

# LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES SOSTENIBLES. PERSPECTIVAS, ESTRATEGIAS Y RETOS EN LATINOAMÉRICA

CONSTRUCTION OF SUSTAINABLE BUILDINGS: PROSPECTS, STRATEGIES AND CHALLENGES IN LATIN AMERICA

PEDRO J. MONTILLA MORENO<sup>1</sup>

RECIBIDO: 02-02-10

ACEPTADO: 31-11-10

<sup>1</sup> Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Mérida, Venezuela.

E-mail: mpedro@ula.ve

## RESUMEN

La industrialización intensiva y la globalización han venido representando el proceso de transformación mundial, económica, social, política, tecnológica y cultural, a gran escala, más impactante e influyente en la vida humana de las dos últimas décadas. Este auge progresivo del desarrollo socioeconómico mundial ha provocado mayores y más crecientes demandas de energía y recursos que han introducido distorsiones importantes en el medioambiente. Esto ha generado gran preocupación en la comunidad mundial que ha reaccionado, estableciendo líneas de acción fundamentadas en el pensamiento y protección ambientalista. Una forma importante de materializar esta reacción ha sido el planteamiento del Desarrollo Sostenible. La industria de la construcción contribuye en buena medida a los grandes problemas medioambientales del mundo actual. De allí la necesidad de establecer como eje central el Ecodiseño y la sostenibilidad en el diseño y construcción de edificaciones requeridas por la sociedad para su normal funcionamiento y desempeño. En el contexto del Desarrollo Sostenible, cualquier modificación o alteración del medioambiente natural pasa por una gestión planificada, fundamentada en la ética y la responsabilidad social, con visión y estrategias de sostenibilidad, incluido el medioambiente construido, es decir, todo aquello que representa el hábitat social humano, cuya construcción, para una vida adecuada y digna, debe ser planteada en términos de su pertinencia, calidad de vida, viabilidad social, economía y respeto al medioambiente. Se analiza el estado actual, perspectivas, avances, retos y posibilidades de la Construcción Sostenible en Latinoamérica y se plantean algunas estrategias, conclusiones y recomendaciones relacionadas, dignas de consideración por parte de los entes involucrados en el proceso constructivo, para impulsar la sostenibilidad en la construcción de viviendas con miras a garantizar la salud, medioambiente, confort y calidad de vida necesaria para la preservación y subsistencia del ser humano, como condición y motivación insoslayable del Desarrollo Sostenible.

**Palabras clave:** desarrollo sostenible, ecodiseño, construcción sostenible, calidad de vida, análisis del ciclo de vida, consumo energético.

## ABSTRACT

Intensive industrialization and globalization have been representing the process of global transformation, economic, social, political, technological and cultural scale, more powerful and influential in human life the last two decades. The progressive rise of global economic development has led to increased and more growing energy demands and resources that have introduced significant distortions in the environment. This has caused great concern in the global community has responded by establishing lines of action based on thought and environmental protection. An important way to realize this reaction has been the approach of Sustainable Development. The construction industry contributes largely to the major environmental problems of today. Hence the need for focused its discussion on ecodesign and sustainability in the design and construction of buildings required by society for its normal functioning and performance. In the context of sustainable development, modification or alteration of the natural environment goes through a planned management, based on ethics and social responsibility, vision and strategies for sustainability, including the built environment, ie everything that represents human social housing, the construction, for a proper and dignified life must be raised in terms of their relevance, quality of life, social feasibility, economics and environmental friendliness. It analyzes the current status, prospects, developments, challenges and opportunities for sustainable construction in Latin America and discusses some strategies, conclusions and recommendations regarding worthy of consideration by the authorities involved in the construction process, to promote sustainability in housing to ensure the health, environment, comfort and quality of life necessary for the preservation and survival of human being, as an unavoidable condition and motivation for sustainable development.

**Key words:** sustainable development, ecodesign, sustainable construction, quality of life, life cycle analysis, energy consumption.

## 1. INTRODUCCIÓN

La globalización ha venido representando el proceso económico, social, político, tecnológico y cultural a gran escala, de carácter mundial más impactante e influyente en la vida humana de las dos últimas décadas. Su surgimiento, a pesar de que algunos críticos y pensadores señalan que es más antiguo, se remonta a las últimas décadas del siglo XX y su evolución se ha hecho más notoria y fecunda en los últimos dos décadas.

La creación de la Organización Mundial del Comercio (OMC) en 1995 es uno de los momentos decisivos e históricos de la globalización. El término globalización, tal como lo define el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE, 2011), es entendida como la tendencia de los mercados y de las empresas a extenderse, alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales, y es básicamente un proceso de economía de libre mercado, a gran escala y de carácter mundial. Se señala la globalización como proceso de transformación mundial, por cuanto, en líneas generales ha traído consigo reconocido impacto en la reducción de precios, más empleos, disminución de los índices de pobreza e incremento en la alfabetización, mayor democracia y reafirmación del estado de derecho, así como, crecimiento de la participación de la mujer en asuntos políticos, incremento en la producción, desarrollo económico y de los niveles de vida en la población, especialmente para los que viven en la países en vías de desarrollo (Ferrer, 1997; Sachs, 2005). Sin embargo, este auge progresivo del desarrollo socioeconómico mundial ha provocado mayores y más crecientes demandas de energía y recursos que han introducido distorsiones importantes en el medioambiente, incluso, en algunos casos, han provocado la sobreexplotación de éste.

La globalización ha traído como consecuencia importantes e innegables demandas y distorsiones sobre el medioambiente. Esto ha

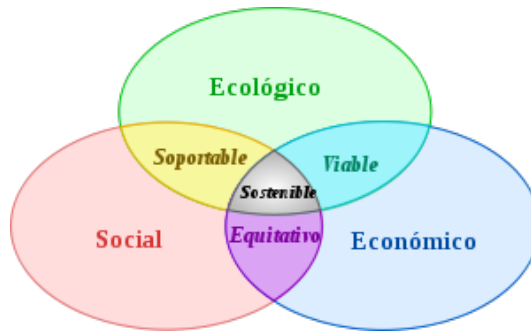
generado una gran preocupación en la comunidad mundial que ha reaccionado, aunque de manera tardía y lenta, estableciendo líneas de acción fundamentadas en el pensamiento y protección ambientalista. Una forma importante de materializar esta reacción ha sido el planteamiento del Desarrollo Sustentable, que se aplica exclusivamente al desarrollo socio-económico respetuoso con el medioambiente y fue presentado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland, Nuestro Futuro Común, año 1987, producto de un grupo de trabajo que surgió de la Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo de Naciones Unidas creada en 1983 (UN, 1987). Esta comisión establece una definición de Desarrollo Sustentable que fue asumida en el Principio 3º de la Declaración de Río, 1992, que posteriormente sería asumida a nivel mundial: *"Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades."*

Es de hacer notar que aún, tal como lo expuso Contreras *et al.* (2007), que hasta la presente fecha existe mucha divergencia sobre el verdadero significado de lo sustentable y lo sostenible. Unos lo hacen iguales en su concepción sólo que ha habido un cambio en la traducción del Informe Brundtland realizada en España del primer término sustentable a sostenible; otros los hacen sinónimos, en el caso latinoamericano lo sostenible es un adjetivo de lo sustentable porque su raíz latina proviene del término *sustinere*; y otros, lo visualizan similares pero con fundamentación diferente en el tiempo y bajo hechos históricos distintos del contexto geopolítico mundial. Por lo antes expuesto, y después de la Cumbre del Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en Sudáfrica realizada en el año 2002, se logra llegar a un acuerdo de la multidimensionalidad de factores que requieren ser interrelacionados con el medioambiente y que el fin último de la esencia del problema medioambiental no es meramente quedarse en

el hecho conceptual, sino trascender en la supervivencia misma de la humanidad, de alcanzar sistemas productivos y formas de vida democráticas –justas– equitativas socioculturalmente en un marco de respeto con la naturaleza, y que la participación y compromiso real de la sociedad mundial con sus organizaciones políticas e institucionales sean efectivas en un marco legal y ético de las acciones que procuren el Desarrollo Sostenible.

Reafirmando lo antes expuesto, el Desarrollo Sostenible se fundamenta conceptualmente en la interconexión de tres grandes aspectos muy relacionados o interdependientes que se alimentan y refuerzan mutuamente entre la dimensión ecológica o protección del medioambiente, la dimensión del desarrollo económico; y la dimensión del desarrollo y bienestar social (Figura 1). Existe una indudable relación, intrínseca e indivisible, entre el bienestar social, el medioambiente y el desarrollo económico. Adicionalmente, se plantean pautas para garantizar la sostenibilidad del crecimiento socioeconómico a nivel mundial, la reducción del consumo, el aumento de la eficiencia del sistema y el control de la población mundial.

El Desarrollo Sostenible establece que deben satisfacerse las necesidades de la sociedad, tales como la salud, alimentación, ropa, vivienda y trabajo de la población mundial, ya que, de incrementarse y extenderse la pobreza en la población, se corre el riesgo de potenciar la ocurrencia de grandes catástrofes o distorsiones en el mundo, incluidas las de tipo ecológicas. Asimismo, se entiende y acepta que el desarrollo y el bienestar social están limitados por la tecnología, los recursos del medioambiente y la capacidad de éste último para absorber los posibles impactos producto de la actividad humana, ya sea de origen industrial o simplemente por el uso cotidiano de las instalaciones, servicios, viviendas, etc. En este sentido, se plantea la urgente necesidad de mejorar, actualizar, innovar e investigar en las tecnologías



**FIGURA 1.** Esquema de los tres pilares del Desarrollo Sostenible (UN, 1987).

actuales y futuras, así como, en la organización social de la población a los fines de favorecer y propiciar, no sólo la protección del medioambiente, sino su recuperación y rehabilitación con ritmo similar con el que es afectado por la actividad humana.

