

# EPÍLOGO

## Reflexiones personales

Al igual que el prólogo que precede a la tesis estos comentarios que la suceden dan cauce a la reflexión personal, intentando hacer aflorar aquello que si bien no forma parte de la investigación realizada, ni tiene lugar en su desarrollo, es producto de la poderosa influencia que ésta ha ejercido sobre quien la ha escrito.

A lo largo de la redacción de este trabajo, así como también mientras formulaba su hipótesis y los alcances del estudio, me he sentido en constante contradicción. ¿Cómo proponer un cambio radical de modelo productivo para la edificación sin abordar el contexto cultural, social e ideológico que lo condiciona? Esta pregunta, que me ha acompañado en los últimos años, ha servido para cuestionarme y definir el alcance y la utilidad de la tesis. También para calibrar su enfoque y los límites del análisis. Si me restringía demasiado a los aspectos técnicos caía en el riesgo de proponer cambiar algo para que nada cambie y si intentaba abarcar todo el espectro de mis preocupaciones el temor era derivar hacia aquella antigua tentación de los arquitectos de querer cambiar el mundo desde la arquitectura. Con el debate así polarizado parecía estar claro que debía encontrar un punto intermedio que me permitiera cumplir con el objetivo personal que me había propuesto al decidir comenzar la tesis: formular un aporte ambiental desde la identidad de mi profesión de arquitecto, pero hacerlo expresando la necesidad de cambio en el orden económico-social.

Los años dedicados a la gestión y la docencia universitaria me dejaron en claro que el rol en el que me siento más cómodo es el de técnico que intenta realizar su aporte disciplinar dentro de un contexto de cambio general, y no otro. De tal forma, intenté que esta investigación se centrara en cómo hacer que el nuevo paradigma productivo de ciclo cerrado y el sector de la edificación pudieran encontrarse para definir un posible camino común. Si esto último fue el objeto específico de la tesis, los capítulos en que se explora el enfoque de la economía ecológica razonando sobre la necesidad de preservar el capital natural me sirvieron para hacer que el contexto pudiera aflorar y tener un ámbito de expresión.

El cambio que supone asumir que no hay posibilidad de equilibrio ambiental si no es cerrando los ciclos materiales es posiblemente tan trascendente como lo fue el que se vivió, a partir de la revolución industrial, creyendo que el mundo tenía recursos infinitos. Del segundo se desprende la organización económica que aún nos rige. Del primero, seguramente lo más prudente es decir que no sabemos aún lo suficiente. Libros como *Capitalismo natural: Creando la próxima revolución industrial*, de Paul Hawken, sostienen que se trata de un cambio que puede encajar en orden económico tal como lo conocemos hoy. Yo, con menos erudición seguramente, me permito dudar de ello.

En el contexto de la sociedad parece haberse comenzado a asumir, aunque de manera incipiente, que nos enfrentamos a un problema ambiental de magnitudes sin precedentes y que en ello nos jugamos la continuidad de la vida en el futuro. No obstante, la disposición a realizar cambios personales y colectivos acordes con tal desafío es muy limitada. Este cóctel entre conciencia y reticencia hace posible que el tema tenga un cierto interés –interés que habrá que ver cómo se mantiene ante en riesgo de saturación de información o de frustración frente los escasos resultados- pero a la vez impide la puesta en marcha de las estrategias definitivas, de acciones que no sólo se limiten a disminuir la intensidad de un problema (menos coches o coches más limpios) sino que persigan su desaparición (otra movilidad que sea capaz de neutralizar su impacto ambiental).

Esta es otra contradicción con la que hay que convivir: trabajamos en acciones paliativas (una vivienda que consuma menos energía) cuando sabemos que la única solución son las definitivas (una vivienda que consume la mínima energía siendo ésta renovable).

