a pesar de la comodidad de uso, debe descartarse por completo para la calefacción, ya que su bajo rendimiento total, entre un veinticinco y un treinta por ciento, sólo la hace apta para su uso en los motores que precisen las enfriadoras o climatizadoras, para las que hay escasas alternativas lógicas. La otra aplicación alternativa de la electricidad está en los generadores de calor por efectos termodinámicos, como las bombas de calor. Los sólidos, concretamente los carbones, deben igualmente descartarse por la alta contaminación que generan. Son en general sustancias que no queman completamente, produciendo volátiles contaminantes, y que producen gran cantidad de sulfatos, lo que termina por convertirse en lluvia ácida. Los líquidos están reducidos al gasóleo de calefacción, que es menos contaminante, por lo que se convierte en más adecuado, aunque tiene el problema del almacenamiento. Finalmente los gaseosos, de los que el más habitual es el gas natural. Es en parte menos contaminante que el gasóleo C (genera menos monóxido de carbono) pero también más productor de óxidos de nitrógeno. Resulta el más cómodo, al estar canalizado.
 - La electricidad para las enfriadoras y climatizadoras.
 - La electricidad en las bombas de calor.
 - El gasóleo C.
 - El gas natural.

- **Equipos de calefacción.** Los equipos más habituales para la calefacción son las calderas. De entre ellas las óptimas son la de baja temperatura y las de condensación. Las primeras, porque en ellas las pérdidas son menores al trabajar en un rango inferior al de las convencionales. Las segundas porque aprovechan parte de la energía que se pierde con los humos y con el vapor de agua de la combustión. Pueden tener un rendimiento que supere el cien por cien del poder calorífico inferior del combustible. Las bombas de calor, si las temperaturas del ambiente exterior no son muy bajas, permiten obtener rendimientos (COP) de más de cuatro, lo que quiere decir que producen 4 kWh térmicos consumiendo 1 kWh eléctrico. Eso las convierte en el aparato de calefacción más interesante, con los costes de explotación energética más bajos, aunque con importantes gastos de implantación. Los sistemas de recuperación del calor residual que se pierde en el edificio, si la cantidad de energía es importante, son rentables. El caso máximo se encuentra en los sistemas de cogeneración eléctrica, que pueden aprovechar grandes cantidades de calor residual para la calefacción o la preparación del agua caliente sanitaria.

- Calderas de baja temperatura.
- Calderas de condensación.
- Bombas de calor.
- Recuperadores de calor.
- Cogeneración.

- **Equipos de refrigeración.** Resulta muy difícil emplear energías renovables en la refrigeración. No obstante es sencillo emplear la recuperación de calor para producir frío mediante equipos de trigeneración energética. Otras alternativas interesantes son los sistemas evaporativos. En aquellas zonas que no sean particularmente húmedas, y si no se necesitan grandes precisiones en las condiciones del aire tratado, los sistemas evaporativos pueden ser altamente eficaces, ya que consumen agua, y la poca energía que necesitan los ventiladores para mover el aire.

- Recuperadores de calor con sistemas de trigeneración.
- Sistemas evaporativos.

1.4. Otros equipos y sistemas energéticos de alta eficacia

Una parte de la energía que consume el edificio se pierde por la ineficacia de los sistemas de generación, consumo o distribución de la misma.

- **Alumbrado.** La mejora de lámparas y luminarias puede ahorrar mucha energía, si se emplean lámparas de bajo consumo o luminarias de alta eficacia. Un correcto proyecto de alumbrado dará lugar a la mejora definitiva.

- Lámparas de bajo consumo.
- Luminarias de alta eficacia.

