



## EL POLÍGONO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Alberto Lovera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: [alberto.lovera@gmail.com](mailto:alberto.lovera@gmail.com)

### RESUMEN

El propósito de este texto es presentar los elementos fundamentales que, a nuestro juicio y haciendo uso de lo planteado por diferentes autores, deben tenerse en cuenta para el análisis y la aplicación de la construcción sostenible. Para ello se hace uso de una metáfora geométrica: el Polígono de la construcción sostenible. Se explican seis factores fundamentales a considerar: Costo global de la construcción; capacidades locales de construcción; sincretismo tecnológico; análisis del ciclo de vida de la construcción; vulnerabilidad y sostenibilidad; e innovación y estrategias de I+D de construcción sostenible. El resultado es un esquema interpretativo que da cuenta del carácter múltiple y sistémico de la sostenibilidad en sus diferentes aristas: económica, social y ambiental. En este caso aplicado a la actividad de la producción del medio ambiente construido.

**Palabras clave:** construcción; sostenibilidad; innovación, sincretismo tecnológico, ciclo de vida

### 1. CONSTRUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Puede resultar paradójico que se hable de construcción sostenible cuando la construcción es particularmente agresiva con el medio ambiente. Es conocido que dicha actividad es responsable de una parte sustancial del consumo de recursos naturales y energía, que la comporta un importante impacto ambiental, no sólo durante la construcción propiamente dicha, que además suele producir residuos, sino por sus diversos productos siguen siendo fuente de contaminación por las emisiones que producen y por las modificaciones que producen en su emplazamiento en el territorio. Allí no acaban sus impactos medioambientales, estos se prolongan durante toda la vida de las construcciones, dado los requerimientos que reclama su mantenimiento. Estos asuntos son el centro de atención de cada vez mayores estudios que se proponen tanto analizar el impacto de la construcción en el medio ambiente, como atisbar caminos para que esta actividad pueda adoptar patrones cada vez más cercanos a patrones de producción y consumo sostenibles (Cf. Instituto Juan de Herrera, 1998; Slessor, 1997; Ruano, 2000).

Sin embargo, la humanidad no puede prescindir de la atención de las necesidades que supone la producción de los objetos físicos de componen lo que suele llamarse el medio ambiente

construido. Lo que sí puede hacer es abordar estas necesidades con otra óptica, una que sea compatible con patrones de producción y consumo sostenibles. De allí que no por su complejidad, debamos dejar de ocuparnos de entender cómo concebir la construcción sostenible.

## **2. UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DENTRO DE UN ENFOQUE**

La línea de investigación y acción sobre construcción sostenible se alimenta de la irrupción en el medio científico y en las políticas públicas del concepto de desarrollo sostenible que “surge de la confluencia de dos líneas de pensamiento: por un lado, de la teoría del crecimiento económico y posteriormente del desarrollo, y, por el otro, de la ecología, la conservación de los recursos naturales y el ambientalismo” (Gabaldón, 2006: 45).

El proceso que ha dado origen a este concepto de desarrollo sostenible ha sido reconstruido por varios autores (entre otros, Cf: Naredo, 1997; Gabaldón, 2006), mostrando las diferentes fuentes y evoluciones que llevaron a la irrupción de esta formulación.

Tras la aparición de Informe *Nuestro futuro común* (1987-1988) coordinado por la doctora Brundtland en el marco de la ONU, se fue haciendo tradición el concepto emergente de "desarrollo sostenible" entendiéndolo por tal aquel que permite "satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas". Como ha expresado Naredo (1997), “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”.

Ciertamente, el concepto de sostenibilidad y del desarrollo sostenible, ha sido objeto de muchas críticas e interpretaciones. En la búsqueda de superar su ambigüedad se ha propuesto la necesidad “de 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” (Naredo, 1997).

A pesar de la insatisfacción y sospecha que para algunos genera la práctica de adjetivar sustantivos antiguos, en vez de acuñar nuevos términos que den cuenta de nuevas ideas, lo que puede indicar el intento de encubrir sus carencias y reforzar la supervivencia de viejas concepciones, se acepta que “el principal interés que ofrece el empleo de los nuevos adjetivos reside en su función implícita como detectores de zonas problemáticas”, que indican las insuficiencias de los abordajes tradicionales (Naredo, 1996). Son el anuncio de una transición, de una situación donde conviven lo viejo y lo nuevo en la búsqueda inacabada de nuevos conceptos y enfoques.

Aquí indagamos sobre una línea de investigación que aunque comparte una atmósfera de un ámbito mayor, el desarrollo sostenible, se refiere a un ámbito específico, la construcción del hábitat, en un segmento específico: la producción del medio ambiente construido.

Plantear un camino de construcción sostenible está asociado con una concepción de desarrollo sostenible para toda la sociedad, que supone considerar diferentes planos (Cf. Naredo, 1997, de

quien tomamos lo que sigue): **Sostenibilidad Global**, cuando razonamos sobre la extensión a escala planetaria de los sistemas considerados, tomando la Tierra como escala de referencia; **Sostenibilidad Local** cuando nos referimos a sistemas o procesos más parciales o limitados en el espacio y en el tiempo; **Sostenibilidad Parcial** cuando se refiere sólo a algún aspecto, subsistema o elemento determinado 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 deberían estar llamadas a converger con la global. Sin embargo, la diferencia entre sostenibilidad local (o parcial) y la global cobra importancia cuando no se razona a largo plazo.