No quisiera que los comentarios que siguen pudieran interpretarse como una descalificación al trabajo de gran cantidad de personas que investigan y proponen sobre estrategias paliativas que pueden reducir significativamente el impacto ambiental de nuestras actividades. Valoro su aporte y no se me escapa el marco de restricciones desde el cual son formuladas; yo mismo me veo forzado habitualmente a trabajar bajo tales limitaciones. Pero creo que cuando han podido conocerse las causas, la gravedad y la complejidad del problema ambiental en el que estamos inmersos existe algo así como una obligación -y a ella he intentado someterme con esta tesis- de trabajar en las estrategias definitivas. Creo que las estrategias paliativas deberían ser utilizadas sólo como un mecanismo de transición, un estadio intermedio entre no hacer nada y hacer lo necesario, pero que confiar únicamente en ellas es desperdiciar oportunidades. Oportunidades de actuar, que no siempre se tienen, y de hacerlo de forma correcta, algo obvio pero poco frecuente. Una oportunidad fue la elaboración de la normativa de ahorro energético que hace a los edificios energéticamente más eficientes –y eso es un avance- pero que no soluciona su problema de fondo y además ofrece argumentos para creer que sí se ha solucionado.

En respuesta a lo anterior mi intención ha sido hacer un modesto aporte de estrategia definitiva que pueda llegar incidir en la realidad, a ser transferido a la industria. No quería, en caso de tener algún día la posibilidad de plantear la tesis a alguna persona con capacidad de decisión, que se me pudiera decir “lo que propones es interesante, pero no es aplicable”. De allí la preocupación por intentar justificar cada cosa con datos de la realidad, con ejemplos existentes en el mercado, aunque ello supusiera un recorte en las posibilidades de alcanzar unos resultados más contundentes.

Mientras he estado dedicando una gran cantidad de tiempo a la resolución de cada detalle de la tesis, en España se construía a razón de varios cientos de miles de viviendas al año. Y la mayoría de ellas no saben siquiera de estrategias paliativas. Por eso creo que trabajar en la creación de conciencia, en la difusión del problema y en la búsqueda de soluciones de alcance masivo es tan importante como hacer una investigación en profundidad. Ambas cosas se necesitan y complementan.

En coincidencia con la redacción de estas líneas en España se produce un debate sobre la unidad mínima de habitación como clave para el acceso de un gran sector de la población a la vivienda. Frente a ello por un momento dejemos de lado por qué la vivienda tiene precios tan elevados, cuáles sectores se benefician con la inversión especulativa y a costa de quién, qué repercusiones sociales tiene la marginalidad del mercado de alquiler, cuáles son las consecuencias de hipotecarse de por vida respecto de las libertades personales, qué destrucción del patrimonio construido se produce por la preferencia de la obra nueva en lugar de la rehabilitación, qué cantidad de viviendas vacías o infrautilizadas existen, etc. Centrémonos en que las administraciones dice concentrar sus esfuerzos en aumentar la oferta de vivienda de protección oficial y en hacerlo con unidades de alquiler de superficie reducida, porque con ello apunta a la demanda de los sectores de menores recursos: jóvenes, familias monoparentales, familias con renta baja, gente mayor, inmigrantes, etc. Aquí se podría ensayar algo distinto y no hacer más de lo mismo, apostar por el cambio ambiental que la edificación necesita. Otra oportunidad. Sabemos ahora que si las viviendas se construyen y gestionan de acuerdo con las pautas de la edificación convencional el cierre de ciclos podría no superar el 10%. Pero también sabemos que si se apuesta por estrategias ambientales definitivas –de las que esta tesis es apenas un modesto ejemplo- el cierre de ciclos podría superar el 90%. Y siempre serán viviendas de alquiler de protección oficial.

Termino estas reflexiones personales diciendo que encuentro trascendental el debate sobre las estrategias paliativas y definitivas. Creo que el debate, la determinación de los problemas y la búsqueda de soluciones para el cierre del ciclo de los materiales son imprescindibles y en tal sentido podrían impulsarse, intentando:

- Enseñarse en las universidades, pasando el tema de la marginalidad a la centralidad.
- Amplificarse en la práctica profesional, haciendo habitual lo que hoy es excepcional.
- Extenderse a promotores, técnicos, usuarios, industriales, constructores, gestores, etc., para que cada decisión en el ciclo de vida de los edificios incluya la visión ambiental.
- Exigirse en el marco normativo, para ser avalado por parte de las administraciones.
- Incentivarse haciendo que afloren en la economía, para facilitar el cambio que se necesita.