- **Electrodomésticos de cocina.** La mejora de los electrodomésticos puede ahorrar mucha energía. En la actualidad el electrodoméstico más consumidor es el frigorífico; los de alto aislamiento pueden reducir las pérdidas en los momentos en los que se encuentre cerrado. Los lavavajillas, las lavadoras y las secadoras tienen su mayor gasto en el empleo indiscriminado, independientemente de la carga, y en el empleo de energía eléctrica. Los actuales aparatos de gas (agua caliente calentada con gas) optimizan el uso de la energía. Entre las cocinas eléctricas, las vitrocerámicas de inducción emplean energía únicamente cuando se cierra un circuito entre la cocina y la olla o sartén; de este modo el uso de la energía está igualmente optimizada.
 - Frigoríficos del alto aislamiento.
 - Lavavajillas, lavadoras y secadoras con detección de carga.
 - Lavavajillas de bajo consumo energético (con agua caliente a gas).
 - Lavadoras de bajo consumo energético (con agua caliente a gas).
 - Cocinas vitrocerámicas de inducción.

1.5. Sistemas de regulación y control integrados

Cada vez resulta más importante la incorporación de la domótica en el control integral de los sistemas de acondicionamiento y consumidores de energía en general. De este modo se optimizará el empleo de una estrategia pasiva de acondicionamiento o un dispositivo de iluminación natural.

- **Sistemas de acondicionamiento.** Los sistemas pasivos de acondicionamiento, combinados con equipos convencionales, serán eficaces si un sistema de regulación y control acciona los sistemas convencionales sólo en los momentos en los que sean necesarios. Un sistema de diferenciación zonal resulta imprescindible, ya que las energías renovables, sol o viento, pueden actuar muy sectorialmente, y ser preciso el sistema convencional en un área de la casa y suficiente el sistema pasivo en otra. Los sistemas automáticos también pueden mejorar el rendimiento de los sistemas pasivos en sí mismos. Un temporizador puede elevar o bajar una persiana según la hora del día, o hacerlo en función de un sensor de radiación solar. La apertura de un hueco de ventilación o el accionamiento de un ventilador puede estar en función del análisis de las condiciones de aire exterior en relación a las condiciones interiores.
- **Sistemas de alumbrado.** Un fotómetro puede indicarnos cuándo deben elevarse las ventanas y cuándo debe encenderse el alumbrado artificial. Éste, a su vez, puede regular su potencia en función de las necesidades.
- **Sistemas integrados.** Los sistemas domóticos integrarán todos estos funcionamientos y optimizarán el consumo energético global.

2. Calidad del ambiente interior

El ambiente en el que se vive debe reunir condiciones adecuadas de calidad sensitiva y, tal vez, salubridad no sensitiva.

2.1. Ambientes interiores higrotérmicamente sanos y confortables

La calidad del ambiente interior tiene que ver con la calidad del aire, sus condiciones higrotérmicas y su correcta distribución. La arquitectura bioclimática debe preocuparse, tanto del ambiente exterior y el posible daño sobre el medio ambiente, como del el ambiente interior y el daño sobre los ocupantes.

- **Empleo de materiales de acabado sanos.** Los materiales interiores no deben desprender ninguna sustancia o cuerpo molesto o perjudicial para la salud. Las resinas sintéticas con formaldehídos emiten regularmente sustancias perjudiciales. Las moquetas y los acabados textiles pueden ser la base de colonias de ácaros. Los disolventes sintéticos en general emiten sustancias perjudiciales.
- **Temperatura, movimiento del aire y humedad interior adecuados.** Los ambientes interiores deben tener unas condiciones higrotérmicas adecuadas para el uso del local, las características del mismo y las personas que lo ocupen. No se pueden aplicar condiciones estándar para todos los locales ni actividades, ni reducir la adecuación interior al control de la temperatura. La confortabilidad de un local es el resultado de una amplia combinación de factores.
- **Sistema de distribución de energía adecuado.** No sólo es necesario que se cumplan unos ciertos parámetros térmicos, también es preciso que la energía se distribuya siguiendo unos patrones que den lugar a un gradiente térmico óptimo, a la eliminación de la asimetría radiante excesiva y a un ritmo de variación de temperatura discreta. Los sistemas de convección, sobre todo el aire acondicionado, pueden crear un gradiente térmico poco adecuado, a diferencia del suelo radiante que casi reproduce el perfil perfecto. Las paredes excesivamente calurosas o frías, como por ejemplo un techo radiante o con un número elevado de lámparas halógenas, o un gran ventanal, crean asimetría radiante con otros paramentos, creando inconfortabilidad. Los sistemas de encendido–apagado todo–nada, cuando se mueven en un rango amplio, provocan igualmente inconfortabilidad, al crear un ritmo de variación de temperatura excesivo.
 - Suelos radiantes.
 - Sistemas de regulación modular.