Por todo lo antes expuesto, en el presente trabajo se analiza el estado actual, perspectivas, avances, retos y posibilidades de la Construcción Sostenible en Latinoamérica y se plantean algunas estrategias, conclusiones y recomendaciones relacionadas, dignas de consideración por parte de los entes involucrados en el proceso constructivo, para impulsar la sostenibilidad en la construcción de viviendas con miras a garantizar la salud, medioambiente, confort y calidad de vida necesaria para la preservación y subsistencia del ser humano, como condición y motivación insoslayable del Desarrollo Sostenible.

## 2. LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La humanidad, en cualquier época y momento, habida cuenta de sus necesidades de crecimiento, desarrollo y bienestar social, se enfrentará a grandes retos y problemas de subsistencia, calidad de vida y medioambientales. Entre estos, la vivienda resulta una de las más sentidas y prioritarias necesidades del ser humano. En nuestras sociedades, el problema de la carencia de una vivienda digna y adecuada, que garantice cierta calidad de vida y confort al grupo familiar,

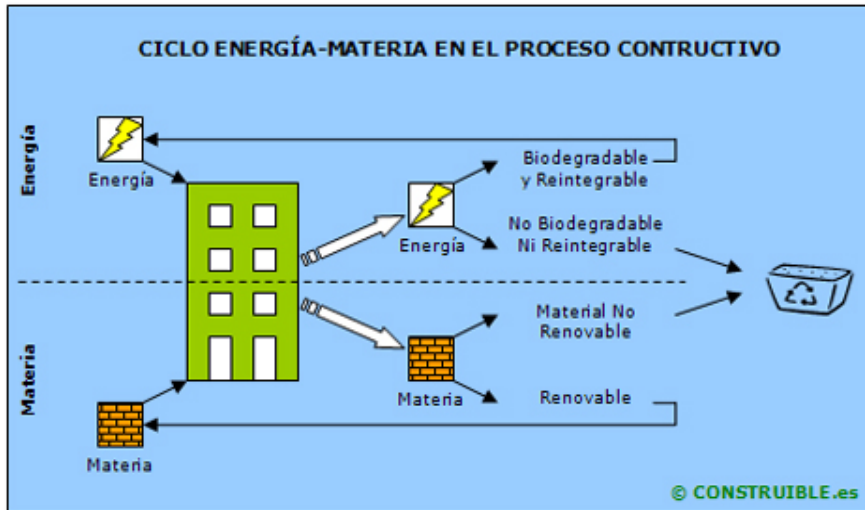
ha sido una constante lucha para la población. Sin embargo, en la solución de este problema ha mediado más lo político, lo urgente, lo inmediato que lo importante. Se han propiciado desarrollos urbanísticos que no han dado la respuesta correcta, sólo han atendido al simple hecho de aportar más un alojamiento que un lugar digno para vivir. Refieren Acosta y Cilento (2005) que buena parte de nuestros problemas actuales, la pobreza, el decaimiento de las ciudades, los barrios pobres urbanos, son resultado de decisiones, acciones, y en buena parte omisiones, emprendidas generaciones atrás para intentar resolver los problemas de aquel momento sin pensar demasiado en un mañana que ahora es nuestro.

La construcción contribuye en buena medida a los grandes problemas medioambientales del mundo actual, tales como, el calentamiento global, efecto invernadero, la contaminación y polución del aire, el agotamiento de los recursos naturales, renovables y no renovables, entre otros. Por otra parte, las edificaciones, en pleno uso y funcionamiento, dependiendo de su diseño y funcionalidad, representan un alto impacto ambiental y pueden llegar ser causantes de emisiones de gases y sustancias tóxicas, contaminación sónica, vibraciones excesivas, comportamiento inadecuado, clima interior excesivo, incomodidad e inseguridad física de los usuarios, riesgos o peligros en casos de incendio o terremotos, entre otros (De Vries y Miranda, 2006). En este sentido, Rubio (2008) introduce el concepto de Vivienda Saludable, concepción arquitectónica, humanista y ecológica que establece que los edificios deben procurar al ser humano protección frente a las agresiones externas, pero cuidando que dichas edificaciones no produzcan agresiones contaminantes ni para el medioambiente ni para los ocupantes de los edificios. De hecho, la OMS propone que el concepto de vivienda saludable, como uno de los factores claves para la salud de la población, esté basado en un modelo espacial

holístico de 4 capas que tome en consideración, en orden de importancia y afectación: 1. El hogar y su significado, referido a los aspectos ambientales, psicológicos y sociales; 2. La vivienda, referida a su estructura física, diseño y características; 3. El vecindario, referido al entorno físico inmediato alrededor de la vivienda y el hogar; y 4. La comunidad, referido a las características sociales, servicios y dotaciones con que cuenta.

En el contexto del Desarrollo Sostenible, cualquier modificación o alteración del medioambiente natural pasa por una gestión fundamentada en la responsabilidad social, planificada, con visión y estrategias de sostenibilidad, lo que involucra necesariamente al medioambiente construido, es decir, a todo aquello que representa el hábitat social, entendido este como las viviendas propiamente dichas, su entorno y desarrollo urbanístico, instalaciones complementarias, vialidad, servicios, etc. La construcción del hábitat del ser humano y sus obras complementarias requeridas para una vida adecuada y digna debe ser planteada en términos de su pertinencia, calidad de vida, viabilidad social, economía y respeto al medioambiente. Esto, con miras a que su funcionalidad, mantenimiento, conservación y durabilidad sea factible, a los fines de garantizar su perdurabilidad y sostenibilidad en el tiempo para uso y disfrute de las generaciones futuras. Se puede decir que la Construcción Sostenible no es más que la integración de la sostenibilidad en la construcción del hábitat humano, donde está implícito el análisis de todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde su diseño arquitectónico y obtención de las materias primas requeridas para su construcción, su vida útil y funcionalidad, incluidos posibles cambios de uso, hasta que llega al final de su vida, donde se convierte en materiales de reuso, reciclables o de desecho (Figura 2).

Desde una visión humanista, las viviendas deben diseñarse con criterios ecológicos, es decir, de Ecodiseño, por tanto sostenibles, pero

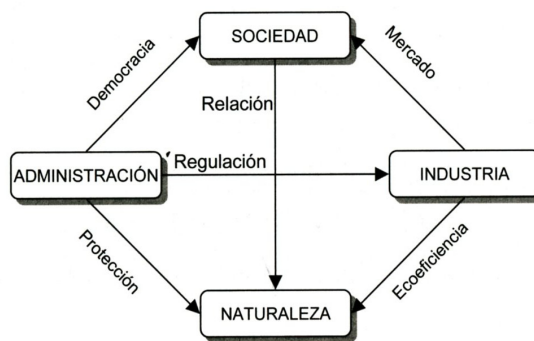


**FIGURA 2.** Ciclo Energía-Materia en el proceso constructivo. Fuente: Construable (2010).

además pensando en la salud, confort y bienestar de sus ocupantes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado un nuevo concepto de salud, en el que reconoce problemas de salud de la población asociados a la influencia de las condiciones de la vivienda, el uso de materiales nocivos y el impacto negativo de las edificaciones, entendiendo que de las 102 enfermedades conocidas, 85 de ellas tienen que ver con factores relacionados con el medioambiente y que las condiciones de la vivienda sigue siendo uno de los cuatro factores determinantes para la salud de una determinada población, junto a los factores genéticos, los comportamientos individuales y la calidad de las atenciones médico-asistenciales. Esta problemática se presenta como uno de los retos fundamentales de la industria de la construcción del siglo XXI, y demanda un tratamiento multifactorial y multidisciplinario que claramente indica que no se lograrán resultados y avances significativos en la mejora y preservación de la salud y calidad de vida de la ciudadanía sino se presta la debida atención al diseño y construcción de nuestras viviendas con visión humanista y criterios y estrategias de ecodiseño y sostenibilidad.

En este sentido, expresan Capuz y Gómez (2004) que la responsabilidad social de todos los

entes involucrados en el proceso es la clave para el Desarrollo Sostenible, además, que la industria debe dar servicio a la ciudadanía y obtener a cambio ingresos para prosperar. Su relación con la naturaleza debe ser de Ecoeficiencia, es decir, extraer de ésta los recursos que necesita de forma eficiente y sostenible. La ciudadanía debe conocer, respetar y disfrutar el medioambiente, recuperar su relación con la naturaleza. La estrecha interrelación entre los diferentes actores o agentes e intereses involucrados en el Desarrollo Sostenible está suficientemente representada en la Figura 3. Esta figura explica las diferentes funciones, roles e intereses que los motivan y condicionan a mantener esa relación estrecha y armónica entre ellos en función del objetivo común, el Desarrollo Sostenible. En



**FIGURA 3.** Las relaciones entre los agentes implicados en el Desarrollo Sostenible. Fuente: Adaptado de Capuz y Gómez (2004). (cortesía de www.construible.es)

consecuencia, la responsabilidad social de todos los entes involucrados en el proceso, así como, la investigación y los avances e innovaciones tecnológicas, el comportamiento y desempeño social de la ciudadanía juegan un papel preponderante y decisivo en la consecución de un hábitat sostenible y de calidad para disfrute de las generaciones presentes y futuras. Es necesario e imprescindible la optimización, tratamiento adecuado y uso racional de los recursos, con criterios y estrategias de ecoeficiencia, que garantice una construcción de calidad, económica y sostenible. Se plantean en este trabajo algunas experiencias dignas de reseña, perspectivas, consideraciones y estrategias de sostenibilidad y retos futuros de actuación, investigación y desarrollo para la industria de la construcción, con énfasis en la construcción de viviendas en Latinoamérica, con la finalidad de presentar un breve resumen sobre lo más resaltante del crecimiento y evolución del Desarrollo Sostenible en la construcción de viviendas en Latinoamérica.