# GLOSARIO

## **Glosario**

### **Acidificación**

Es la modificación del pH del agua o de la tierra hacia la acidez, causada por la precipitación de partículas de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y otros compuestos que reaccionan con el agua contenida en la atmósfera o bien son arrastradas por éstas en las precipitaciones. Se forman así lluvias ácidas y que causan daños en bosques y lagos, aunque también afectan a otras reservas de agua dulce y a los sistemas naturales costeros. También colaboran en la intrusión de los metales pesados en la tierra y en el agua subterránea.

### **Análisis de ciclo de vida (de los edificios)**

Es el sistema más completo de análisis y evaluación ambiental, cuya metodología está establecida por las normas ISO 14040/43. Permite cuantificar el impacto ambiental global de un sistema a analizar realizando una contabilidad completa del consumo de recursos y de la emisión de residuos asociados al ciclo de vida total, que en el caso de los edificios puede resumirse las fases en extracción-fabricación de materiales, transporte, construcción, uso y mantenimiento, derribo y disposición final de residuos.

### **Análisis de ciclo de vida resumido (de los edificios)**

Se trata de una simplificación de la metodología genérica de análisis de ciclo de vida, que originalmente no fue pensada para ser aplicada en sistemas tan complejos, cambiantes y de difícil obtención de información como los edificios. En las versiones resumidas del análisis de ciclo de vida de los edificios se realizan adaptaciones, respecto de la metodología completa, para ajustar la evaluación a realizar a las fuentes de información y a las herramientas disponibles, centrándose el estudio en las fases de extracción-fabricación de materiales y de uso del edificio. Estos estudios de gran utilidad para la evaluación tendencial del impacto ambiental y suponen tiempos, costes e información necesaria menores.

### **Cadena de custodia**

Una cadena de custodia, de aplicación por ejemplo en los sistemas de certificación de explotación forestal sostenible como FSC (Forest Stewardship Certification) y PEFC (Pan European Forest Certification), es un sistema de control de una determinada condición (en el caso de las certificaciones mencionadas los criterios de sostenibilidad física y social que cada uno de ellos tiene) que se aplica en forma continua y sucesiva sobre todos y cada uno de los pasos que conforman un determinado proceso, desde la extracción de materias primas hasta la comercialización. Otro ejemplo, en la industria de los alimentos, es la cadena de frío que



debe mantenerse en todos los procesos de elaboración, almacenamiento, transporte y comercialización, ya que si uno de ellos no se cumpliera, falla todo el conjunto.

### **Cambio climático**

Ver emisiones de CO<sub>2</sub>

### **Capa de ozono**

Es el estrato de la atmósfera que retiene parcialmente de la radiación ultravioleta del sol y está situada a unos 50km por sobre el nivel del mar, que retiene más del 90% de la radiación ultravioleta del sol. La liberación a la atmósfera de gases CFC (clorofluorocarbonos) y HCFC (hidroclorofluorocarburos) que forman parte de ciertos líquidos refrigerantes, agentes extintores y propelentes para aerosoles la ataca mediante una reacción fotoquímica: al incidir la luz ultravioleta sobre la molécula se libera un átomo de cloro con un electrón libre, denominado radical cloro, fuertemente reactivo y con gran afinidad por el ozono, que rompe la molécula de éste último. Si bien el Protocolo de Montreal relativo a sustancias agotadoras de la capa de ozono de 1987 así como sus ratificaciones posteriores establecía su eliminación completa hacia 2000, aún se producen emisiones que la afectan.

### **Carcinoma**

Es el tipo más común de cáncer, con origen en células de tipo epitelial o glandular y de tipo maligno, que se presenta en la piel, la boca, el pulmón, las mamas, y los aparatos digestivo y reproductivo. Ciertos métodos de evaluación ambiental miden la existencia o no de compuestos que provocan carcinoma entre las emisiones de un determinado proceso o actividad (la fabricación de un material por ejemplo), siendo éste uno de los indicadores que conforman el grupo de impactos ambientales de toxicidad humana.

### **CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono)**

El dióxido de carbono, también denominado óxido de carbono, es un gas que forma parte de los ciclos biológicos que existen entre los seres vivos y la atmósfera de la tierra donde la retención del carbono se produce a través de la fotosíntesis de las plantas y la emisión a la atmósfera, a través de la respiración animal y vegetal. El uso de combustibles fósiles en el transporte, los procesos industriales, la combustión en edificios, etc., libera el dióxido de carbono retenido en ellos durante milenios, aumentando su concentración en la atmósfera y produciéndose en consecuencia el fenómeno conocido como efecto invernadero, que reduce la emisión de calor al espacio y provoca un mayor calentamiento del planeta. El CO<sub>2</sub> es uno

de los gases denominados GEI (Gases de Efecto Invernadero) que el Protocolo de Kioto intenta reducir.