2.2. Ambientes interiores saludables en términos de radiaciones eléctricas, electromagnéticas y de sustancias extrañas

Los campos eléctricos o electromagnéticos, ya sean naturales o artificiales, pueden ser causas de molestias o enfermedades. Debe eliminarse el riesgo creando espacios protegidos.

- **Campos eléctricos.** Es saludable mantener un campo eléctrico próximo al natural en el interior de los edificios; por ello, deben evitarse las estructuras que conviertan las construcciones en jaulas de Faraday. Un muro de hormigón como cerramiento vertical, unido a los mallazos que ya existirán en los forjados, convierte al edificio en una jaula de Faraday, con un campo eléctrico nulo. Una instalación eléctrica antigua, sin una correcta puesta a tierra y con problema en el aislamiento de los cables genera, igualmente, campos eléctricos desaconsejables.
- **Campos electromagnéticos.** Los campos electromagnéticos pueden verse alterados por causas naturales, fallas del terreno, o artificiales, proximidad a tendidos de alta tensión. Deben evitarse ambas. En el interior de los edificios, las resistencias eléctricas serán causa de campos electromagnéticos fuertes: ordenadores, televisiones, cocinas vitrocerámicas de inducción, lámparas halógenas, etc. No obstante son las fuentes exteriores las más problemáticas. Los tendidos de alta y de media tensión, como causas artificiales, y las fallas tectónicas como causas naturales, son el origen de campos electromagnéticos elevados.
 - Fuentes internas.
 - Fuentes externas.
- **Gases radiactivos naturales.** En algunas zonas se producen desprendimientos de radón, un gas radiactivo natural, y su acumulación en sótanos. Deben evitarse este tipo de locales en zonas de riesgo. Los terrenos con base granítica son los más propensos a la producción del radón. En ellos se deben evitar los locales por debajo de la rasante, y si fuera imprescindible, se debería proceder a su correcto sellado y a una potente ventilación por sobrepresión.

2.3. Iluminación natural

Si bien el empleo de la iluminación natural representa un ahorro energético, su aplicación más interesante en la arquitectura debe verse desde el punto de vista de la calidad ambiental, y por tanto, en ese sentido debe potenciarse.

- **Orientación de huecos.** Los más adecuados son los orientados hacia los puntos en los que se capte exclusivamente radiación difusa; en general el norte. Si penetra radiación directa en zonas donde se pretende aprovechar como iluminación natural, los efectos de deslumbramiento que conllevará serán muy negativos y no será posible su aprovechamiento.
- **Dispositivos de transformación de la radiación directa en difusa.** Bandejas reflectoras. Un modo de evitar la entrada de la radiación directa es proteger el hueco con un elemento que al tiempo actúe reflejando la radiación hacia el interior del local, pero en forma difusa.
- **Dispositivos de distribución uniforme de la luz por la habitación.** Parteluces horizontales. Un parteluz horizontal reflejará la luz hacia el techo de la habitación y evitará

que se cree un efecto desequilibrado de alumbrado entre las zonas próximas al hueco y las profundas.

- **Dispositivos de penetración de la luz en locales profundos y alejados de los cerramientos.** Conductos de luz. De mayor eficacia que los parteluces o las bandejas reflectoras, son los conductos de luz, ya que son capaces de dirigir la luz mediante múltiples reflexiones, controladas o incontroladas, o mediante el empleo de fibra óptica, hacia puntos muy profundos del edificio, alejados de los perímetros donde pueden ubicarse las ventanas.