Impulsar la Construcción Sostenible es importante, aún cuando se ubique en el campo de la sostenibilidad parcial, y si llega a impactar a los sistemas urbanos y sus conexiones, podría ubicarse en la sostenibilidad local, y sólo será decisiva si se articula con una estrategia de sostenibilidad global. Para que ello sea posible se impone una nueva óptica de la producción y el consumo, una manera diferente de entender la relación entre economía y naturaleza, que asuma que la primera tiene que respetar y articularse con las reglas de comportamiento de la segunda, donde las señales del mercado puedan estar reguladas por la acción estatal y ser sensibles a la acción y reacción de la contraloría social de los ciudadanos. En caso contrario, la naturaleza pasará su factura cuando se hace caso omiso que la producción de bienes y servicios tiene una doble condición indisoluble: material-técnica y económica-social. Ambas aristas son de importancia para atender las necesidades de manera sostenible económica, social y ambientalmente.

### 3. EL POLÍGONO DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Este texto se nutre de diferentes aportes sobre la construcción sostenible a escala internacional, que han sido planteado por variados autores, tanto en sus aspectos generales (Cf. Instituto Juan de Herrera, 1998), como en sus aristas específicas (Cf. Vásquez, 2001; Naredo, 2002); pero sobre todo nos basamos en los aportes que desde Venezuela se han hecho a este campo (Cf. Alfredo Cilento, 1996; 1997; 2005; 2008; Acosta/Cilento, 2005), en la difícil y complicada tarea de hacer compatible los objetivos de satisfacer las necesidades constructivas de la sociedad con realizarlo de manera concurrente con el desarrollo sostenible. Ambos tipos de contribuciones nos han sido de utilidad para delinear el esquema analítico que seguidamente presentamos, aunque con énfasis en la óptica de la «innovación desde el Sur», que han planteado Arozena y Sutz (2003; 2006).

Las piezas claves de la construcción sostenible podemos concebirlas valiéndonos de una metáfora geométrica, lo que podríamos llamar el **polígono de la construcción sostenible**, que hasta ahora lo concebimos como un hexágono (según se haga una consideración más detallada, el polígono de la construcción sostenible podría tener más lados, que los seis aquí propuestos), en cualquier caso, siguiendo con esa metáfora se trataría de un polígono irregular, sus lados y ángulos no son iguales, tiene diferente dimensión (peso), como se corresponde a la representación de fenómenos sociales, aunque no se refleje fielmente en la actual representación gráfica que hacemos de este recurso didáctico (Cf. Gráfico N°1):

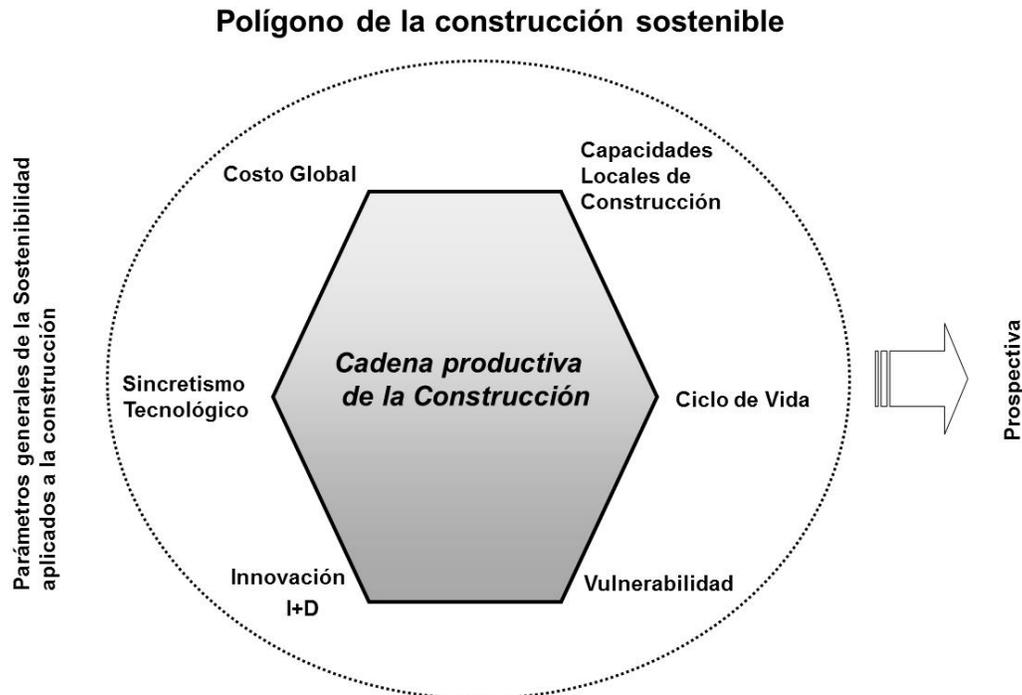


Gráfico 1. Polígono de la construcción sostenible. Elaboración: Alberto Lovera (2010)

### 3.1. La atmósfera: El Desarrollo Sostenible y la Construcción

Esta visión del desarrollo sostenible en la construcción está arropada por una atmósfera que no es otra que la compuesta por los **parámetros fundamentales de los principios de la sostenibilidad bajo el cristal particular de la actividad de la construcción**, no sólo de lo que se conoce como la producción localizada del medio ambiente construido, la industria de la construcción, sino de toda la Cadena Productiva de la Construcción, a saber: todas las actividades económicas dedicadas a la producción, circulación y consumo del medio ambiente construido, lo que incluye una variedad de ramas de diferente tipo: las de producción de insumos, materiales y componentes; las de producción de maquinaria y equipo para la construcción; así como las actividades comerciales y financieras vinculadas a sus productos; además, por supuesto, de la rama de la construcción propiamente dicha (Cf. Lovera, 2011). Precisamente, en el análisis de la construcción sostenible se pone en evidencia la fecundidad de este enfoque metodológico que destaca las relaciones inter-sectoriales de la industria de la construcción con otras actividades económicas, este ámbito mayor es lo que se ha llamado la Cadena Productiva de la Construcción dentro del cual se encuentra la industria de la construcción como uno de sus componentes.

Se hace necesario, por tanto, un análisis de la interfase entre los planteamientos generales de la sostenibilidad y los que se refieren a un campo particular, el de la construcción, un matrimonio, no exento de tensiones, entre construcción y sostenibilidad.

Desde esa atmósfera podemos dirigirnos al núcleo del polígono de la construcción y a sus elementos constitutivos.

Los componentes del polígono (hasta ahora, hexágono) de la construcción sostenible, según nuestra interpretación, estaría compuesto por los siguientes elementos:

1. Costo global de la construcción
2. Capacidades locales construcción
3. Sincretismo tecnológico
4. Análisis del ciclo de vida en la construcción
5. Vulnerabilidad y sostenibilidad en la construcción
6. Estrategias de I+D de construcción sostenible e Innovación para la sostenibilidad.

En el corazón del Polígono de la Construcción Sostenible se encuentra la *Cadena Productiva de la Construcción*, las variadas actividades que dan lugar a la producción del medio ambiente construido, que suponen dicho proceso de producción como “un sistema compuesto por subprocesos económicos, tecnológicos y ambientales que van desde la extracción de recursos hasta el reciclaje o disposición final de los desechos” (Acosta/Cilento, 2005), dentro del cual la industria de la construcción, vale decir: la construcción localizada del medio ambiente construido, es sólo un elemento del mismo.

La *Cadena Productiva de la Construcción* bajo esta óptica de conjunto ha sido estudiada por diferentes investigadores (Cf. IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo de Investigación INCOVEN, 1987, 1988; Lovera, 2011), ellos sirven de apoyo para el enfoque de la construcción sostenible, aunque requiere de relecturas y de incorporar explícitamente la actividad económica, en este caso de la construcción, como un subconjunto de la naturaleza, para poner sobre el tapete el significativo impacto ambiental de esa actividad, tal como han enfatizado los análisis de la construcción a luz de criterios de sostenibilidad (Cf. Instituto Juan de Herrera, 1998; Vásquez, 2001; Naredo, 2002).

### **3.2. Costo global de la construcción**

El concepto de calidad y costo global (Cf. Croome, D.J./Sherratt, 1980), plantea la necesidad de aumentar la eficiencia y optimización de los procesos productivos de la construcción, que incluyen la calidad y la consideración en los costos de las obras constructivas pero no sólo en el momento de su construcción sino también de su mantenimiento a lo largo del tiempo. Implica la lucha contra el desperdicio y la ineficiencia en todas fases de la construcción. Igualmente la conservación, utilización y reciclaje del patrimonio construido como base de la ampliación del stock de nuevas edificaciones. No sólo el reciclaje de los materiales sino de las propias edificaciones.

La teoría del coste total supone un elemento clave para el análisis de las decisiones de proyecto y construcción: el ciclo de vida de las construcciones. Los fundamentos de la *Terotecnología*, a saber: la consideración de “los costes iniciales conjuntamente con los requisitos de un buen proyecto, duración de vida y mantenimiento” (Staveley, H.S, 1980).

A partir de estas consideraciones se incorporan las preocupaciones sobre la necesidad de reciclar y reutilizar desechos (industriales, agrícolas, demoliciones), el uso de materiales de bajo consumo energético, así como los efectos negativos sobre el medio ambiente en todos los procesos de gran industria, manufactureros o de pequeña escala en la operación de la construcción, y la importancia de analizar el ciclo de la construcción en su conjunto, desde los materiales hasta el

mantenimiento de las obras constructivas, así como el rol del mantenimiento y la preservación del stock de las obras de construcción.

### **3.3. Construcción y Materiales: El Análisis del Ciclo de Vida**

Una nueva arista del polígono de la construcción sostenible es la que tiene que ver con el análisis del ciclo de la construcción, en su doble dimensión: el ciclo de vida de los materiales y de las construcciones, lo que supone incorporar el impacto ambiental de la construcción. Ya no se trata de consideraciones del medio ambiente como contexto, como variable exógena sino como variables endógenas.

El análisis tanto del proceso de trabajo como del ciclo del capital en la industria de la construcción nos muestra que estamos en presencia de procesos particularmente largos en comparación a otras ramas. El largo ciclo de producción se explica por varias razones: la complejidad de los productos a que da lugar, que no se pueden fraccionar sin afectar su valor de uso, y que por tanto requieren de muchas jornadas laborales para suministrar un producto terminado; la división del trabajo de tipo predominantemente heterogénea que caracteriza a la industria de la construcción, que supone una variedad de sub-procesos de trabajo que se van ensamblando; y, adicionalmente, desde fuera de la rama, la también heterogeneidad de sus fuentes de aprovisionamiento de materiales, componentes y equipos, no sólo en número y variedad y forma de producción de los insumos (desde la artesanía, pasando por diferentes tipos de manufactura hasta industrias mecanizadas y automatizadas), sino en los distintos grados de transformación (desde materias primas hasta componentes complejos prefabricados) que llegan al taller-obra. Igualmente, hay que considerar que no es sólo prolongado el proceso de producción, también los objetos mercancías, con variaciones según la talla y el tipo de producto que produce la rama tienen una gran durabilidad en el tiempo, en parte justificada por el enorme volumen de trabajo y materiales invertidas en ellas (Cf. Lovera, 2011).

Todo lo anterior nos indica que estamos en un esfera de actividad con un largo ciclo de vida de sus productos, pero que no se resume al ciclo de vida de las construcciones sino al de los materiales que lo componen, siguiéndole su trayectoria «desde la cuna hasta la tumba» o viceversa para estudiar su costo e impacto de reposición, como ha propuesto Vásquez (1991). Un esquema del Ciclo de vida de la construcción ha sido hecho por Cilento (1996); lo presentamos para que se visualice más claramente (Cf. Gráfico N°2).

Este concepto y metodología del Análisis del Ciclo de Vida en el cuerpo de la propuesta de construcción sostenible va a mostrarse como herramienta útil no sólo para el diagnóstico sino también para la innovación y las estrategias de construcción sostenible, como veremos en su momento (Cf. Acosta/Cilento, 2005).

Simultáneamente, aparecen nuevos argumentos para el análisis del ciclo de vida de los materiales y las construcciones: la optimización en el uso de los recursos, la reutilización de las edificaciones, la búsqueda de oportunidades de innovación (que deben apuntar a la sostenibilidad), la evaluación de los residuos y desechos aprovechables, la reducción del consumo energético y la protección del ambiente, así como la necesidad de nuevos enfoques en los proyectos (diseño y producción) de la construcción.

Otra arista importante que se destaca desde la óptica de la construcción sostenible es el énfasis que se le pone a que el análisis del ciclo de vida de la construcción esclarezca dónde hay mayor gasto energético, tanto en la producción y transporte de materiales y en mantenimiento, así como en la producción en el taller-obra, lo que vuelve a poner de manifiesto la importancia del análisis de todo el ciclo de vida de los materiales y productos, y no sólo en la construcción localizada propiamente dicha.

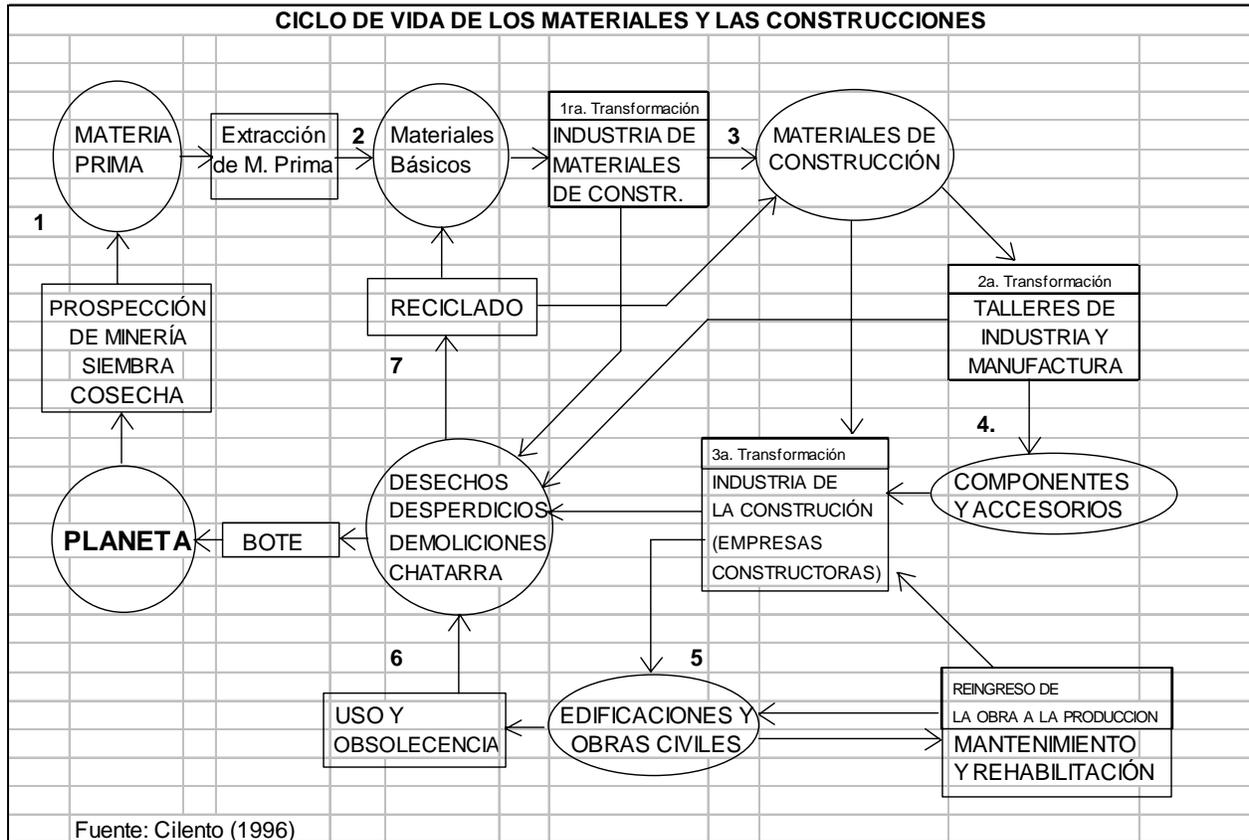


Gráfico 2. Ciclo de vida de los materiales y las construcciones (Cilento, 1996)

### 3.4. Capacidades locales de construcción

A estas consideraciones del ciclo de vida de construcciones y materiales hay que agregar otros tópicos asociados que adquieren una importancia adicional a la luz del enfoque de construcción sostenible. Nos referimos a la necesidad de incentivar y apoyar las capacidades locales de producción de materiales, técnicas de producción y equipos acordes con la pequeña escala, sin descartar los esfuerzos productivos y tecnológicos, donde la evaluación así lo recomiende, para escalas intermedias e, incluso de gran escala. Esta ponderación de las potencialidades locales, que va casada con la necesidad de la descentralización de la construcción y el mantenimiento y la gestión del hábitat, ahora toma una connotación adicional, la de generar un círculo virtuoso que ayude a mitigar los impactos ambientales de la construcción y estimular las estrategias sostenibles en dicha actividad. Como ha señalado Vásquez (1991), “*el escenario de una futura construcción sostenible tendrá como uno de sus ingredientes el carácter local de los materiales empleados*”.

Las capacidades locales de construcción las consideramos otra de las piezas claves de construcción sostenible debido a lo anteriormente señalado, pero además por el imperativo que supone pensar en el impacto de actividad constructiva en la conformación del territorio bajo patrones de sostenibilidad para los asentamientos humanos, que implica actuar en varios planos: en el patrón de urbanización y ocupación del territorio, en la revitalización de espacios de gobernabilidad democráticos en las ciudades, concebidas bajo nuevas ópticas, y finalmente, aunque no menos importante, en un rescate de la variedad de formas constructivas, ahogadas en un estilo único o hegemónico (Cf. Naredo (2002; Ruano, 2000). Todo ello supone que ámbito local y regional deberían tener un protagonismo destacado en la instauración de patrones de construcción y de asentamientos más sostenibles.

### **3.5. Sincretismo Tecnológico**

Otra de las piezas conceptuales claves que componen este enfoque de la construcción sostenible es el “sincretismo tecnológico”, cuya aplicación a la construcción ha sido propuesta por Cilento (1996). No se trata de abjurar de las ventajas de la industrialización sino de la comprensión que para atender las soluciones constructivas de la sociedad es necesario combinar algo que hemos llamado en diferentes ocasiones “un menú de opciones” (Cf. Lovera, 2002), que incluye, producción a gran escala, con tecnologías avanzadas y producción a mediana y pequeña escala con tecnologías intermedias y locales. El concepto de sincretismo tecnológico lo que enfatiza es la convivencia (posible y conveniente) de todas estas opciones, en medio de mezclas tecnológicas variables, algo que no es exclusivo de la construcción, aunque es catalizado por las características de sus productos y de la producción en esta rama.

Pero, como ha señalado Cilento (1996), hay una diferencia entre otras ramas que también hacen uso del sincretismo tecnológico y la construcción en la que, a diferencia de aquellas, se hace difícil reducir la cantidad de materiales utilizados sin reducir la calidad y el confort, lo cual, a su vez, deriva en la generación de muchos residuos con sus efectos sobre el medio ambiente, y por tanto, en la sostenibilidad, lo cual plantea retos para concebir diseños y formas de producción compatibles con la construcción sostenible.

De nuevo, la formulación del sincretismo tecnológico en la construcción, alimentado por fuentes más variadas que en otras actividades que hacen uso de él, porque se extiende a la heterogeneidad de diferentes formas productivas de los insumos que la alimentan, fue originalmente planteado como una lógica de mezcla productiva-tecnológica, pero que adquiere una resignificación teórico-metodológica cuando este concepto se interpreta bajo el cristal de la construcción sostenible.

### **3.6. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de los asentamientos humanos y de su entorno, y la propia vulnerabilidad de la naturaleza para cumplir sus funciones medioambientales en relación con la actividad humana, son manifestaciones de la insostenibilidad del patrón dominante de producción (y consumo) en la civilización industrial. Cada vez las sociedades son más susceptibles de sufrir pérdidas o daños antes eventos naturales o provocados por el hombre, y es cada vez más difícil separar de manera neta lo que son los riesgos y desastres naturales de aquellos producidos como consecuencia de la acción humana. La presente etapa de la humanidad ha sido caracterizada como la de la “sociedad

del riesgo” (Beck, 1996; 2000), aunque sin dejar de lado la desigual distribución de las capacidades de afrontar la degradación ambiental (Cf. Arocena/Sutz, 2003).

Como señala Cilento (2000), “la vulnerabilidad es una situación en que se aceleran los factores de riesgo a pérdidas humanas, patrimoniales, de insumos productivos, de infraestructura y de capacidad de producción, en el caso de un desastre natural o provocado por los seres humanos. Los factores de vulnerabilidad están íntimamente ligados a la falta de sostenibilidad en el patrón de actuación humana en las actividades de modificación del medio ambiente natural y en las de producción del medio ambiente construido”.

Por demasiado tiempo se ha menospreciado las tres funciones principales que cumple el medio ambiente en la actividad económica: proporciona recursos; asimila residuos y nos brinda servicios medioambientales (Cf. Jacobs, 1997). Se ha ignorado, que “la naturaleza dispone de mecanismos a través de los cuales ella infringe una terrible venganza (contragolpe de la naturaleza) a la actividad humana y, sin lugar a dudas, hemos incrementado enormemente nuestra capacidad para invocar esta venganza” (Rosenberg, 1979).

Pero el asunto es más complicado aún, porque la vulnerabilidad de los asentamientos humanos en los países que ocupan un papel central en los circuitos de poder y acumulación, respecto aquellos que se encuentran en un rol periférico, el llamado mundo en desarrollo (o subdesarrollado), no es homologable, algo que respecto al tema de vulnerabilidad urbana destaca Cilento (2000), al mostrar la precariedad de muchas de las construcciones en nuestros países, particularmente en los sectores populares y en algunas construcciones públicas. Se destaca que la estrategia de sostenibilidad en unos y otros tiene distintas trayectorias, combinar en los países subdesarrollados “niveles aceptables de crecimiento económico de manera sostenida (...) hasta que su población supere una serie de umbrales en cuanto a sus necesidades básicas (...) [y, a su vez] reacomodar los estilos de desarrollo prevalecientes en los países desarrollados, por otros menos intensivos en cuanto al consumo material y energético” (Gabaldón, 2006).

Los factores de vulnerabilidad en nuestras sociedades comparten algunos de los factores presentes en las sociedades y economías desarrolladas, pero le agregan otros, el principal, la pobreza que conspira contra la sostenibilidad multifocal (política-social, económica, física-técnica y ambiental), entre ellas la de la construcción. La precariedad de la situación socioeconómica de densos sectores sociales hace inviable que puedan asumir los prerrequisitos del desarrollo sostenible, por lo tanto la agenda de la sostenibilidad y la construcción sostenible no puede ser homogénea para todos los países sino que deben ser sensibles a sus diferencias.

La reducción de la vulnerabilidad de los centros urbanos frente a desastres naturales o producidos por los humanos, está indisolublemente ligada a la necesidad de desarrollar asentamientos humanos sostenibles, o en todo caso de aumentar la sostenibilidad social, económica, técnica y ambiental de los asentamientos existentes. Pero estos requerimientos (reducir la vulnerabilidad y aumentar la sostenibilidad) no podrán ser alcanzados si no se desarrollan enfoques comprensivos, que atiendan el corto, mediano y largo plazo. Ello se asocia con que frente a la vulnerabilidad y sus eventos hay que actuar en varios frentes: la prevención, la preparación, la mitigación y la rehabilitación.

### 3.7. Innovación e Investigación y Desarrollo para la construcción sostenible

El último vértice del polígono de la construcción sostenible que hasta ahora hemos identificado es el de la innovación, la investigación y desarrollo y las estrategias para el desarrollo sostenible. Hay que poner al servicio de la construcción sostenible la actividad de investigación y desarrollo para generar opciones, y a partir de ellas definir estrategias y líneas de acción.

La construcción sostenible y su viabilidad están asociadas a un intenso esfuerzo de investigación y desarrollo. Hay que pensar la construcción tanto en el nuevo paradigma productivo y de gestión, como en sus consideraciones ambientales.

Cilento y Acosta (2005) han señalado un camino para orientar las exploraciones de la construcción sostenible. Ello requiere no sólo de una nueva óptica, sino ensayos prácticos para ponerlos a prueba (Cf. Acosta, 2002).

Una de las piezas claves de la construcción sostenible es precisamente avanzar en explorar las posibilidades e innovaciones de nuevas formas de producción, de materiales y componentes, de modalidades de gestión, de nuevas concepciones de diseños y proyectos.

A la par de esta actividad de innovación e I+D, es necesario formular estrategias y planes de acción, en aplicaciones a diferentes niveles, desde el manejo de materiales y residuos de la construcción hasta la formulación de proyectos arquitectónicos y constructivos bajo la óptica de la construcción sostenible (Cf. Acosta y Cilento 2005; Acosta, 2002). Otros autores han enfatizado la importancia de pensar la construcción sostenible en una doble perspectiva: “la naturaleza física de la materia empleada y la geometría adoptada por esta última” (Cf. Vázquez, 2001). Este último aspecto, el del diseño arquitectónico por la importancia para la construcción sostenible de la llamada arquitectura bioclimática (Cf. Vázquez, 2001; Luján, 1997).

Ya hay propuestas concretas para una agenda de Investigación y Desarrollo para la Construcción Sostenible, como la sugerida por Acosta y Cilento (2005), que hace énfasis en lo que se refiere a edificaciones y viviendas sostenibles, se destacan las diferentes aristas para apuntalar la construcción sostenible: la evaluación de los terrenos donde construir; la optimización del consumo energético y la minimización de gastos de mantenimiento y reposición; la atención por la baja vulnerabilidad de las construcciones; la búsqueda de alargar la vida útil de las construcciones y su posibilidad de darle nuevos usos; la *deconstrucción* y la construcción seca para facilitar la reutilización y reensamblaje de componentes; productos y componentes susceptibles de reciclaje; evitar o reducción de desperdicios de materiales y energía; construcción progresiva; criterios de racionalidad energética en materiales y diseño; aprovechamiento de recursos y capacidades locales y combinación de diferentes formas de producción, entre otras.

La innovación, la investigación y desarrollo de la construcción, tanto en propuestas de constructivas como organizativas, y a partir de ellas, la definición de estrategias, es otra de las piezas claves de este enfoque de construcción sostenible. Ellas se alimentan del conocimiento y la experiencia internacional, pero dado el carácter de la construcción, si en un área se impone una óptica de «innovación desde el Sur», como han planteado Arozena y Sutz (2003; 2006), es este campo, donde hay importantes ejemplos de innovación endógena que atienden a las especificidades de las sociedades de la periferia del sistema internacional, con sus carencias y potencialidades. Esto coloca en la agenda de la investigación la exploración sobre las características que toma el cambio técnico en la construcción (Cf. Lovera, 2004).

### 3.8. La visión prospectiva

Así como hay un contexto o atmósfera que cubre al Polígono de la Construcción Sostenible, hay otro elemento que lo modifica que sirve de monitoreo permanente: la *visión prospectiva*, que examina los factores claves, identifica tendencias y construye escenarios para indicar la dirección probable de la construcción sostenible en cada uno de los elementos de su núcleo y como conjunto.

Un ejercicio de monitoreo que debe estar atento tanto a los cambios estructurales tanto generales como los atinentes a la cadena productiva de la construcción, y de igual manera al comportamiento de los actores sociales, que marcan el rumbo y el ritmo de muchas de las modificaciones que se operan.

Nos encontramos entonces con la necesidad de una visión prospectiva, de escenarios probables, no inevitables, de los cursos de acción en el campo del hábitat y las tendencias tecnológicas de la construcción. Deben ser entendidos no sólo a la luz de los acontecimientos inmediatos en nuestros países, sino también del cristal de las tendencias internacionales de las cuales no podemos hacer caso omiso dada su potencia, más allá que unos casos nos parezcan convenientes y en otros contraproducentes para una sociedad que sea capaz de generar una sostenibilidad múltiple: social, económica y ambiental.

Las tendencias dominantes en el campo de la construcción, del hábitat y de la sostenibilidad en este campo merecerían una consideración aparte, que no podemos abordar en estas páginas, lo que no quiere decir que no haya esfuerzos sistemáticos y continuados por identificarlas, tanto en los países de la periferia como del centro, cuyas referencias dejamos anotadas, sin pretender ser exhaustivos (Cilento, 1997; 1998; Cano/La Cruz, 2006; Monjo, 2005; Cano et. al., 2007). A partir de estas exploraciones, se muestran las transformaciones que se requieren y las opciones que se abren, que suponen nuevas ópticas cuyos enfoques y mecanismos habrá que detallar.

Tras la atmósfera que constituye la aplicación de los principios del desarrollo sostenible a la construcción, y de haber analizado las piezas que componen el Polígono de la Construcción Sostenible, ahora nos encontramos con la acción y reacción que las modifican, las tendencias y escenarios, que permiten atisbar la prospectiva.

En fin, que la construcción sostenible es parte de la sostenibilidad parcial, pero ayuda a la sostenibilidad global, en mayor o menor medida, según la radicalidad de la transformación de sus formas de producción, más o menos sensibles a las variables ambientales que las contienen. El Polígono de la Construcción Sostenible requiere de la actividad de monitoreo, evaluación de tendencias y construcción de escenarios para alimentar su orientación.

## 4. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE O MENOS INSOSTENIBLE

En uno de sus textos José Manuel Naredo (2002) señala la persistencia de los patrones de insostenibilidad en la construcción y en los sistemas urbanos, señalando que si no se podía aspirar a la instauración en el corto plazo de un patrón sostenible, como estrategia de transición al menos había que proponerse hacerlos **menos insostenibles**. La hegemonía económica, tecnológica y cultural de ciertos patrones de construcción y de ocupación del territorio parece recomendar tal

período de transición, pero sin abandonar una estrategia de los que la literatura científica se ha llamado el «programa fuerte» de sostenibilidad, aquel que enlaza las acciones de la sostenibilidad parcial y local con la sostenibilidad global, que supone, como se sabe, la instauración de un nuevo modelo de producción y consumo, capaz de entender, como no lo supo hacer el patrón industrialista dominante, que la economía es un sub-sistema de la naturaleza y no viceversa.

A pesar de la gravedad de la situación de degradación del medio ambiente, que hace cada vez más frágil la relación hombre-naturaleza, y de las resistencias e inercias que hacen lento la gestación de los cambios necesarios, desde distintos puntos se abren paso opciones analíticas y prácticas para avanzar, uno de ellos es el de la construcción sostenible, aunque necesita de catalizadores para pasar de las propuestas a la acción, de los planes pilotos a su generalización, tomando en cuenta las diferentes aristas de este polígono de la construcción sostenible que hemos ilustrado en estas páginas.

### **Referencias Bibliográficas:**

Acosta, Domingo (2002), *Arquitectura y Construcción Sostenibles: Propuestas y experiencias profesionales y académicas*, Trabajo de Ascenso, IDEC-FAU-UCV, mimeo, Caracas

Acosta, Domingo/Cilento, Alfredo (2005), “Edificaciones sostenibles. Estrategias de investigación y desarrollo”, *Tecnología y Construcción*, N° 21-I, pp. 15-30.

Arocena, Rodrigo/Sutz, Judith (2003): *Subdesarrollo e innovación: navegando contra el viento*, Cambridge University Press/ OEI, Madrid

Beck, Ulrich (1996), *La sociedad del riesgo*, Siglo XXI de España, Madrid

Beck, Ulrich (2002), *La sociedad del riesgo global*, Siglo XXI de España, Madrid

Cilento, Alfredo (1994): “Innovación Tecnológica y Materiales de Construcción para Viviendas de Bajo Costo”, *Enfoques de Vivienda 1994*, CONAVI, pp. 234-241.

Cilento, Alfredo (1996), “Sincretismo e Innovación Tecnológica en la producción de viviendas”: *Tecnología y Construcción*, N° 12-I, pp. 15-19.

Cilento, Alfredo (1997): “Vivienda y Construcción en el Siglo XXI”, *Cuadernos del CENDES*, N° 35, pp. 107-120.

Cilento, Alfredo (2000): “Vulnerabilidad y Sustentabilidad de los Asentamientos Humanos”: *Tecnología y Construcción*, N° 16-I, 2000: 93-102.

Cilento, Alfredo (2005): “Ciclo de vida, sostenibilidad e innovación en la construcción”, en Pedro Lorenzo (coord.), *Un Techo para Vivir*, CYTED-Edicions UPC. CCD. Barcelona, pp. 439-444.

Cilento, Alfredo (2008): *Construcción Sostenible: Piezas para la investigación y la acción*, (Alberto Lovera, Editor), Ediciones FAU-UCV, Colección Digital, Caracas, en prensa.

Croome, D.J./Sherratt (1980): *Calidad y coste total en la construcción*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona

Cano, Alfredo del/ La Cruz, María del Pilar de (2006): “Las empresas de ingeniería en la construcción industrial: evolución y futuro”, *Informes de la Construcción*, Vol. 58 n° 501.

Cano, Alfredo del/La Cruz, María del Pilar de/Solano, Luis (2007): “Diseño, ingeniería, fabricación y ejecución asistidos por ordenador en la construcción: evolución y desafíos a futuro”, *Informes de la Construcción*, Vol. 59, n° 505

Gabaldón, Arnoldo José (2006), *Desarrollo Sustentable. La Salida de América Latina*, Grijalbo, Caracas

IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN (1987): “La construcción como manufactura heterogénea”, *Tecnología y Construcción*, N° 3

IDEC-SEU-IU, FAU, UCV. Equipo INCOVEN (1988): “La forma heterogénea de desarrollo tecnológico de la Construcción”, *Tecnología y Construcción*, N° 4

Instituto Juan de Herrera (1998): “La construcción sostenible. El estado de la cuestión”, Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>.

Jacobs, Michael (1997), *La Economía Verde: Medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*, ICARIA/FUHEM, 2ª., Barcelona

Lovera, Alberto (2002), “Una nueva óptica para entender y actuar en el hábitat popular”, En: *Tecnología y Construcción*, N° 18/I

Lovera, Alberto (2004), *Del Banco Obrero a la UCV. Buscando un lugar para la innovación de la construcción. Los orígenes del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción*, CENDES/IDEC, UCV, Caracas

Lovera, Alberto (2011), *Radiografía de la industria de la construcción. El ciclo del capital*, EBUC, UCV, Caracas

Luján García de Diego, Margarita de (1997): “Arquitectura integrada en el medio ambiente”, Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/p3/a019.html>

Monjo Carrió, J. (2005): “La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización”, *Informes de la Construcción*, Vol. 57 n° 499-500

Naredo, José Manuel (1996), *La Economía en Evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Siglo XXI de España Editores, S.A, 2ª., Madrid.

Naredo, José Manuel (1997), “Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible”. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>

Naredo, José Manuel (2002), “Instrumentos para paliar la insostenibilidad de los sistemas urbanos”. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n24/ajnar.html>

Rosenberg, Nathan (1979), *Tecnología y Economía*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona

Ruano, Miguel (2000), *Ecourbanismo. Entornos Urbanos Sostenibles: 60 proyectos*, Editorial Gustavo Gili, 2ª. Ed., Barcelona

Slessor, Catherine (1997), *Eco-Tech. Arquitectura high-tech y sostenibilidad*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona

Staveley, H.S (1980), “Papel futuro de la Terotecnología”: Croome, D.J./Sherratt (1980), *Calidad y coste total en la construcción*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona

Vásquez Espí, Mariano (2001): “Construcción e impacto sobre el ambiente: el caso de la tierra y otros materiales”, Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n20/amvaz.html>