### **Consumo energético (de los edificios)**

Consumo energético y demanda energética son conceptos que remiten a la cantidad de energía consumida por las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, iluminación, etc., en el uso de un edificio, en el primer caso, y al potencial de consumo que el edificio en sí mismo demanda para alcanzar las condiciones de habitabilidad deseadas o predeterminadas antes de definir ninguna de sus instalaciones, en el segundo caso. Para la obtención de los valores del consumo energético se parte de considerar demanda energética (de climatización, iluminación, etc.) y, una vez definidos los sistemas técnicos que la atenderán (instalaciones de climatización, iluminación, etc.) se aplica en cada uso sus coeficientes de rendimiento (cantidad de energía aportada en el acondicionamiento de los espacios en relación con la cantidad de energía consumida) que, dependiendo del tipo de sistema, el combustible utilizado, la utilización o no de energías renovables, el intercambio o no de calor con el aire, el agua y la tierra, etc., pueden ser inferiores, superiores o iguales al 100%. De esta forma el consumo energético puede ser inferior, superior o igual a la demanda energética.

### **COV's (compuestos orgánicos volátiles)**

Los compuestos orgánicos volátiles (VOC en inglés) son vapores liberados por la gasolina, las pinturas, los solventes, los pesticidas y otros compuestos químicos, nitratos peroxiácidos y formaldehídos, todos ellos altamente reactivos y oxidantes. Muchos compuestos orgánicos volátiles son peligrosos contaminantes del aire, ya que cuando se mezclan con óxidos de nitrógeno, reaccionan para formar ozono, en el nivel del suelo o *smog* en el nivel de la atmósfera, que es un tipo de contaminación derivado de la industrialización más reciente y aunque tiene presencia en los grandes centros urbanos, debido a que se traslada a través del viento, puede afectar también a otras áreas de menor densidad poblacional.

### **Decrecimiento económico**

Corriente de pensamiento político, económico y social económica que, con diferencias y matices, es impulsada por economistas como S. Latouche y J. Martínez Alier, que sostiene que el crecimiento infinito en el que se basa el razonamiento estándar de la economía, es incompatible con un mundo de recursos limitado y que por tanto no puede sostenerse. El decrecimiento económico propone el desacoplamiento de las nociones de calidad de vida y progreso respecto del aumento de la producción y el consumo que implica el crecimiento

económico, bajo la forma de una opción voluntaria por una sociedad de decrecimiento. El objetivo es evitar el retroceso dramático al que conduce el agotamiento de los recursos naturales y la generación de residuos en constante crecimiento, asociada de manera indisoluble al modelo económico vigente a escala global.

### **Demanda energética (de los edificios)**

Ver consumo energético (de los edificios)

### **Ecología industrial**

Entre finales de los 80 y principios de los 90 del siglo pasado, autores como R. Frosch y N. Gallopoulos proponían, en oposición al modo dominante de concebir los sistemas industriales, el enfoque de la ecología industrial, comenzando a entenderse el funcionamiento de los sistemas industriales mediante su comparación con los ecosistemas naturales, señalándose a partir de allí la necesidad de modificar las pautas de organización de los primeros para aproximarlas a las de los segundos, desde el enfoque de la complementariedad de las actividades económicas y la conversión de los residuos de una actividad en los recursos de sí misma o de otra. En los sistemas biológicos las plantas sintetizan los nutrientes que alimentan a los herbívoros, que a su vez alimentan a los carnívoros, cuyos residuos y sus propios cuerpos en descomposición posibilitan el crecimiento de otra generación vegetal. Se trata de un ciclo en el que no hay residuos sino nutrientes y que es movido por la energía renovable solar fundamentalmente, aunque también participa en él la gravedad. En los sistemas industriales convencionales no hay tal ciclo sino una secuencia lineal en la que los recursos se convierten, en más o menos tiempo, en residuos.