3. Contaminación y medio ambiente

3.1. Edificios no dañinos para el medio ambiente

- **Gases.** La contaminación gaseosa que puede generar un edificio de viviendas es función de la combustión vinculada al acondicionamiento: las calderas individuales o colectivas para calefacción o agua caliente sanitaria. La reducción de la dependencia energética del edificio, mediante el empleo de sistemas que aprovechen las energías naturales, limitará este tipo de contaminación.
 - Sistemas pasivos de acondicionamiento.
 - Sistemas activos de acondicionamiento.
 - Sistemas convencionales de alta eficacia.
- **Líquidos.** El agua doméstica, una vez empleada, se convierte en aguas negras o grises que salen del edificio como una nueva forma de contaminación. El empleo de sistemas de consumo de agua eficaces, como los electrodomésticos que ajustan el consumo de agua a la carga del aparato, o las cisternas de doble descarga, reducen el consumo. La autodepuración primaria de las aguas permitiría su reutilización para el riego y la reducción del caudal contaminante.
 - Aguas de lluvia.
 - Aguas sucias depuradas.
- **Sólidos.** Un español está generando, por término medio 1,1 ó 1,2 kg de basura sólida al día. Estos residuos sólidos urbanos en muchas ocasiones acaban en vertederos incontrolados provocando la acidificación del suelo y la contaminación de aguas subterráneas. La solución más efectiva sería reducir el consumo de productos desechables y proceder al reciclado de los mismos. Para ello es imprescindible el empleo de estructuras y dispositivos interiores que faciliten el reciclado de basuras. Por otro lado si se emplean materiales reciclables o reciclados en el proceso de construcción, o en cualquier fase de consumo, se estará reduciendo la cantidad de materia prima nueva que se incorpora al proceso de recuperación y tratamiento.
 - Uso de materiales reciclados.
 - Uso de materiales reciclables.

- Uso de materiales con ciclos de vida adecuados.
- Cubos de basura multiusos.
- Redes interiores de recogida separativas.

3.2. Edificios sostenibles en términos de agua

Los edificios deben optimizar el uso del agua, tanto en aquellas zonas donde la falta de agua pueda representar un problema, como en aquellas donde siendo suficiente, su depuración y potabilización representan un alto coste social.

- **Empleo de sanitarios más eficaces.** El gasto de agua se puede optimizar si los sanitarios se fabrican y usan correctamente. El empleo de atomizadores reduce el consumo de agua en los grifos, las cisternas de doble descarga reducen el agua necesaria para el arrastre de desperdicios y los electrodomésticos inteligentes reducen, igualmente su consumo de agua. Por otro lado, si se utiliza una red separativa de pluviales y aguas sucias interiores, se pueden utilizar las aguas de lluvia en algunos cometidos, como las cisternas.

- Atomizadores de alta eficacia.
- Cisternas de doble descarga.
- Redes separativas.
- Empleo de electrodomésticos más eficaces.

El gasto de agua se puede optimizar si los electrodomésticos se fabrican y usan correctamente.

- Lavavajillas inteligentes de bajo consumo de agua.
- Lavadoras inteligentes de bajo consumo de agua.

Los CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA difunden aquellos trabajos que por sus características, muchas veces de investigación básica, tienen difícil salida en las revistas profesionales. No se trata de una revista, ni existen criterios fijos sobre su periodicidad ni dimensiones, dependiendo exclusivamente de la existencia de originales, y de los temas de investigación abordados. Están abiertos a cualquier persona o equipo investigador que desee publicar un trabajo realizado dentro de la temática del urbanismo y la ordenación del territorio. Las condiciones para el envío de originales puede consultarlas en ciu@aq.upm.es. La decisión sobre su publicación la tomará un Comité Técnico con representantes de la Red de Cuadernos de Investigación Urbanística constituido por profesores de las universidades latinoamericanas pertenecientes a la Red y del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Universidad Politécnica de Madrid. El autor tendrá derecho a diez ejemplares gratuitos. Pueden consultarse los números anteriores en formato PDF en <http://www.aq.upm.es/uot>.

CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA

Sección de Urbanismo del Instituto Juan de Herrera (SpyOT)

Instituto Juan de Herrera

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Avenida Juan de Herrera, 4. 28040 Madrid

Teléfono: (91) 336 65 08 Fax: (91) 336 65 34

E-mail: ciu@aq.upm.es

NÚMEROS ANTERIORES:

1. **José Fariña Tojo:** *Influencia del medio físico en el origen y evolución de la trama urbana de la ciudad de Toledo*, 30 páginas, abril de 1993.
2. **Julio Pozueta:** *Las ordenanzas de reducción de viajes*, 31 páginas, abril de 1993.
3. **José Manuel Escobar Isla y Antonio M? Díaz (colaborador):** *Hortus conclusus, el jardín cerrado en la cultura europea*, 48 páginas, mayo de 1993.
4. **Julio García Lanza:** *Análisis tipológico de los términos municipales de la Comunidad de Madrid por medio de indicadores urbanísticos*, 44 páginas, octubre de 1993.
5. **Aida Youssef Hotei:** *Cultura, espacio y organización urbana en la ciudad islámica*, 48 páginas, noviembre de 1993.
6. **Jesús Caballero Vallés:** *El índice favorecedor del diseño (influencia del diseño de los sectores en el igualatorio reparto de cargas y beneficios en el suelo urbanizable)*, 41 páginas, febrero de 1995.
7. **Julio Pozueta, Teresa Sánchez-Fayos y Silvia Villacañas:** *La regulación de la dotación de plazas de estacionamiento en el marco de la congestión*, 37 páginas, enero de 1995.
8. **Agustín Hernández Aja:** *Tipología de calles de Madrid*, 71 páginas, febrero de 1995.
9. **José Manuel Santa Cruz Chao:** *Relación entre variables del medio natural, forma y disposición de los asentamientos en tres comarcas gallegas*, 55 páginas, febrero de 1995.
10. **José Fariña Tojo:** *Cálculo de la entropía producida en diversas zonas de Madrid*, 74 páginas, abril de 1995.
11. **Agustín Hernández Aja:** *Análisis de los estándares de calidad urbana en el planeamiento de las ciudades españolas*, 75 páginas, septiembre de 1995.
12. **José Fariña Tojo y Julio Pozueta:** *Tejidos residenciales y formas de movilidad*, 77 páginas, diciembre de 1995.
13. **Daniel Zarza:** *Una interpretación fractal de la forma de la ciudad*, 70 páginas, abril de 1996.
14. **Ramón López de Lucio (coord.):** *El comercio en la periferia sur metropolitana de Madrid: soportes urbanos tradicionales y nuevas centralidades*, 58 páginas, septiembre de 1996.
15. **Agustín Hernández Aja:** *Pisos, calles y precios*, 63 páginas, diciembre de 1996.
16. **Julio Pozueta Echavarrri:** *Experiencia española en carriles de alta ocupación. La calzada BUS/VAO en la N-VI: balance de un año de funcionamiento*, 57 páginas, marzo de 1997.
17. **Inés Sánchez de Madariaga:** *Las aportaciones urbanísticas en la práctica norteamericana*, 59 páginas, mayo de 1997.
18. **Julio Pozueta Echavarrri (coord.):** *Experiencia española en la promoción de alta ocupación: el Centro de Viaje Compartido de Madrid*, 63 páginas, julio de 1997.
19. **Agustín Hernández Aja:** *Análisis urbanístico de barrios desfavorecidos: catálogo de áreas vulnerables españolas*, 104 páginas, septiembre de 1997.
20. **Ramón López de Lucio (coord.):** *Investigación y práctica urbanística desde la Escuela de Arquitectura de Madrid: 20 años de actividad de la Sección de Urbanismo del Instituto Juan de Herrera (SpyOT), 1977-1997*, 126 páginas, noviembre de 1997.
21. **Daniel Zarza:** *La enseñanza del Proyecto Urbano: A propósito de algunos trabajos de la asignatura Urbanística II (Sotos y bordes en Aranjuez)*, 63 páginas, febrero de 1998.
22. **Francisco José Lamiquiz y Enrique Maciá Martínez:** *Configuración y percepción en la Plaza de Isabel II de Madrid*, 49 páginas, abril de 1998.
23. **Ramón López de Lucio y Emilio Parrilla Gorbea:** *Espacio público e implantación comercial en la ciudad de Madrid*, 57 páginas, julio de 1998.
24. **Ester Higuera:** *Urbanismo bioclimático*, 74 páginas, septiembre de 1998.

25. **Ángel Carlos Aparicio Mourelo:** *Políticas de regeneración urbana en los Estados Unidos*, 57 páginas, enero 1999.
26. **Julio García Lanza:** *El perfil urbanístico de los municipios*, 87 páginas, abril 1999.
27. **Fernando Roch Peña, Ana Pérez y Francisco Javier González:** *Estudio inmobiliario de Torrejón de Ardoz*, 78 páginas, julio 1999.
28. **José Fariña Tojo y Ester Higuera:** *Turismo y uso sostenible del territorio*, 67 páginas, julio 1999.
29. **José Fariña, Francisco Lamíquiz y Julio Pozueta:** *Efectos territoriales de la implantación de infraestructuras de accesos controlados*, 67 páginas, julio 1999.
30. **Julio Pozueta Echávarri:** *Movilidad y planeamiento sostenible: hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano*, 111 páginas, noviembre 2000.
31. **Agustín Hernández Aja, Miguel Ángel Prieto Miñano y Raquel Rodríguez Alonso:** *Inventario de bases de Datos Estadísticas y Cartográficas derivadas del Padrón Municipal de habitantes de 1996*, 45 páginas, marzo 2001.
32. **Javier Ruiz Sánchez:** *Sistemas urbanos complejos. Acción y comunicación*, 78 páginas, marzo 2001.
33. **Mazen Suleiman Shinaq:** *La ciudad musulmana y la influencia del urbanismo occidental en su conformación*, 68 páginas, junio 2001.
34. **Pilar Chías Navarro:** *Aplicación de los sistemas de información geográfica a la redacción de planeamiento considerando las capacidades ambientales del territorio*, 92 páginas, noviembre 2002.
35. **Javier Ruiz Sánchez:** *La enseñanza del urbanismo y a enseñanza de la práctica del urbanismo: un proyecto docente en el marco de la realidad urbana compleja*, 85 páginas, noviembre 2002.
36. **María A. Castrillo Romón:** *Influencias europeas sobre la Ley de casas baratas de 1911: el referente de la Loi des Habitations*, 54 páginas, noviembre 2003.
37. **Universidades de la Red de Cuadernos de Investigación Urbanística:** *Informe 2003*, 104 páginas, octubre 2004.
38. **José Luis Carrillo Barradas:** *Ciudad de México. Una megalópolis emergente. El capital vs. La capital*, 108 páginas, noviembre de 2004.
39. **Juan Pedro Luna González:** *La energía y el territorio. Análisis y evaluación de las interrelaciones. Caso de la Comunidad de Madrid*, 81 páginas, diciembre 2004.
40. **Esther Isabel Prada Llorente:** *El paisaje como archivo del territorio*, 66 páginas, enero 2005.

Otros medios divulgativos del Departamento de Urbanística y Ordenación del territorio:

Revista Urban, 9 La ordenación del Territorio Europeo



- «Paisajes culturales. El patrimonio como recurso básico para un nuevo modelo de desarrollo». Joaquín Sabaté Bel.
- «Alta velocidad, integración metropolitana y proyectos territoriales». Cecilia Ribalygua *et al.*
- «El nuevo urbanismo metropolitano de Barcelona: Badalona, de los déficit a la calidad». Amador Ferrer Aixala.
- «Morfología y características de las nuevas periferias». Ramón López de Lucio.
- «Nuevos sectores residenciales —Ciudad-Jardín Oeste 1 y 2— de Fuenlabrada, 2002-2003: reconstruyendo la periferia». Jesús Gago Dávila / José María García-Pablos Ripoll.
- «Proyectar la complejidad urbana: Móstoles-sur residencial». Javier Ruiz Sánchez.
- «¿Quién quiere una ciudad? El Plan Parcial del sector PP5 del Arroyo Culebro, en Leganés». Mónica de Blas.
- «La nueva vivienda pública. El caso de Madrid». Luis Moya González.

Consulta y pedido de ejemplares: urban@antaediciones.com

Página web del Departamento de Urbanística y ordenación del Territorio:

<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo>

que contiene todas las actividades docentes, divulgativas y de investigación que tiene el Departamento con permanente actualización de sus contenidos.