Adicionalmente, es de hacer notar que un alto porcentaje de la población mundial, cercano al 80%, vive en zonas urbanas, incrementando fuertemente la densidad o concentración poblacional, con la consecuente demanda de recursos, de energía y, muy importante, de construcciones residenciales, de los servicios básicos, así como su impacto negativo sobre la movilidad urbana y la producción de desechos nocivos para las personas y el ambiente derivados de la actividad humana.

### 3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Como ya se ha dicho, es en las últimas décadas del siglo XX, a comienzos de los años 70, que comienza a vislumbrarse y a advertirse a la humanidad sobre las consecuencias perjudiciales al ambiente por parte de la globalización que impulsa un crecimiento económico acelerado con un marcado impacto sobre la demanda de

recursos, consumo de energía y sobreexplotación del medioambiente. La figura 4 nos muestra un recorrido cronológico relacionado con los hitos más significativos y dignos de reseña en la historia de la Construcción Sostenible. Puede decirse que el primer paso en esa dirección lo dio el Informe del Club de Roma del año 1972, el cual planteó las primeras inquietudes sobre la viabilidad del crecimiento económico a nivel mundial, producto de la globalización impulsada por la sociedad industrial y comercial, y sus dudas sobre el real impacto positivo en la humanidad. Este informe marcó el inicio de la reflexión y concientización acerca de las consecuencias ambientales del desarrollo y expansión económica, industrializada, intensiva y globalizada, que estaba en plena vigencia y evolución.

Luego, con la crisis del petróleo del año 1973 liderizada por la Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP), los países industrializados empiezan a discutir sobre el uso racional de los recursos naturales y la necesidad del ahorro energético. Esta crisis marcó la diferenciación y señalización de la sociedad del consumo, que partía del principio de *"usar y tirar"* que se fundamentaba en el empleo indiscriminado e ilimitado de los recursos y formas de energía disponibles. Es en la década de los 80 cuando se empieza a crear conciencia ecológica en la sociedad y en el mundo industrial y económico, cuando aparece el concepto de Desarrollo Sustentable, el cual se originó en las Naciones Unidas y ha sido referente e implementado mundialmente desde su creación en todas las políticas y planes de desarrollo económico de las naciones.

El Informe Brundtland *"Nuestro Futuro Común"* del año 1987, producto del trabajo de la Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (UN, 1987), presenta de manera clara y precisa al mundo industrializado y económico la propuesta de Desarrollo Sustentable en términos del uso racional y preservación de los recursos para el



**FIGURA 4.** Hitos notables de la Construcción Sostenible. Fuente: Elaboración propia.

desarrollo y disfrute de las generaciones actuales y las futuras. En este sentido, insiste en la necesidad imperiosa de focalizar el desarrollo económico sobre la base de tres grandes líneas de acción: 1. La reducción y racionalización del consumo; 2. La innovación y aumento de la eficiencia de los sistemas; 3. Control del crecimiento de la población mundial.

La Cumbre de Río o del Desarrollo Sustentable del año 1992, realizada en Río de Janeiro, Brasil, materializó el propósito fundamental de la humanidad por la lucha a favor de la protección y preservación medioambiental, mediante la Declaración de Río, que constituyó el preámbulo a la formulación de la Agenda 21 (CIB, 1999; 2002), sobre la Construcción Sostenible en países en vías de desarrollo industrial, que aplica conceptos, propuestas y estrategias de sustentabilidad fundamentados en criterios humanistas, en torno a la subsistencia y preservación del ser humano, en franca y abierta convivencia con su hábitat, el cual

deberá ser diseñado y planificado con calidad de vida y con respeto al medioambiente.

Esta agenda para la Construcción Sostenible en países en vías de desarrollo, acordada internacionalmente fue publicada en 1999 por el Consejo Internacional para la Investigación e Innovación en la Construcción y Edificaciones (The International Council for Research and Innovation in Building and Construction), conocido mundialmente por las siglas CIB, y que ha sido objeto de revisión y actualización en los últimos años, ha dejado claro en su motivación principal que, en el futuro y para el mundo, el ser humano y su subsistencia, comportamiento y preservación deberá ser el centro del interés y atención del Desarrollo Sostenible (CIB, 1999; 2002). Desde la Cumbre de Río y la formulación de la Agenda 21, los criterios y estrategias de la sostenibilidad y el Desarrollo Sostenible han venido calando, de manera lenta, obligatoria e indetenible, en todos los planes, políticas y programas que tiene que ver con el

desarrollo económico y, en particular, con los programas de desarrollo que tiene relación con la producción de viviendas.

La Agenda 21 dio inicio a otras Agendas o iniciativas de carácter local o regional, con aplicación específica al sector construcción, como es el caso de la Agenda Hábitat II, la cual fue el resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas de Estambul del año 1996 (Sjöström, 2010), así como, los Programas Marco Europeos para la Investigación y Desarrollo en Construcción Sostenible. Ambos ejemplos de iniciativas nacionales representan aportes interesantes y avances importantes en la concreción del propósito y razón primordial del desarrollo sostenible aplicado al sector de la construcción en general y, en particular, de edificaciones sustentables con alto valor humano, social y de calidad de vida.

Mención especial merece la conocida Carta de Aalborg, surgida de la Cumbre Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles, celebrada en Aalborg, Dinamarca, en el año de 1994, así como el Protocolo de Kioto, surgido de la Cumbre de Kioto, Japón, del año 1997, que establece un acuerdo obligatorio y de fiel cumplimiento para todos los países firmantes sobre estrategias, comportamientos y líneas de acción tendentes a mitigar y reducir los impactos negativos significativos de la alta industrialización, crecimiento económico y poblacional sobre el cambio climático. Asimismo, la industria de la construcción, por intermedio de la CIB, ha tomado parte protagónica y decisiva en las iniciativas y acciones tendentes hacia la Construcción Sostenible, como lo refleja el Congreso de la Construcción Mundial del año 1998 de Gavie, Suecia, el cual tuvo como conclusión y misión encomendada la necesidad de establecer una Agenda sobre la Construcción Sostenible, acordada internacionalmente y de aplicación mundial, a los fines de facilitar la tarea de la implementación consensuada de la sostenibilidad en la industria de la construcción. Esto fue

materializado en la Agenda 21, la cual contó con la coordinación de la CIB y la participación de las más grandes, reconocidas y aceptadas organizaciones internacionales relacionadas con la construcción, cuya cooperación estrecha y compromiso produjo este documento de amplia consenso, aceptación e implementación internacional.

Los otros hitos de la Figura 4, de la última década, han venido a significar la consolidación de los acuerdos y agendas internacionales, así como, el avance y desarrollo en materia de normativa, regulación y certificación medioambiental necesarios para la materialización efectiva del Desarrollo Sostenible.

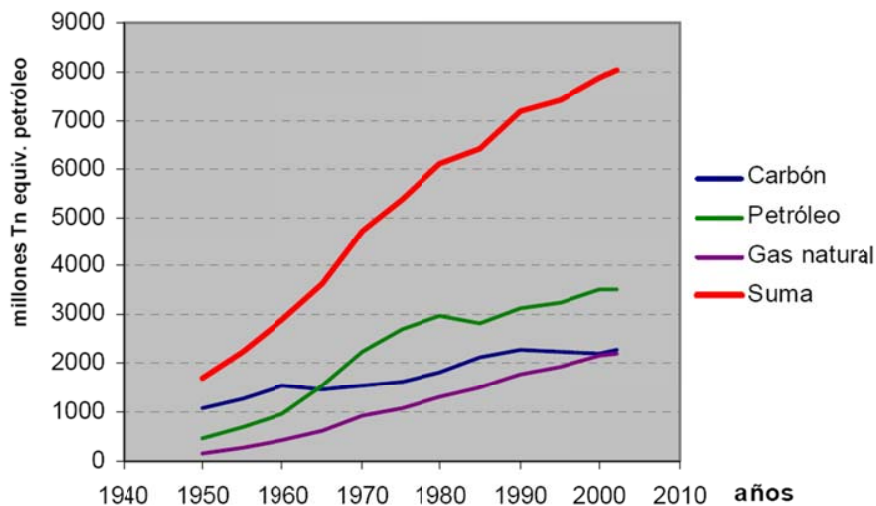
#### **4. DATOS SOCIOECONÓMICOS E INFORMACIÓN CLAVE PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE**

Esta sección se ha creado con la intención de mostrar algunos datos estadísticos y de manejo rutinario en el mundo de la industria de la construcción que justifican la necesidad, urgente y permanente, de que los entes involucrados en el proceso de planificación, desarrollo y ejecución de políticas, planes, programas y proyectos de construcción de viviendas ejecuten acciones, estrategias e iniciativas tendentes a la consecución de edificaciones sostenibles. En este sentido, de manera resumida Riba (2006), Contreras *et al.* (2009), Construmatica (2009) y Viramontes (2010), entre muchos otros autores reportan los impactos ambientales, sociales y económicos que genera la industria de la construcción en el ámbito mundial, entre los cuales se pueden mencionar:

- Se ha mantenido en los últimos años como la segunda industria generadora de empleo y promotora de la economía nacional en muchos países del mundo. En algunos casos, ocupa la primera posición;



- En los últimos años, ha sido motorizadora de la economía interna de todos los países, representando un incremento importante en su Producto Interno Bruto (PIB). No hay evidencia negativa en este sentido. Su contribución puede representar una inversión bruta nacional alrededor del 50% al 60% y entre un 8% y 15% del PIB. En el año 1998, su participación representó entre un 10% y 12% del PIB de la Unión Europea;
- El costo de la construcción en general ha sido impactado directamente por la inflación económica y, en mayor medida, por las crisis económicas ocurridas. La crisis inmobiliaria reciente en algunos países más desarrollados, caso de España y Estados Unidos, fue consecuencia de la última crisis financiera mundial del año 2008, caracterizada por un incremento excesivo del valor de la comida, de las materias primas y el barril de petróleo superó la barrera de los cien dólares americanos (US\$ 100/barril).
- Ha sido promotora, con carácter privado, de gran parte de la construcción de urbanismo y viviendas, en cerca del 80%. En muchos países, ha habido escasa participación y promoción del gobierno en esta materia, lo que ha incrementado considerablemente el déficit nacional de viviendas. En Venezuela se manejan cifras de déficit acumulado de viviendas de alrededor de 2.500.000 viviendas tal como lo ha reportado Datanalisis (2010). Esta situación no es ajena ni escapa al resto del entorno Latinoamericano.
- Su actividad es responsable, a nivel mundial, del uso de recursos naturales materiales por el orden del 40% al 50%, en su gran mayoría proveniente de recursos no renovables representados por combustibles fósiles (Figura 5). En Latinoamérica, con escasas excepciones, el consumo de agua potable en las edificaciones tradicionales es alto, con poca o escasa regulación y, gran parte, es usada con fines sanitarios, lavado de autos o superficies construidas, riego de jardines, etc.
- Es responsable del consumo de energía del orden del 40% del total de la energía consumida a nivel mundial.
- Promueve y produce alrededor del 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial.
- Genera entre un 40% y 50% de la producción de desechos y residuos producidos por la humanidad, cuya disposición final o fin de vida representa contaminación y deterioro ambiental. La construcción de una



**FIGURA 5.** Consumo Mundial de Combustibles Fósiles. Fuente: Adaptada de Riba (2006).

vivienda de 100 m<sup>2</sup> genera alrededor de 12 toneladas de residuos, de los cuales cerca de un 5% proviene de materiales reciclados, y consume alrededor de 14 toneladas de cemento.

- Genera gran parte de la contaminación sónica y del aire. Las actividades propias de la construcción generan altos índices de polvo y partículas en suspensión en el aire.

En Latinoamérica, de manera generalizada, se construye en gran escala y un alto porcentaje con tecnología y tipologías constructivas están basadas en el uso del concreto y del acero, preferentemente al uso de la madera, materiales cuyo uso y aplicación demanda gran consumo de energía y materiales no renovables. Se estima, a nivel mundial, que cada año se construye un metro cúbico de concreto por cada uno de los casi siete mil millones de habitantes del planeta (aproximadamente 6.972.688.217 habitantes, estimación población mundial año 2010 según la UN, 2007).

## 5. ANÁLISIS SOBRE SITUACIÓN ACTUAL DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN LATINOAMÉRICA

Latinoamérica posee una población estimada para el año 2008 de 570.000.000 habitantes y abarca una superficie de aproximadamente 21.069.501 km<sup>2</sup> de los 150.386.640 km<sup>2</sup> de superficie total que ocupan los continentes (UN, 2007), es decir, cuenta con aproximadamente un 8,2% de la población mundial y ocupa un 14% de la superficie total de los continentes. En consecuencia, tiene una relación habitante por superficie, densidad poblacional promedio, de aproximadamente 27,0 hab/km<sup>2</sup>. Sólo Brasil, país más poblado y extenso de la región representa el 22,6 hab/km<sup>2</sup>. Las densidades poblacionales promedio de los continentes más industrializados, como Norteamérica y Europa, rondan valores de 17,5 y 70,0 hab/km<sup>2</sup>, respectivamente.

Sólo Estados Unidos, país más poblado, tiene una densidad poblacional de 25,1 hab/km<sup>2</sup>.

Las cinco economías más grandes de Latinoamérica son, en orden de tamaño e importancia, Brasil, México, Argentina, Colombia y Venezuela. Adicionalmente, Latinoamérica se caracteriza por ser una de las regiones más urbanizadas del mundo actual, cerca del 78% de la población vive en entornos urbanos, con incremento considerable en países como Venezuela, Uruguay, Argentina, Colombia y Chile, donde cerca del 90% de la población está radicada en ambientes urbanos. Por lo general, la concentración poblacional de la gran mayoría de los países latinoamericanos se produce en grandes centros metropolitanos, por ejemplo, Sao Paulo, Ciudad de México, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Lima, Santiago de Chile y Caracas, grandes ciudades que han experimentado importantes flujos migratorios en el tiempo y desde el sector rural y desde las ciudades más pequeñas.

Ya adentrándonos a la temática que nos ocupa, la Construcción Sostenible en Latinoamérica no ha avanzado al mismo ritmo que lo han hecho los países más desarrollados e industrializados. En el campo empresarial y a nivel mundial, los países líderes en la incorporación de Sistemas de Gestión Medioambiental (SGMA), son Japón, China, España, Italia y el Reino Unido. Sin embargo, existen otros países con un importante desarrollo, incluso superior al de los antes mencionados, en temas concretos de Ecodiseño y Ecoeficiencia como son el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), diseño de fin de vida (reciclado, recuperación) o Estudios de Impacto Ambiental, entre los que pueden destacarse, Dinamarca, Alemania, Holanda, Austria, Suecia y Suiza (Gómez, 2008).

En todos esos últimos países se evidencia una fuerte participación gubernamental, de instituciones universitarias y empresas privadas. La actividad desarrollada abarca desde su participación en investigación, desarrollo e

innovación (I+D+i), creación o generación de políticas, nuevas tecnologías y metodologías, educación y capacitación humana, producción, promoción y difusión de normativas y material didáctico de aplicación, hasta su implementación directa y puesta en práctica en los procesos de planificación, desarrollo y producción de productos, entre los que se cuenta, en los últimos años, un gran auge y orientación hacia la Construcción Sostenible.

En Latinoamérica, puede decirse que las iniciativas I+D+i en materia de Construcción Sostenible han sido escasas, quizás por lo novedoso del tema, por las limitaciones científico y tecnológicas o por la incorporación tardía en el proceso mismo del Desarrollo Sostenible, o por una combinación de estas causas. Algunos de los países más adelantados en el desarrollo y con mayor progreso económico, tales como Brasil, México, Argentina, Colombia, Chile, Venezuela y Costa Rica han iniciado el camino hacia la Construcción Sostenible, pero con ciertas limitaciones y orientado fundamentalmente a iniciativas muy particulares y puntuales en investigación y desarrollo de metodologías, técnicas y materiales de construcción.

En este sentido, las universidades, tecnológicos e institutos de investigación, como de costumbre, han tomado la iniciativa en esta materia en casi todos los países. El sector privado participa en la promoción de la sostenibilidad, mas como una estrategia de mercadeo que por el hecho mismo de su verdadero origen y motivación. El sector gubernamental se ha involucrado más como estrategia política que como herramienta básica para la mejora de la calidad de vida de la población. Los organismos gubernamentales, con escasas excepciones, se han limitado básicamente a la emisión de algunas normativas y regulaciones mínimas que les permita mostrar al país como interesado en materia medioambiental, tal es el caso de Brasil, Venezuela, México, Costa Rica, Ecuador, Argentina y Perú. Se reporta poca o escasa I+D+i

en políticas, programas y normativas tendentes a la implementación de la sostenibilidad en la industria de la construcción en casi toda Latinoamérica.

Éstos países, cuando no han importado y adaptado políticas, estrategias y propuestas de países más desarrollados, se han limitado a investigación y desarrollo orientado a propuestas, programas y soluciones puntuales para la industria de la construcción de viviendas, especialmente, en materia de soluciones arquitectónicas más que en propuestas de tipo estructural, tales como, cerramientos, paneles y tabiquería livianos, de bajo consumo energético aislantes térmicos y acústicos, y cubiertas de techo con características similares a los cerramientos y tabiquería, así como, la incorporación de paneles solares para el aprovechamiento energético de la luz solar.

En Latinoamérica, con visión de Ecodiseño, se han planteado varios programas y proyectos internacionales orientados hacia el Desarrollo Sostenible, entre los que podemos citar, el Proyecto Ecodiseño Centroamérica del año 1998, coordinado por el DUT de Holanda y por el CEGESTI de Costa Rica, Proyecto Chile del año 1971, coordinado por el INTEC-CORFO de Chile (Chambouleyron y Pattini, 2005), los cuales fueron dos experiencias interesantes, cuyo énfasis fue el mejoramiento del desempeño ambiental de productos industrializados.

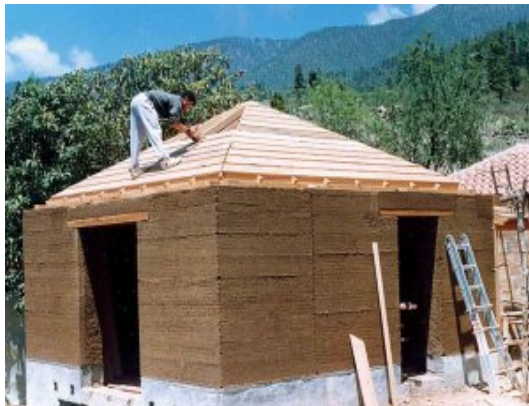
Especial atención debe prestarse a tres grandes hechos, significativos y dignos de reseña, que en Latinoamérica en general, a juicio del autor, han provocado el crecimiento poblacional, la crisis económica y la falta de planificación y estrategias de desarrollo económico que han impactado desfavorablemente en la construcción de viviendas, así como, la carencia de políticas, planes y programas de Estado para favorecer su financiamiento, desarrollo y construcción. Estos son: 1. El rescate del uso intensivo de la tierra y la piedra natural como material de construcción, en sus diferentes

modalidades de uso, el bahareque, la tapia o tierra apisonada, el adobe elaborado con tierra natural mejorada con material cementante o una combinación de ellos (Figuras 6 a la 10); 2. El resurgimiento y renovación del uso de maderas y otras especies arbóreas, así como gramíneas caso de la caña brava, el bambú y la guadua, como material de construcción, no sólo desde el punto de vista arquitectónico, techos, tabiques, cerramientos, armarios, puertas y ventanas (Figuras 9 y 10), sino como material estructural, por lo general actuando en combinación con otros materiales, el acero, concreto o tierra y la piedra natural en sus diferentes modalidades de uso (Figuras 9 a la 11); 3. El uso intensivo de los materiales plásticos y sintéticos derivados del petróleo en la industria de la construcción en general.

Cuanto mayor productor de petróleo es un país Latinoamericano, mayor será la

incorporación de los materiales derivados de este recurso no renovable en la industria de la construcción. Tal es el caso de Venezuela, México y Brasil. Es indudable que los materiales derivados del petróleo, casi de manera generalizada, son más económicos, pero quizás menos respetuosos del ambiente. Esta es una materia que debe ser objeto de mayor I+D+i.

También, debe mencionarse, tal vez en menor medida, que el acero y el aluminio han venido escalando posiciones como material de construcción, motivado a su gran facilidad y versatilidad para su manejo, preparación, instalación y mantenimiento. Estos materiales se usan tanto en elementos arquitectónicos, como estructurales, a veces, en combinación con otros materiales constructivos. Latinoamérica está favorecida con grandes industrias del acero y aluminio, ya que posee las más grandes reservas minerales para su elaboración industrial,



**FIGURA 6.**  
Casas tradicionales de Tapia o tierra apisonada en construcción.



**FIGURA 7.**  
Casas tradicionales de Adobe o bloques de tierra mejorada.





**FIGURA 8.**  
Casas tradicionales de Bahareque en construcción.



**FIGURA 9.**  
Casas tradicionales de Piedra Natural y material cementante.



**FIGURA 10.**  
Combinación de sistemas constructivos: Tapia, Piedra y Adobe (izq.) y Adobe y Bahareque (der.)

especialmente Venezuela, Perú, Bolivia, Ecuador, Brasil, Colombia, Argentina y Uruguay.

En cuanto a propuestas sobre sistemas estructurales, provenientes de I+D+i, la totalidad de ellos, aunque escasos, provienen de estudios y proyectos realizados exclusivamente en universidades, tecnológicos e institutos de

investigación, los cuales apenas comienzan en el campo de la investigación aplicada e innovación sobre nuevos materiales, metodologías y sistemas estructurales para uso y aplicación en la industria de la construcción.

Cabe reseñar los casos de México, Chile, Perú, Venezuela, Brasil, Colombia, Ecuador,

**FIGURA 11.**

Combinación de sistemas constructivos: Adobe y Madera (Izq.) y Acero y Madera (Der.)



Costa Rica y Argentina, países que hoy día están trabajando fuertemente en este campo. Particularmente, Venezuela, Perú, Brasil y Ecuador están laborando arduamente en nuevas tecnologías de la construcción con madera y sus derivados. A modo de ejemplo, en Venezuela, en la Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF-ULA-MIBAM), Barrios *et al.* (2010), presentaron una interesante propuesta de creación de una red nacional de fábricas de madera laminada encolada, cuya implementación tendría significativo impacto en la producción de elementos estructurales a base de madera laminada procesada encolada, con buena perspectiva de ser implementada con éxito para la construcción masiva de viviendas sustentables. De igual forma, Contreras *et al.* (2009), han propuesto estrategias para la definición de políticas, planes y programas para el Estado venezolano que hagan posible a mediano plazo el establecimiento de la cultura constructiva con madera y productos forestales derivados en Venezuela.

Igualmente, el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad Central de Venezuela (IMME-UCV) ha estado experimentando e investigando con sistemas estructurales a base de muros de mampostería de ladrillo macizo o de ladrillo hueco de arcilla cocida,

confinados con elementos de concreto armado o acero estructural (Acosta *et al.*, 2005); así como, en México, propuestas que apuestan a la innovación y al uso masivo de sistemas constructivos de viviendas de interés social, tales como, la propuesta de Moreno *et al.* (2009), que presentaron un sistema constructivo mejorado con criterios de Ecodiseño y economía, basado en paneles prefabricados de espuma de poliestireno expandido revestidos de concreto, actuando como paredes autoportantes, para la conformación de cerramientos, techo y estructura de viviendas de interés social sostenibles, cuya implementación y uso extendido brindará la oportunidad de una vivienda digna, con calidad de vida, económica y sustentable a sus futuros ocupantes.

En Latinoamérica hay muchas experiencias más, y se sigue experimentando, investigando e innovando con soluciones arquitectónicas, estructurales y constructivas que incorporan criterios de Ecodiseño y Ecoeficiencia en el mejoramiento, desarrollo y diseño respetuoso del ambiente de productos requeridos por la industria para la construcción de viviendas sostenibles, dignas y saludables para la sociedad.

## 6. ESTRATEGIAS Y RETOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN LATINOAMÉRICA

Las estrategias posibles para la Construcción Sostenible y, en general, para el Desarrollo Sostenible deben necesariamente estar fundamentadas sobre la base de estrategias de la Ecología Industrial con la Ecoeficiencia – Ecodiseño-P+L, Polígonos ecoindustriales (PEI) y la implantación de los SGMA. Una de las herramientas metodológica del Ecodiseño más empleadas en la mejora e innovación de productos industriales se muestra de manera bien clara y explícita, en la Figura 12, la Rueda Estratégica del Ecodiseño que plantea ocho líneas o ejes de acción, presentada por Brezet y Van Hemel en 1995. Las estrategias, planteadas en orden numérico y en sentido de las agujas del reloj, van desde la nº 1 hasta la nº 8, siendo las primeras siete, estrategias asociadas al ciclo de

vida del producto, desde la selección de materiales y su procesamiento, producción y uso, hasta el fin de vida. Se entiende que las primeras 7 estrategias son básicamente opciones de mejora del producto que conducen a mejoras medioambientales y que pueden ser ejecutadas en el corto y mediano plazo (evolución). En esta dirección, la intención última del Ecodiseño es lograr soluciones más estructurales y profundas, causando una reducción sustancial del impacto ambiental en un plazo más largo (revolución) (Brezet y Van Hemel, 1997). La estrategia 8, denotada con @, por lo innovadora y revolucionaria en el sentido técnico y ambiental, se corresponde con esta última filosofía.

La industria de la construcción en Latinoamérica, constituida en su mayoría por países en vías de desarrollo, por su baja industrialización y evolución científico-tecnológica, tiene un campo de actuación y de desempeño limitado con relación a los países desarrollados,

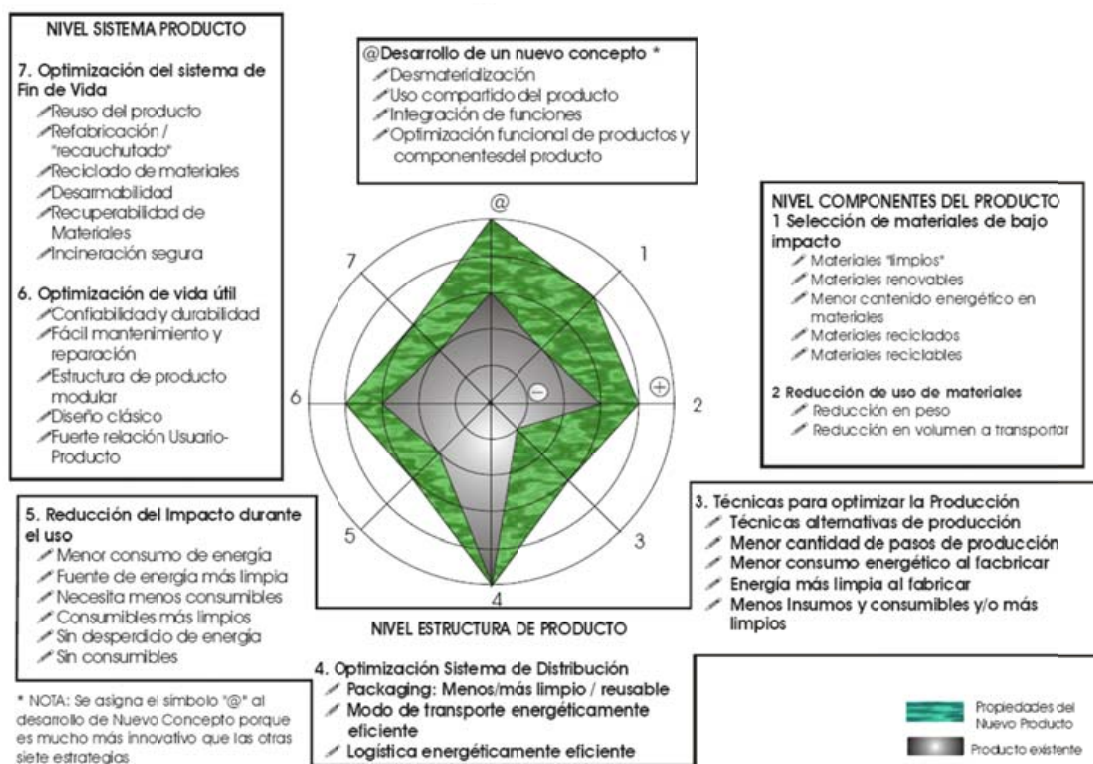


FIGURA 12. Rueda Estratégica del Ecodiseño. Fuente: Adaptada de Brezet y Van Hemel, 1997.

en muchos casos y por muchas razones la región seguirá siendo dependiente de estos países. En este sentido, salvo muy contadas excepciones, cualquier iniciativa y/o estrategia tendente al Desarrollo Sostenible tendrá necesariamente como antecedente aquellas se hayan iniciado, emprendidas o implantadas en dichos países. Dadas estas circunstancias y la situación actual de la Construcción Sostenible en Latinoamérica, y las consideraciones planteadas, nos indican que deben implementarse estrategias más efectivas, eficientes y pragmáticas orientadas a la concienciación, internalización, fortalecimiento y consolidación de la sostenibilidad en los desarrollos emprendidos o promovidos por la industria de la construcción en general, especialmente en lo atinente a desarrollos relacionados con la vivienda y hábitat humano. En consecuencia, enmarcadas en la rueda estratégica del Ecodiseño, podemos referir las estrategias de acción que, a nuestro juicio, constituyen pilares fundamentales para el logro de este objetivo en la región Latinoamericana:

1. *Desconcentración y descentralización de los organismos gubernamentales competentes.* Es necesario un estado facilitador y promotor de la construcción de viviendas sostenibles con fines sociales. Asimismo, la labor del gobierno, dentro del Estado, debe ser la de facilitar el financiamiento e impulsar políticas, planes y normativas oficiales nacionales que favorezcan la Construcción Sostenible, dentro del marco de responsabilidad social y medioambiental que debe prevalecer en la actuación de las empresas, cooperativas, organizaciones comunitarias y cualquier ente organizado encargado de la elaboración y ejecución de proyectos de construcción en general. El Estado, por intermedio del ejecutivo nacional, debe apoyar y facilitar el trabajo a los estados, municipios, organizaciones comunitarias no gubernamentales, etc., con la mayor, más

decidida y pertinente asistencia técnica, política, normativa y financiera.

2. *Actualización, creación y desarrollo de normativas oficiales medioambientales.* Una de las funciones más intrínsecas y fundamentales de todo gobierno. La homologación, actualización o creación de normas, regulaciones y controles por parte del Estado es materia de reserva legal en todos los países del mundo. Los países latinoamericanos, salvo contadas iniciativas, presentan un atraso importante en esta materia. La Agenda 21 de la Conferencia de Río señala que los apremiantes problemas del siglo XXI que apenas comienza, sólo pueden resolverse a través de la cooperación internacional, y que su implantación exitosa es responsabilidad principal de los gobiernos, con la participación ciudadana y la contribución de las organizaciones no gubernamentales (Acosta y Cilento, 2005). Los gobiernos de cada país deben asegurar que las políticas ambientales provean el marco legal e institucional de actuación para responder a las nuevas necesidades y demandas y la protección y preservación del ambiente. La incorporación del aspecto ambiental en la normativa y políticas de la industria de la construcción, así como en el diseño y elaboración de productos para esta industria, en cada país, debe ser de urgente y prioritaria atención. Esta estrategia asegurará la calidad ambiental de las construcciones, la salud, calidad de vida y confort del hábitat humano.
3. *Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) orientado al uso de los recursos y tecnologías locales disponibles. Rescate, resurgimiento e innovación en el uso de materiales y tecnologías constructivas sostenibles.* Es necesario, prioritario y urgente insistir en el rescate, innovación, investigación y desarrollo en el uso intensivo y racional de materiales y tecnologías constructivas con alto desempeño



ambiental. Las potencialidades de la región Latinoamericana en materia de recursos en general son muy evidentes. Cada país y, dentro de éste, cada comunidad organizada debe explotar, de manera racional y responsable, las grandes ventajas que tiene en su propio entorno. La cooperación y apoyo internacional entre los países miembros de las organizaciones multinacionales latinoamericanas será bienvenida en la concreción y materialización de proyectos y programas mancomunados de desarrollo de viviendas sostenibles.

Se debe insistir, además de los materiales, recursos y tecnología locales disponibles, en I+D+i en técnicas y metodologías novedosas para la reutilización o el reciclaje de desechos o desperdicios de la construcción; uso de materiales de desecho provenientes de la agroindustria, minería e industria manufacturera; la producción de materiales y componentes de la construcción con uso de los recursos locales; el mejoramiento de los materiales y tecnologías constructivas tradicionales o autóctonas existentes; ahorro de energía para la producción de materiales y componentes de la construcción; ahorro en el consumo de recursos no renovables, tales como el agua y los combustibles fósiles; regionalización, homologación y difusión, así como la transferencia y uso compartido, de los conocimientos, técnicas y nuevos materiales producto de la I+D+i en la región latinoamericana y el resto del mundo.

La instalación y desarrollo de empresas regionales o locales para el aprovechamiento de los recursos y potencialidades de la zona, al mismo tiempo de incrementar el desarrollo socioeconómico de la comunidad residente, reduce considerablemente el consumo de energía y gastos que representa el transporte, favoreciendo el ahorro en los costos de producción y de consumo de energía.

4. *La Formación y Capacitación Técnica Humana.* En el proceso de desarrollo de políticas, planes y programas de vivienda sostenible, así como su implementación y ejecución es altamente recomendable y prioritario la capacitación y formación técnica de los ciudadanos involucrados en el proceso, desde su inicio hasta la conclusión. La participación de personal formado o capacitado es una garantía del cumplimiento de los objetivos finales del Desarrollo Sostenible. Se entiende como capacitación o formación del personal involucrado, toda enseñanza especializada o transferencia técnica, legal o económica, de conocimientos, experticia, dirigida a determinado grupo de personas con miras a instruir las y entrenarlas para potenciar su actuación y desempeño laboral en el marco de un plan de desarrollo preconcebido.

Esta estrategia, independientemente de los fines que se persigan, es fundamental y tiene un alto impacto en los resultados de los planes de desarrollo. Esta estrategia contribuirá eficiente y notablemente a la disminución de los desarrollos urbanos populares no planificados, sin regulación alguna, anárquicos y con escasa o nula participación humana técnica o capacitada. Este tipo de desarrollos urbanos informales, anárquicos y desordenados, cuya construcción y evolución ha estado signada por la falta de diseño, supervisión y ejecución técnica, ha incrementado sustancialmente la vulnerabilidad de grandes centros urbanos ante la amenaza que representa la probable ocurrencia de un evento de origen natural, tal como un terremoto de magnitud moderada a severa, cuyas consecuencias, dependiendo de su magnitud y duración, pudieran ser catastróficas.

5. *Promoción, apoyo y fortalecimiento de las comunidades sociales organizadas.* Al igual que la anterior, esta estrategia es de alta

importancia y gran impacto en los programas de Desarrollo Sostenible, especialmente para aquellos de índole social, como la construcción de viviendas sostenibles de interés social. El Estado, el gobierno en su representación, debe propiciar, potenciar y fortalecer la participación comunitaria en la solución de sus grandes problemas socio-económicos.

En este sentido, ha habido interesantes experiencias en Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela en materia de vivienda y de seguridad ciudadana. Son los miembros de las propias comunidades los directamente involucrados, los afectados por los problemas o favorecidos por sus soluciones, quienes tienen el principal interés y motivación en la solución de sus respectivas problemáticas. Por ello, el gobierno debe poner a disposición de las comunidades populares organizadas toda la ayuda necesaria para la gestión y consecución de un hábitat digno, sano y sostenible por parte de la ciudadanía. El protagonismo en la gestión de su hábitat debe ser de las comunidades. El estado debe impulsar las iniciativas y el esfuerzo que realiza la gente, apoyando sus capacidades de resistencia o resiliencia (Acosta y Cilento, 2005).

6. *I+D+i para el diseño y construcción de edificaciones y sus entornos urbanísticos saludables, energéticamente eficientes y económicos en el uso de los recursos.* En diseño y producción de materiales, partes y componentes para la industria de la construcción se debe tratar de privilegiar el uso de estrategias, criterios y decisiones dirigidas, no sólo al ahorro y optimización de los recursos cada vez más disminuidos, sino en el uso y consumo racional y eficiente de la energía disponible, en cualquiera de sus manifestaciones. Es necesario diseñar obras civiles ecoeficientes, con criterios y estrategias de ecodiseño, con miras a su sostenibilidad.

De manera que, proveer construcciones con alta eficiencia en el consumo de recursos y de energía; que propicien condiciones medioambientales idóneas para un hábitat digno, confortable y concebido para la preservación de la salud del ser humano. En esta dirección, es imprescindible y no negociable la implementación de: a. Estrategias de desmaterialización de los procesos, redoblando esfuerzos e iniciativas para el reciclaje, reutilización y la refabricación, como parte del ciclo de vida de los materiales; b. Estrategias de uso de materiales, componentes y partes de bajo consumo y poder contaminante, no sólo para su producción sino durante todo su ciclo de vida; c. Privilegiar los materiales, procesos y tecnologías que favorezcan el uso de materiales biodegradables, desmontables, con niveles bajos de toxicidad y contaminación, es decir, no dañinos para la salud y de bajo impacto medioambiental; d. Sustituir cualquier material, componente, costumbre, tradición, práctica o técnica constructiva que propenda abierta y desfavorablemente contra la salud del ser humano, su hábitat y el medioambiente, para lo cual se requiere conocer e investigar ampliamente sobre su origen, comportamiento e influencia sobre estos factores. El diseño de edificaciones óptimas en el consumo de materiales, disminución de emisión de sustancias tóxicas, y consumo de energía por metro cuadrado de construcción será factor clave y decisivo en el impacto ambiental y por ende, en el deterioro del medioambiente, salud, hábitat, calidad de vida y economía de la ciudadanía usuaria.

7. *Construcción planificada y progresiva.* La idea es construir de manera planificada, con posibilidades de bajo mantenimiento, durabilidad, versátil y conveniente para la restructuración o cambio de uso, es decir con sostenibilidad. Se incorpora en esta

estrategia la posibilidad de que, ante la falta de recursos o necesidad de crecimiento a futuro, las construcciones civiles puedan ser diseñadas y construidas con planes de crecimiento progresivo en el tiempo. Se debe privilegiar la concepción de edificaciones con facilidades de readaptación, reconversión o transformación a otros usos o ambientes sin grandes cambios, modificaciones o remodelaciones, estructurales o arquitectónicas, que impacten el ambiente, su ciclo de vida y su funcionalidad.

En la construcción progresiva se trata de diseñar y construir una edificación o obra civil cuyos usuarios, partiendo de una construcción inicial, le puedan realizar en forma progresiva nuevas construcciones requeridas para generar espacios adecuados a las nuevas realidades, necesidades y exigencias del momento y, al mismo tiempo, también mejorar en forma progresiva la funcionalidad, calidad de vida y de servicio y vigencia en el tiempo de la propia edificación y los servicios que presta a sus usuarios y ocupantes. Esta estrategia está marcada por una alta participación técnica y profesional en materia de diseño arquitectónico e ingenieril orientado hacia el Ecodiseño y la sostenibilidad.

8. *Implementación de estudios de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los materiales, productos, componentes y equipos que forman parte del proceso constructivo.* Esta estrategia resulta importante y vital para el Desarrollo Sostenible y con responsabilidad ética y social de obras civiles en general. Es requisito y criterio necesario y determinante el conocimiento detallado, preciso y científicamente soportado, lo más ampliamente posible, del origen, naturaleza, constitución, proveniencia, producción, comportamiento y desempeño de cada uno de los elementos que participan o se involucran en el proceso constructivo de obras civiles en general, a

los fines de determinar, lo más cercana y realísticamente posible, los posibles efectos o impactos sobre el medioambiente, la salud y calidad de vida de los seres humanos. La implementación de métodos, políticas y estrategias orientadas a la Ecoeficiencia y sostenibilidad de cualquier producto tangible realizado por el hombre, especialmente relacionado con su salud, hábitat, calidad de vida y confort, pasa por el conocimiento detallado y exhaustivo de los elementos que participan en el proceso constructivo. Existen varias técnicas o metodologías viables para el logro de este objetivo. El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los elementos físicos que participan en el proceso constructivo es una técnica ampliamente difundida y aceptada en la comunidad mundial, cuyo principal objetivo y motivación es el de proporcionar un marco conceptual, determinístico, práctico, aplicable e idóneo para la determinación o evaluación objetiva del impacto ambiental de los elementos constructivos, actividades, procedimientos, prácticas y tecnologías constructivas a los fines de establecer y sustentar políticas, criterios, estrategias y toma de decisiones tendentes a mitigar, minimizar o eliminar dicho impacto negativo.

Además, el ACV permite identificar y concienciar al diseñador o ente decisorio con respecto a los procesos y subprocesos integrados en la producción, ciclo de vida completo del producto y las implicaciones que representa su reciclaje, reutilización o disposición final (Capuz y Gómez, 2004). Adicionalmente, es importante resaltar que los resultados de esta técnica, cuyos objetivos y aplicación permiten identificar ampliamente y cuantificar los procesos y sus impactos ambientales, son de utilidad estratégica y decisiva para la toma más adecuada y objetiva posible de decisiones relacionadas con la garantía del Desarrollo

Sostenible en cualquier situación donde sea factible su aplicación.

Cloquell *et al.* (2007), concibieron el Metodo ACV-Coclowen el cual permite con relativa facilidad la participación de expertos de un determinado sector industrial, para determinar los impactos ambientales, tecnológicos, sociales, culturales y económicos de un producto industrial. Esta herramienta permite la toma de decisiones oportunas para los directivos de una organización, caso de una empresa constructora, en la mejora de sus proyectos arquitectónicos y de ingeniería, procesos y servicios en el marco de los principios del Desarrollo Sostenible.

9. *Ordenación territorial, uso de la tierra y urbanismo.* Esta estrategia es clave para la definición, establecimiento y el adecuado Desarrollo Sostenible, planificado, racional y organizado, de los grandes centros poblados y de las actividades que en ellos se van a establecer. Se requiere de políticas, planes y programas que propicien su adecuado desarrollo y funcionamiento con perspectivas de sostenibilidad, que tomen en cuenta, además del uso conveniente, racional y equilibrado de la tierra, la preservación del ambiente, recursos naturales existentes, diseño arquitectónico eficiente y óptimo sobre aspectos como tipología de edificaciones a desarrollar, optimización de servicios, urbanismo, movilidad y resto del entorno de la vivienda con criterios energéticos y ambientales, así como, el diseño idóneo y eficiente de las viviendas propiamente dichas, concebidas y entendidas estas como el hábitat humano necesario para garantizar calidad de vida, salud, confort y seguridad al ser humano como individuo objeto de la máxima atención y satisfacción. La buena disposición, participación y regulación por parte de los organismos oficiales del estado, en cuanto a ordenación territorial y uso de la tierra, será clave para

un Desarrollo Sostenible y organizado de ciudades y grandes centros urbanos, en los cuales hay en juego grandes volúmenes de recursos e implicaciones ambientales importantes, por lo que los procesos de urbanización y desarrollo deberán contar, además del marco legal, normativa y especificaciones técnicas requeridas, con el amparo, protección y supervisión que implican los planes de ordenamiento y desarrollo urbanístico establecidos con miras a ordenar y regular el uso de la tierra y a preservar el ambiente para disfrute de las generaciones presentes y futuras en un entorno geográfico dado.

10. *Evaluación, Calificación y Certificación Energética de Edificaciones.* En concordancia con iniciativas provenientes de países más desarrollados, tales como la Directiva Europea 2010/31/UE de Eficiencia Energética de Edificios de la Unión Europea (2010) y similares de otros países industrializados y avanzados, propiciar la creación y desarrollo de normativas, indicadores y criterios técnicos para la evaluación, calificación y certificación energética de las edificaciones, que permitan, en el mediano y largo plazo, establecer, para los impulsores y promotores de proyectos de construcción de viviendas y otras edificaciones, la obligatoriedad de suministrar a los futuros propietarios y usuarios de las edificaciones el certificado de eficiencia energética.

Se entiende como *calificación energética* de una edificación a la cuantificación del consumo de energía necesario para satisfacer la demanda energética que ésta requiere en su condición de normal funcionamiento, ocupación y servicio. El proceso mediante el cual se verifica la conformidad de la calificación energética de la edificación construida con relación a la proyectada, constatado por la emisión de sus respectivos certificados de eficiencia energética en ambas

etapas, es lo que constituye la certificación energética de la edificación. El certificado de eficiencia energética sirve de acreditación de que en el diseño y construcción de una edificación se han ejecutado acciones e incorporado criterios y estrategias de Eco-diseño dirigidos al ahorro y óptimo aprovechamiento de la energía.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La era de la industrialización y, posteriormente, de la globalización ha significado para la humanidad crecimiento económico desmesurado, expansión tecnológica y demográfica y altas concentraciones de población en grandes metrópolis y centros urbanos, grandes migraciones de capitales y de poblacional, que han traído como consecuencia grandes demandas y consumos de recursos y exigencias energéticas, fundamentalmente basadas en el consumo de combustibles fósiles, cuyo impacto ha provocado sustanciales e importantes cambios en el medioambiente, con notable influencia negativa en el hábitat, calidad de vida, salud y confort de la ciudadanía. La situación actual no es muy halagadora, ni mucho menos muy optimista, pero, al mismo tiempo, se han abierto grandes oportunidades y retos, de cuya respuesta y aprovechamiento dependerá en buena medida la preservación y subsistencia del ser humano en este planeta.

El Desarrollo Sostenible puede asumirse como el eje funcional y fundamental para la consecución, canalización y concreción, en un mundo globalizado y altamente industrializado, de las soluciones a las necesidades más apremiantes de la sociedad mundial actual, con perspectivas de anticipar las implicaciones e impactos futuros con miras a garantizar la subsistencia de las generaciones por venir. Éste sólo podrá ser garantizado con la implementación de políticas, planes, programas y normativas tendentes a preservar el ambiente en el

tiempo, para disfrute de las generaciones actuales y futuras. En este sentido, el Ecodiseño constituye una herramienta decisiva y estratégica que integra los aspectos ambientales fundamentales para orientar y sustentar el Desarrollo Sostenible para la producción de productos industriales respetuosos con el medioambiente y con miras a la materialización de su principal propósito y motivación: el ser humano como centro de atención del Desarrollo Sostenible para garantizar su preservación y subsistencia.

La construcción de viviendas sostenibles debe estar fundamentadas en criterios y estrategias de Ecoeficiencia - Ecodiseño y sostenibilidad, con la incorporación integrada e internalizada de la responsabilidad social y ambiental y compromiso ético de todos los entes involucrados en el proceso de planificación, diseño, desarrollo y construcción de edificaciones. En este sentido, es necesario y prioritario el concurso y la participación activa de los entes gubernamentales en el impulso, creación y desarrollo de normativas, regulaciones, planes y políticas que establezca con claridad y precisión el marco legal de actuación y comportamiento de empresas y organizaciones, gubernamentales o no, dedicadas a la actividad de la construcción de edificaciones.

En los países donde, además de los problemas ligados al desarrollo industrial y económico, existan potenciales riesgos o amenazas naturales de consideración sobre las edificaciones, es imperativa la integración multifactorial y multidisciplinaria, entre aspectos tan relevantes como el ordenamiento territorial, planificación urbanística, Ecodiseño para el hábitat y el medioambiente y diseño ingenieril para la seguridad y estabilidad estructural contra la vulnerabilidad ante eventos naturales catastróficos.

El rescate y uso, investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en materiales, procesos y técnicas constructivas tradicionales y autóctonas, fortalecerá y propiciará el desarrollo

sostenible de las regiones, así como, el desempeño, progreso socioeconómico, hábitat, entorno social y calidad de vida de la ciudadanía beneficiaria.

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los elementos involucrados en el proceso constructivo es, entre las técnicas y metodologías de evaluación del desempeño e impacto ambiental, una técnica excelente, aplicable y útil, cuyo principal objetivo y motivación es el de proporcionar un marco conceptual, determinístico, práctico, aplicable e idóneo para la determinación o evaluación objetiva del impacto ambiental de los elementos constructivos, actividades, procedimientos, prácticas y tecnologías constructivas participantes en el proceso de construcción, a los fines de establecer y sustentar políticas, criterios, estrategias y toma de decisiones tendentes a mitigar, minimizar o eliminar dicho impacto negativo. Además, permite identificar y concienciar al diseñador o ente decisorio con respecto a los procesos y subprocesos integrados en la producción, ciclo de vida completo del producto y las implicaciones que representa su reciclaje, reutilización o disposición final. Sus resultados son de utilidad estratégica y decisiva para la toma más adecuada y objetiva posible de decisiones relacionadas con la garantía del Desarrollo Sostenible de productos, aplicable a viviendas y obras civiles en general, en cualquier situación y entorno donde sea factible su implementación.

El conjunto de estrategias planteadas constituyen una especie de agenda de actuación posible para el logro de construcciones de edificaciones sostenibles y para un estado y una sociedad comprometidos con la preservación del ser humano, su salud y su hábitat, el Desarrollo Sostenible y el respeto y preservación del medioambiente. Todos los entes involucrados en el proceso constructivo deberán actuar de manera responsable, comprometida, coordinada, consensuada y mancomunada en el logro de tan importantes objetivos y por el bien de

nuestro entorno, nuestro planeta y la humanidad misma. Algunas de las estrategias son de inmediata o muy pronta atención y puesta en práctica, otras, dependiendo del momento, requerimientos y necesidades del momento, así como de la planificación estratégica propuesta podrán ser de inmediato o corto, mediano o largo plazo de atención y ejecución. De ahí, que serán factores que involucren a la sociedad, en la evaluación de la situación y la priorización de las necesidades y objetivos para dictaminar el punto crítico de su entrada en ejecución y vigencia.

Es necesario impulsar, continuar y avanzar en los planes, proyectos y políticas para la I+D+i en nuevos materiales, nuevas tecnologías y metodologías tendentes a generar, sustentar y fomentar el desarrollo de propuestas de solución viables para el desarrollo de edificaciones sostenibles. En este orden de ideas, es crucial la participación decisiva y de vanguardia de las universidades e institutos de investigación nacionales, así como, mantener y fortalecer su integración y comunicación internacional con relación a compartir los resultados, conocimientos, experiencias, avances, retos e innovación en materia de Ecodiseño y Desarrollo Sostenible.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA D. y A. CILENTO S. 2005. Edificaciones sostenibles: Estrategias de investigación y desarrollo. *Revista Tecnología y Construcción* 21(I): 15-30.
- ACOSTA D., CH. VIVAS, E. CASTILLA y N. FERNÁNDEZ. 2005. Sistemas de muros de mampostería estructural confinada con perfiles de Acero para la vivienda de bajo costo. *Revista Tecnología y Construcción* 21(II): 55-81.
- BARRIOS E., W. CONTRERAS, M. SOSA, M. OWEN DE CONTRERAS y M. RONDÓN. 2010. Fundamentos técnicos para la creación de una red nacional de fábricas de madera

- laminada encolada en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 54(1): 99-112.
- BREZET H. y C. VAN HEMEL. 1997. *Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption*. UNEP Industry and Environment. 283 p.
- CAPUZ S. y T. GÓMEZ, Ed. 2004. *Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 269 p.
- CHAMBOULEYRON M. y A. PATTINI. 2005. *Construcción del pensamiento ambiental latinoamericano. Una contribución desde el diseño industrial*. Editorial Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia. *Revista Ideas Ambientales* 2: 23-49.
- CLOQUELL BALLESTER V., W. CONTRERAS M., M. OWEN DE CONTRERAS y J. VIVANCOS BONO. 2007. *Evaluación del nivel de sostenibilidad de la madera y los productos forestales*. Editorial Fundación Politécnica Antiguos Alumnos. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). 169 p.
- CONTRERAS M. W., V. CLOQUELL BALLESTER, M. OWEN DE CONTRERAS. 2007. *El diseño ambientalmente integrado: Diseño y evaluación del nivel de sostenibilidad de la madera*. Editorial Fundación Politécnica Antiguos Alumnos. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). 183 p.
- CONTRERAS M. W., V. CLOQUELL BALLESTER, M. OWEN DE CONTRERAS, Y. CONTRERAS M. y M. T. RONDÓN. *Propuesta filosófica para el establecimiento de la cultura constructiva con madera en Venezuela*. *Revista Forestal Latinoamericana*, 2009 (32): 34 - 61.
- CONSTRUIBLE. 2010. *Ciclo energía – materia*. En línea: <http://www.construible.es> [Consultado: 13/09/2010].
- CONSTRUMATICA. 2010. *Impactos ambientales de la Industria de la Construcción*. En línea: [http://www.construmatica.com/construpedia/Impactos\\_Ambientales\\_en\\_el\\_Sector\\_de\\_la\\_Construcci%C3%B3n](http://www.construmatica.com/construpedia/Impactos_Ambientales_en_el_Sector_de_la_Construcci%C3%B3n) [Consultado: 10/08/2010].
- DE VRÍES J. y L. MIRANDA-SARA. 2006. *Los retos de la Construcción Sostenible en Perú*. En línea: [http://www.ciudad.org.pe/downloads/documentos/articulo\\_retos\\_cs.doc](http://www.ciudad.org.pe/downloads/documentos/articulo_retos_cs.doc) [Consultado: 15/11/2010].
- FERRER, ALDO. 1997. *Hechos y ficciones de la globalización*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires, Argentina. 185 p.
- GÓMEZ, J. 2008. *Ecodiseño y Ecoeficiencia en la industria. Retos y oportunidades*. Fundación Ecología y desarrollo (ECODES). Boletines Especiales. *Ecodiseño*. En línea: <http://archivo.ecodes.org/pages/especial/especiales.asp> [Consultado: 16/09/2010].
- MORENO A., L. MARES, A. SALAZAR y W. CONTRERAS. 2009. *Innovación Tecnológica y Ecodiseño, aplicados a la partida de cimentación del sistema constructivo RYMSA (paneles de espuma de Poliestireno expandido), en la construcción de viviendas*. *Revista Ecodiseño & Sostenibilidad* 1(1): 73-86.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE). 2001. *Diccionario de la lengua española*. Edición No. 22. Editorial Espasa, Madrid, España. En línea: <http://buscon.rae.es/drae/> [Consultado: 08/11/2010].
- RIBA R., C. 2006. *Principios de ecodiseño: Como proteger nuestro entorno*. Libro Resumen de Ponencias Encuentros Ambientales 2006 2(1). Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. 172 p.
- RUBIO G., F. J. 2006. *Construcción Sostenible como inversión en salud: Vivienda y entornos residenciales saludables*. Memorias Octavo Congreso Nacional del Medioambiente (CONAMA8), Comunicación Técnica CT93, Madrid, España. En: <http://www.conama8.org/modulodocumentos/documentos/CTs/CT93.pdf> [Consultado: 14/11/2010].
- SACHS, JEFFREY. 2005. *The End of Poverty*. The Penguin Press. New York, USA. 204 p.

- SJÖSTRÖM, C. 2010. Aproximaciones a la sustentabilidad en la construcción de edificios. Traducción. *Revista Tecnología y Construcción* 26(1):58-64.
- CSIR-CIB. 1999. *Agenda 21 for sustainable construction in developing countries*. The International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Pretoria, South Africa. 384 p.
- CSIR-CIB. 2002. *Agenda 21 for sustainable construction in developing countries*. The International Council for Research and Innovation in Building and Construction. A discussion document. Pretoria, South Africa. 327 p.
- UNION EUROPEA (UE). 2010. Directiva Europea de Eficiencia Energética de Edificios 2010/31/UE. En línea: [http://www.elinstaladordigital.com/Portals/0/PDF2010/ES\\_Directiva\\_2010\\_31.pdf](http://www.elinstaladordigital.com/Portals/0/PDF2010/ES_Directiva_2010_31.pdf) [Consultado: 15/11/2010].
- UNITED NATIONS (UN). 1987. WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our Common Future*. Oxford University Press. Great Britain.
- UN. 2007. UNData: Country Profiles. United Nations En línea: <http://www.un.org>. [Consultado: 14/11/2010].
- VIRAMONTES, A. 2010. La construcción, actividad clave para el desarrollo del país. En línea: <http://www.azc.uam.mx/cyad/procesos/website/grupos/tde/NewFiles/actividad.html> [Consultado: 12/11/2010].