### **Economía ambiental**

La economía ambiental, desde la visión de la sostenibilidad débil, responde a la demanda de la sostenibilidad desde dentro del enfoque dominante de la propia disciplina. A partir de ello, lo que se propone es mantener estable el valor de la producción a lo largo del tiempo, es decir el nivel económico del conjunto de bienes y servicios, porque supone que ello es vital para la satisfacción de las necesidades de las generaciones tanto presentes como futuras. Tradicionalmente ha reconocido que existe una elasticidad entre materias primas, capital y trabajo, los factores de producción, es decir una capacidad de sustitución entre ellos gracias a los cambios tecnológicos. De tal manera tanto el avance de la tecnología, favoreciendo al aumento en la eficiencia del sistema, como el aumento del capital, sustituyendo al trabajo, han sido las principales tendencias en la evolución de la producción. La demanda física de la

sostenibilidad es interpretada desde este enfoque como la necesidad de compensar la progresiva disminución de las materias primas, a partir de entender y aceptar que el capital natural del planeta es degradado y sufre una paulatina pero constante reducción de stock. A partir de ello, la economía ambiental propone afrontar la disminución de las materias primas mediante una inversión de capital, de forma tal que la producción pueda mantenerse o crecer.

### **Economía ecológica**

Esta alternativa a la visión estándar tiene sus antecedentes en las discusiones sobre las relaciones que existen entre la economía y la naturaleza desde mediados del siglo XIX y que fueron continuadas más recientemente por autores como N. Georgescu-Roegen, H. Daly, El Serafy, Solow y también J. Martínez Alier, J. Naredo y O. Carpintero, entre otros, en el contexto español contemporáneo. La economía ecológica asume que la economía es un subconjunto de la ecología entendiendo que, si la primera analiza las transacciones de materia y energía de la vida sobre la tierra, por definición no puede ser separada del sistema formado por todos los recursos del planeta. Enfocada en el concepto de sostenibilidad fuerte, sostiene que el capital natural no es sustituible indefinidamente por los otros factores de la producción y que, por tanto, debe ser conservado. En tal sentido el capital humano es complementario al capital natural -en vez de intercambiable- ya que de una u otra forma siempre proviene de la apropiación y utilización del primero.

### **Efecto invernadero**

Ver emisiones de CO<sub>2</sub>

### **Etiquetas ecológicas**

Las etiquetas ecológicas distinguen a aquellos productos que tienen una menor incidencia sobre el medio ambiente debido a que cumplen una serie de criterios ecológicos definidos previamente por una norma técnica. Las etiquetas tipo I (norma ISO 14024) son sistemas voluntarios de calificación ambiental que identifican y certifican de forma oficial que ciertos productos o servicios tienen una menor afección ambiental. Las de tipo II (norma ISO 14021) son autodeclaraciones informativas de aspectos ambientales realizadas por el propio fabricante y exigen la responsabilidad de cumplimiento del contenido de la información, sin que necesariamente ello sea certificado por una tercera parte independiente. Las de tipo III (norma ISO 14021) definen un inventario de datos medioambientales cuantificados de un producto con unas categorías de parámetros prefijadas, a partir de su análisis de ciclo de vida.

### **Emisiones incorporadas (en los materiales)**

También denominadas como emisiones embutidas o, en inglés, *embodied emissions* o *grey emissions*, representan la generación de residuos gaseosos, en especial el dióxido de carbono, que se producen a lo largo del proceso de extracción de materias primas y fabricación de un determinado material o producto. La unidad más habitual es  $\text{KgCO}_2/\text{kg}$  (kilogramos de dióxido de carbono por kilogramo de material)

### **Energía incorporada (en los materiales)**

También denominadas como energía embutida o, en inglés, *embodied energy* o *grey energy*, representa el consumo de energía primaria que se producen a lo largo del proceso de extracción de materias primas y fabricación de un determinado material o producto. La unidad más habitual es MJ/kg (MegaJulios de energía por kilogramo de material).

### **Entalpía**

La entalpía es una magnitud de termodinámica cuyas unidades más frecuentes son los Julios y las Kilocalorías. La variación de entalpía es la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema termodinámico o, en otras palabras, la cantidad de energía que tal sistema puede intercambiar con su entorno. Permite expresar la cantidad de calor puesto en juego durante una transformación, a presión constante, en un sistema termodinámico en el curso de la cual se puede recibir o aportar energía (por ejemplo la utilizada para un trabajo mecánico). La entalpía es numéricamente igual al calor intercambiado con el ambiente exterior al sistema analizado.

### **Entropía**

En termodinámica, la entropía (simbolizada como S) es la magnitud física que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo. Su valor, en un sistema aislado, crece en el transcurso de un proceso que se dé de forma natural. La función termodinámica entropía, central para la segunda Ley de la Termodinámica, puede interpretarse como una medida de la distribución aleatoria de un sistema y, a partir de ello puede decirse que un sistema altamente distribuido al azar tiene alta entropía.

### **Eutrofía**

La eutrofización es el desequilibrio de determinados nutrientes en un ecosistema causado por las emisiones y vertidos en la tierra y el agua de compuestos ricos en nitrógeno y fósforo. Se la considera un proceso contaminante debido a que acelera excesivamente el crecimiento de ciertas especies sobre otras que se ven forzadas a desaparecer, causando un desequilibrio en el orden de los sistemas naturales y alterando la calidad de las aguas. Es decir que

mientras hay un aumento de la biomasa se produce una pérdida de biodiversidad. Fue reconocida como un problema ambiental a mediados del siglo XX y actualmente hasta la mitad de los lagos de Asia, Europa y Norteamérica la padecen. En África y Sudamérica afecta al 30% y 40% de estas reservas de agua dulce.

### **Exergía**

Es una magnitud termodinámica que indica el máximo trabajo teórico que se puede alcanzar por la interacción entre un sistema cerrado y su entorno, que informa su utilidad potencial como fuente de trabajo. La exergía, de esta manera, es la capacidad de realizar trabajo que tiene un determinado flujo de energía, ya que sólo se puede obtener trabajo de él y no de un stock.

### **Fotosíntesis**

Es la base de la vida actual en la Tierra, se trata de un proceso mediante el cual las plantas, algas y algunas bacterias captan y utilizan la energía de la luz para transformar la materia inorgánica de su medio externo en materia orgánica que utilizarán para su crecimiento y desarrollo. Los organismos capaces de llevar a cabo este proceso son capaces de fijar el CO<sub>2</sub> atmosférico. Salvo en algunas bacterias, en el proceso de fotosíntesis se produce liberación de oxígeno proveniente de moléculas de H<sub>2</sub>O hacia la atmósfera. Es ampliamente admitido que el contenido actual de oxígeno en la atmósfera se ha generado a partir de la aparición y actividad de estos organismos fotosintéticos.

### **Huella ecológica**

Este concepto, denominado por W. Rees y M. Wackernagel en 1996 expresa la cantidad de tierra productiva de la biosfera que es necesario afectar para producir un determinado recurso y absorber los residuos que se generarán durante su ciclo de vida. Para calcular cuánta biosfera es necesaria para cerrar el ciclo de una determinada cantidad de combustibles fósiles los autores proponen tres aproximaciones diferentes: considerar su sustitución por etanol producido a través del cultivo de plantas y su posterior procesado para la formación de alcohol vegetal; estimar su reemplazo mediante combustibles obtenidos de biomasa también obtenida mediante el cultivo de plantas; y finalmente estudiar la captura del gas CO<sub>2</sub> liberado durante la combustión por medio de la absorción que realizan los árboles.

### **Lluvia ácida**

Ver acidificación

**Material infraciclado**

Es aquel material que si bien admite un número limitado de ciclos de reciclaje, ciclo a ciclo va perdiendo la calidad necesaria para su utilización en las aplicaciones originalmente previstas. Un ejemplo de este tipo de materiales, que si aunque alargan su vida útil no logran regenerarse, es el que se obtiene de reciclar la mezcla de residuos plásticos de la recogida urbana, cuya calidad no sólo es inferior a la que tenían los compuestos con los que ha sido fabricado -que ya no podrán ser recuperados- sino que continuará perdiendo prestaciones técnicas hasta que al cabo de pocos ciclos más acabará convirtiéndose igualmente en un residuo.

**Material parcialmente reciclado**

Es aquel material que si bien permite un número ilimitado de ciclos de reciclaje no admite que la totalidad de la materia prima provenga de usos anteriores, dependiendo su modelo de producción de las extracciones de recursos y del vertido de residuos. Un ejemplo de este tipo de materiales, que si bien disminuyen el problema del ciclo abierto no logran cerrarlo, es el hormigón armado tal como es definido por la instrucción técnica del hormigón española, EHE.

**Material reciclado**

Es aquel material en cuya fabricación intervienen sólo materias primas obtenidas a partir de residuos pre y post consumo sobre los que existe la certeza de que al término de su vida útil se reciclarán completamente. En su sistema de producción no tienen lugar ni la extracción el vertido, no al menos en términos teóricos.

**MIPS (*material intensity per unit of service*)**

El indicador MIPS o intensidad material por unidad de servicio, coloquialmente llamado mochila ecológica, expresa el peso de materia mineral, vegetal y animal, agua y erosión que ha sido afectada en los procesos de extracción y fabricación de los materiales. Se trata de un concepto elaborado por el Wuppertal Institute de Alemania, que periódicamente publica una tabla de valores para los principales materiales y procesos energéticos que emplea la industria, señalando en toneladas por tonelada el peso de recursos totales afectados respecto del peso final de materiales.

**Mochila ecológica**

Ver MIPS

### **NOX (óxidos de nitrógeno)**

Los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno, SOX y los NOX respectivamente, son sustancias cuya nocividad ambiental se produce a partir de que algunas partículas suspendidas en el aire reaccionan con el agua o bien son arrastradas por ésta en sus precipitaciones, dando lugar a lluvias ácidas que modifican la composición química de los suelos y las aguas, afectando la supervivencia de la flora y la fauna.

### **RTM (requerimiento total de materiales)**

El Requerimiento Total de Materiales de la sociedad o RTM expresa las extracciones totales de minerales y materiales biosféricos de la economía nacional, más las importaciones, menos las exportaciones, que permite determinar la Contabilidad de Flujos Materiales o CTM.

### **Sistema biosférico**

Es el sistema material formado por el conjunto de los seres vivos, junto con el medio físico que los rodea y que ellos mismos contribuyen a conformar, determinado por el conjunto de la litósfera, hidrósfera y la atmósfera. Se basa en un flujo cíclico de reciclaje de recursos movido por la energía solar y la gravedad.

### **Sistema técnico industrial**

Es el sistema material formado por el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados, en que todos los recursos de capital invertido son utilizados de forma constante. Tradicionalmente se basa en un flujo lineal de extracción de recurso y generación de residuos, movido a energía no renovable.

### **Sostenibilidad débil y fuerte**

La sostenibilidad fuerte parte de la racionalidad de la termodinámica -considerada como economía de la física- y de la ecología -considerada como economía de la naturaleza.

En forma resumida puede decirse que el criterio de sostenibilidad débil considera que el capital natural puede sustituirse mediante el producido por el hombre, es decir por medio de aportaciones monetarias, mientras que el criterio de sostenibilidad fuerte sostiene que el capital natural no puede sustituirse y por tanto debe evitarse su deterioro y ser conservado."

### **SO<sub>x</sub> (óxidos de azufre)**

Ver NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno)



**Toxicidad ambiental y humana**

La toxicidad ambiental y humana son dos grupos de impactos que resumen diferentes efectos ambientales derivados de la generación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos contaminantes emitidos al aire, al agua y a la tierra en los procesos de producción de materiales y el uso de la energía, que aportan una referencia general sobre cómo afecta a la naturaleza, en el primer caso, y dentro de ella específicamente a las personas, en el segundo.

**Smog**

El llamado smog, mezcla de los términos ingleses *smoke* (humo) y *fog* (niebla) es una forma de contaminación del aire causada originalmente por la combustión del carbón en las centrales eléctricas, las calderas de calefacción y agua caliente, y en ciertos procesos industriales. Sobre los años 50 comenzó a hablarse de *smog* fotoquímico compuesto por ozono troposférico, compuestos orgánicos volátiles (VOC's en inglés, vapores liberados por la gasolina, las pinturas, los solventes, los pesticidas y otros compuestos químicos), nitratos peroxiácidos y formaldehídos, todos ellos altamente reactivos y oxidantes. Su efecto fotoquímico se produce a través de la reacción que provoca la radiación solar especialmente sobre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles.