

Conceptos propositivos de viviendas sociales en zonas de riesgo en Venezuela y Brasil, a partir de sistemas constructivos tradicionales, madera sólida y productos forestales

Housing with social purposes in Brazil and Venezuela, using traditional building systems with solid wood and forest products

WILVER CONTRERAS MIRANDA¹,
MARY OWEN DE C.²,
ERIC BARRIOS PÉREZ³,
MARÍA RONDÓN SULBARAN⁴,
VICENTE CLOQUELL BALLESTER⁵
e ÍTALO GÁTICA RÍSPOLI⁶

1 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño, Mérida, Venezuela, E-mail: wilver@ula.ve

2 Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño, Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Mérida, Venezuela, E-mail: mowen@ula.ve

3 Universidad Nacional Experimental de Guayana, Centro Biotecnológico de Guayana, Upata, Estado Bolívar, E-mail: ericjbarrios@yahoo.com

4 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Mérida, Venezuela, E-mail: mariat@ula.ve

5 Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Proyectos de Ingeniería, Valencia, España.

6 Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Arquitetura e Construção. Brasil.

Recibido: 11-02-10 / Aceptado: 06-06-10

Resumen

La vivienda en las sociedades modernas es una necesidad prioritaria. En los países en vías de desarrollo industrial se presentan contrastes muy acentuados respecto al déficit habitacional, afectando a la gran mayoría de las familias de menores recursos económicos que resuelven su problema por medio de construcciones infrahumanas, elaboradas, en su gran mayoría, con residuos de edificaciones de obras y del desensamblaje de edificaciones viejas, resaltando más la importancia de la economía, desde el punto financiero de la vivienda construida sobre la calidad arquitectónica y de confort. Localizando casos, Brasil y Venezuela, tienen ese problema, a escalas diferentes, dada la mayor superficie territorial y demográfica del primero respecto al segundo. Son países vecinos y que además de compartir la cuenca hidrográfica del río Amazonas, tienen un gran recurso forestal de bosques naturales y de plantaciones con especies forestales tanto autóctonas como foráneas. En este contexto el presente trabajo muestra la concepción de diseño de dos propuestas arquitectónicas de viviendas sociales a partir de sistemas constructivos mixtos de madera, productos forestales (PF), acero y hormigón; y además pretende buscar la economía en pleno equilibrio con la calidad del diseño arquitectónico y de confort. Por ello, la ciencia y la tecnología de la madera y sus PF, ha generado en los últimos años productos y procesos industriales ecoeficientes, innovadores, económicos y vanguardistas, siendo éstas las premisas en la cual se sustentaran las propuestas de viviendas sociales planteadas.

Palabras clave: viviendas sociales, sistemas constructivos, madera, procesos industriales ecoeficientes, Brasil, Venezuela.

Abstract

In modern society, housing is a priority necessity. In industrial developing countries, very emphasized contrasts are present respect to housing deficit, affecting to most families of less economic income that solve their problem by inhuman constructions, mostly made of housing waste, and disassembling of old housing. In these countries, importance of housing economy is more outstanding than architectural quality and comfort. Searching for cases, Brazil and Venezuela have this problem, to different scales, given more territorial and demographic area of the first country respect to the second one. They are neighbor countries and moreover, share the Amazon basin, and have a big forest resource from natural forests and exotic species plantations. In this context, the present work shows the design conception of two architectural proposals of social housing, from constructive mixed systems of wood, forest products, steel and concrete. It is pretended to find an economy in fair equilibrium with architectural design quality. Because of this, wood science and technology and its forest products, have lately brought about products and industrial processes which are ecoefficient, innovating, economic and vanguardist, being premises in which social housing proposals are based on.

Key words: social housing, constructive systems, wood, eco-efficient industrial processes, Brazil, Venezuela.

1. Introducción

Se pretende mostrar el desarrollo de la concepción de dos propuestas arquitectónicas, que plantea una forma diferente de concebir el problema de la vivienda social, tanto en Venezuela, como en Brasil, tratando de hacer posible el nuevo paradigma que aún no se ha hecho realidad en esos países, ni en la mayoría de los de América Latina, y que bien lo expresara el arquitecto venezolano Fruto Vivas en que *“hacer una arquitectura para pobres, no significa hacer una pobre arquitectura”* (Vivas, 1987).

Venezuela y Brasil son dos países que, a pesar de la diferencia de idiomas y la separación física ocasionada por el medio geográfico de los grandes bosques de la cuenca del río Amazonas, presentan similitudes en el comportamiento social de sus habitantes, y salvando las distancias de las escalas, ya sean demográficas, de superficie nacional, cantidad de grandes recursos forestales; su población urbana y rural poseen similares contrastes socio-económicos. Una de ellas es la balanza negativa del déficit habitacional, que en el caso de Venezuela, según cálculos de la Cámara Inmobiliaria de Venezuela, se estimaba para el año 2008 en 2 millones de unidades habitacionales (Contreras, 2003; Armas, 2008), y de Brasil en 7,3 millones de unidades habitacionales para el año 2007 (Ministerio das Cidades, 2009).

Con los recientes acontecimientos de las abundantes lluvias en Venezuela en el segundo semestre del año 2010, se produjeron desastres en zonas de riesgo urbano, especialmente en algunos barrios populares de las grandes ciudades del centro y región andina del país, lo que ha permitido generar alarmas ciertas y un estado de conciencia en los ciudadanos afectados, incluyendo al Ejecutivo nacional, que ratifica que el problema de la vivienda social en la nación no es un problema de cifras del déficit habitacional ya estimado sobre los 2,5 millones de viviendas, sino que año a año se suman mayores cantidades de unidades que faltan por construir debido al aumento natural de su población, los desastres naturales sobre las edificaciones (ranchos) construidas en zonas de alto riesgo, como: orillas a ambos márgenes de ríos y quebradas, taludes, zonas de inundación, etcétera.

Siendo la auto construcción el mejor ejemplo de la solución a los problemas habitacionales de más del 90% de la población venezolana. Es el

momento en que el aparato productivo nacional en materia habitacional, asuma nuevos retos para dinamizar los sistemas constructivos tradicionales, innovar en nuevos productos y sistemas estructurales para la construcción a partir de materiales alternativos como la madera y sus productos forestales (PF), pero fundamentalmente encontrar la sinergia entre el Estado y las organizaciones empresariales privadas, involucrando a las comunidades organizadas, para que como un todo sea efectiva la masificación de la construcción de viviendas sociales, la consolidación de desarrollos de infraestructuras urbanísticas con dotación de servicios de calidad y la incorporación cierta y efectiva de los centros educativos y de investigación en materia de diseño de propuestas válidas y pragmáticas que hagan posible esa concepción de la masificación, prefabricación, normalización y apropiabilidad tecnológica de los sistemas constructivos.

Por ello, el segmento de la industria de la construcción civil es de gran importancia para el desarrollo en este aspecto tanto de Brasil como de Venezuela, que desde el punto de vista económico, se destaca, por la cantidad de actividades que intervienen en su ciclo de producción, generación de bienes de consumo y servicios de otros sectores y, desde el punto de vista social, por la capacidad de absorción de mano de obra, entre otros.

En el caso de Venezuela, por los acontecimientos políticos y económicos de los últimos años, y a pesar de contar con grandes recursos forestales de bosques naturales y especialmente de plantaciones (pino caribe, eucalipto, teca y melina), se ha visto muy afectada la capacidad de respuesta de la Administración en el desarrollo y establecimiento de programas habitacionales (Seforven, 1993; CVG Proforca, 1996; Molina, 2001). Además, de que la Industria Forestal venezolana representa apenas el 1% del Producto Interno Bruto (PIB) (Carrero y Andrade, 2005), ya que cuenta con: una limitada cultura respecto al uso de la madera en la sociedad, limitados sistemas industriales de producción-transformación y tratamientos de conservación de la madera, limitados profesionales de la arquitectura y de la ingeniería capaces de formular buenos proyectos de edificaciones con madera, falta de programas de seguros contra riesgos de accidentes de edificaciones con madera, etc.

En el caso brasileño, su Industria Forestal altamente especializada y eficiente, cada día cobra

más presencia en el ámbito de la sociedad en general y su aporte al PIB para el año 2004 fue de 4,5%, considerada una cifra pequeña en razón del inmenso recurso boscoso que posee, pues cuenta con un área forestal plantada de aproximadamente 6 millones de hectáreas (fundamentalmente pino y eucalipto), con lo que se generó unos 6 millones de empleos tanto directos como indirectos (1,5 millones de empleos directos y 4,5 millones de empleos indirectos) (Alvarado, 2009; Tomaselli, 2004). Brasil posee los mayores y más diversificados (en número de especies) bosques del mundo, y es el cuarto mayor productor mundial de productos forestales, pero es apenas el catorceavo exportador, ya que su consumo interno es muy grande.

A pesar de ser Brasil un país con gran vocación forestal no se reporta de forma significativa la contribución de este sector a la disminución del déficit habitacional que está llegando a constituirse en un problema social de enormes proporciones (Larica y Matos, 2003). Además, la tradición constructiva de las viviendas brasileñas es muy similar a la de Venezuela, donde prevalecen los sistemas constructivos a base de materiales pétreos artificiales (concreto armado, cerramientos de bloques de cemento, etc.) y los más antiguos a base de tierra y arcilla, los cuales fueron introducidos por los portugueses en la época colonial del país, utilizando mano de obra esclava e india.

Lo antes dicho permitió formular en primera instancia, y de manera informal, el objetivo principal del presente trabajo: desarrollar dos propuestas de Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) de viviendas sociales para Brasil y Venezuela, a partir de sistemas constructivos mixtos de madera, productos forestales, acero y hormigón. Este primer trabajo es realizado conjuntamente entre la Universidad Politécnica de Valencia de España, la Universidade Estadual de Campinas (FEC-Unicamp) de Brasil y la Universidad de los Andes de Mérida (Venezuela), quienes han conseguido sumar inquietudes filosóficas y técnicas, dentro de la fascinante temática que engloba la arquitectura de la vivienda social.

Finalmente, la presente conceptualización, es una parte de las múltiples soluciones de diseño arquitectónico, diseño industrial y de ingeniería, de sistemas constructivos y materiales de construcción alternativos para viviendas sociales que se ha venido desarrollando, desde el año 1984, en el

Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Barrios *et al.*, 2010). Además, funge como una motivación al gremio de arquitectos e ingenieros de que se debe trascender en la forma de hacer proyectos donde la madera y sus productos forestales son la mejor alternativa tecnológica, ambiental y económicamente posible para contribuir de manera cierta a disminuir el déficit habitacional en ambos países y en el resto de América Latina.

2. Materiales y métodos

El desarrollo de la presente propuesta conceptual de arquitectura e ingeniería, está concebida a partir de la metodología denominada, la Estrategia General de Resolución de Problemas de la Teoría de las Seis Dimensiones del Proyecto de Gómez-Senent (2002) y en la filosofía del Diseño Ambientalmente Integrado propuesto por Contreras y Cloquell (2006).

En las fases del proceso de diseño referidas a la generación y selección de alternativas, se ha considerado una suma de factores sociales, económicos, políticos, culturales, ambientales, etc., determinados de forma consensual vía internet, entre expertos de la ingeniería y arquitectura de Brasil y Venezuela. Así, se pudo lograr una primera concepción arquitectónica a partir de un diagnóstico general de las dos regiones, en donde se contemplan las fuertes limitaciones técnicas y económicas que presenta el diseño y construcción de viviendas sociales en ambos países; la gran limitación de recursos financieros por parte de la Administración; de terrenos cuyas parcelas son de dimensiones muy pequeñas con un promedio de 5-7 metros de ancho por 20-25 metros de largo; urbanismos con tendencia al desarrollo urbano de altas densidades por la agrupación de viviendas tanto unifamiliares dispuestas en cinta o lindantes (dado aún la cierta disponibilidad de terrenos urbanos), como urbanismos con proyectos sociales de edificaciones multifamiliares; consideraciones medioambientales propias del trópico; la participación comunitaria de las familias; y la aplicación, dentro de la concepción de comunidades bio-ecológicas-sostenibles, para alcanzar la armonía y la mejora de los medios productivos de la comunidad; así como

también las técnicas que permiten el desarrollo de energías renovables y sistemas de gestión medioambiental, en programas de reciclaje, compostaje y manejo de recursos naturales.

3. Resultados y discusión

3.1 Concepción de la primera propuesta de viviendas sociales con sistema estructural mixto de madera-hormigón armado y sistema de cerramientos de productos forestales

Esta propuesta de diseño, expone de una manera más tradicional la mayoría de los criterios técnicos de la arquitectura e ingeniería con madera y sus productos forestales planteados por la Junac

(1984), concibiendo un sistema estructural de viga-poste y armaduras, en plena integración con un sistema de cerramientos a partir de paneles prefabricados de productos forestales (pajilla de madera-cemento, machihembrado, paneles de fibra-cemento, etc.).

Desde el punto de vista funcional la vivienda unifamiliar en cinta o pareada posee una distribución modular de una planta unifamiliar, una sala-estar, 2 habitaciones, servicios, escalera, y área de crecimiento futuro o patios (en terreno firme o integrados a la estructura de las viviendas suspendidas sobre pilotes) (Figura 1a).

Además, se han tenido previstas las debidas consideraciones de diseño contra fuego, ruido, viento y sismo. Es una concepción de construcción de componentes estructurales y de cerramientos

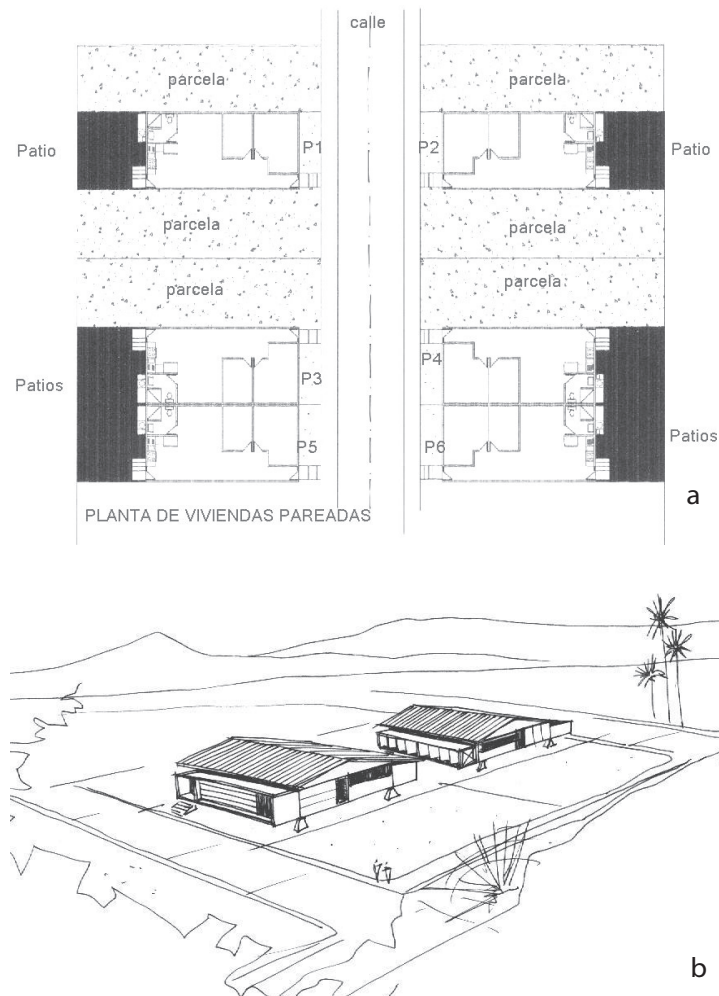


Figura 1. (a) Vista de planta de las viviendas en un urbanismo de parcelas de 5 metros por 20 metros de largo; (b) Las viviendas prefabricadas están sobre pilotes de hormigón armado de altura 0,70 centímetros. Su crecimiento futuro está propuesto sobre el terreno firme y colinda con la otra vivienda.

prefabricados, que busca ser de bajo costo, y que incorpora los criterios de protección por diseño en el uso de la madera, al estar separada del suelo (las vigas del piso se apoyan sobre pilotes de 0,70 centímetros; las armaduras del piso se apoyan sobre los mismos pilotes; y las armaduras del piso sobre columnas o postes), lo cual facilita el mantenimiento de las instalaciones de servicios de la vivienda. Se contempla un crecimiento futuro para cada módulo habitacional, el cual es propuesto sobre el terreno firme, colindante con la otra vivienda (Figura 1b).

El segundo criterio, consiste en formular la propuesta estructural de armaduras y paneles estructurales auto portantes, pero uniendo dos viviendas por medio del mismo pórtico estructural, contemplando en una segunda etapa, para cada una de ellas y de forma separada, el crecimiento futuro de cada vivienda en la zona posterior de los patios (Figura 2 a y b).

El tercer criterio de diseño arquitectónico y estructural, es igual que el segundo, sólo que los pilotes se transforman en columnas o pilares de hormigón armado, permitiendo que el terreno debajo de la vivienda quede libre, dejando mayor espacio para las zonas verdes y de recreación familiar, y su respectiva protección bioclimática para el medio natural tropical. A pesar de que por cada comunidad se definan zonas de recreación, trabajo y comercio comunal, se tiene considerado en los espacios inferiores de las viviendas, y cuando lo amerite, el poder dejar ciertas áreas, para las futuras actividades familiares-comunales (kioskos, talleres artesanales productivos, bodegas, etc.). Por la altura en que se encuentra la vivienda respecto al suelo, esta propuesta requiere la incorporación del diseño de una escalera común para cada dos viviendas (Figuras 2c y 3). Esta propuesta es válida para barriadas populares ubicadas en zonas de riesgo de inundación o en las inmediaciones del mar, caso de comunidades de pescadores en la Isla de Margarita y todo el litoral de Venezuela y Brasil.

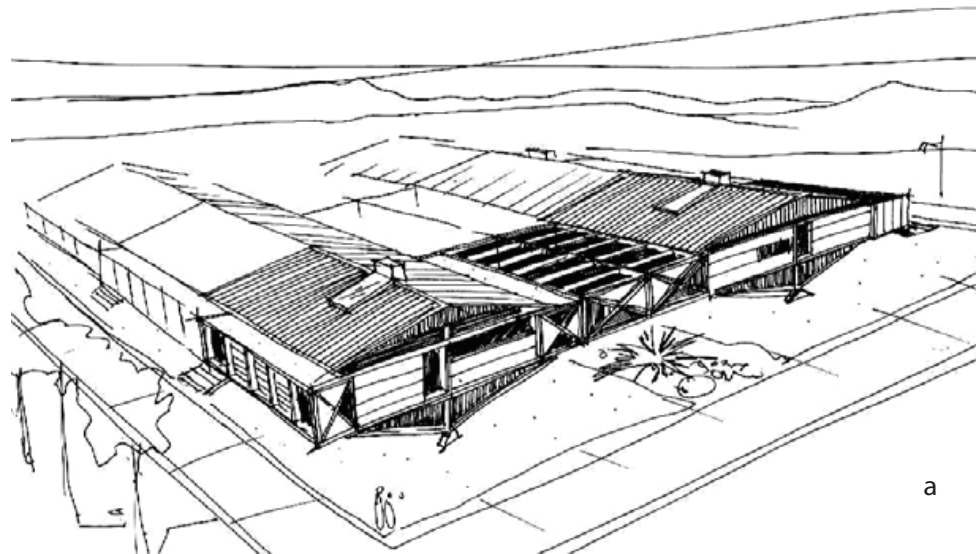
Respecto a la arquitectura bioclimática la orientación de las fachadas frontales de las viviendas será de ubicación norte-sur, en razón de poder aprovechar de manera más efectiva las corrientes de viento y disminuir su exposición al sol. Se implementan diseños de parasoles y aberturas superiores en las ventanas y puertas a fin de poder permitir la circulación cruzada del viento.

3.2 Concepción de la segunda propuesta de viviendas sociales con sistema estructural mixto de madera-hormigón armado y sistema de cerramientos de productos forestales a partir de madera contralistanada

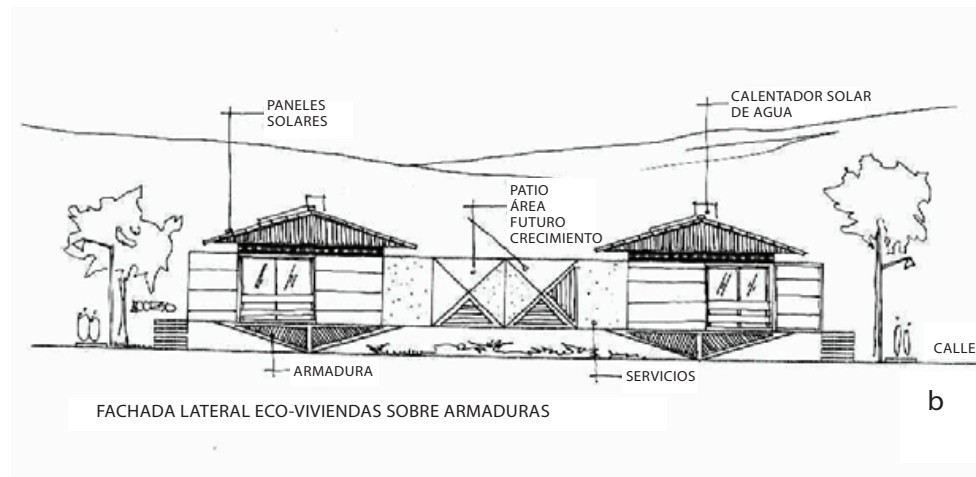
La propuesta surge como necesidad de tratar de alcanzar una mayor vanguardia arquitectónica y tecnológica con madera sólida y productos forestales. Desde el punto de vista de la concepción arquitectónica es similar a la primera, sólo que aquí se plantean los módulos de las viviendas completamente levantados del terreno, apoyados de forma simétrica sobre pilotes prefabricados de hormigón armado. El sistema de circulación peatonal entre las viviendas es por la zona central, aunque cada una tiene su propia escalera cuando sean de dos plantas. Esta concepción corresponde a la generación de un espacio interno que permita el desplazamiento cruzado del viento, además del ingreso de luz natural a los espacios internos, así como facilitar la ubicación de los tanques de agua potable. Todas las viviendas tienen contemplado sistemas de calentadores y paneles solares (Figura 4).

Desde el punto de vista estructural, el diseño del sistema está compuesto por la propuesta de grandes paneles auto portantes de forma triangular en madera sólida contra-listonada o laminada (grapada, clavada o encolada), en conjunto con paneles auto portantes para los cerramientos, del tipo sistema entramado. Estos permiten sostener todo el módulo de la vivienda, cuyas cargas y esfuerzos de diseño van a ser absorbidos directamente por los pilotes prefabricados de hormigón armado (Figura 5).

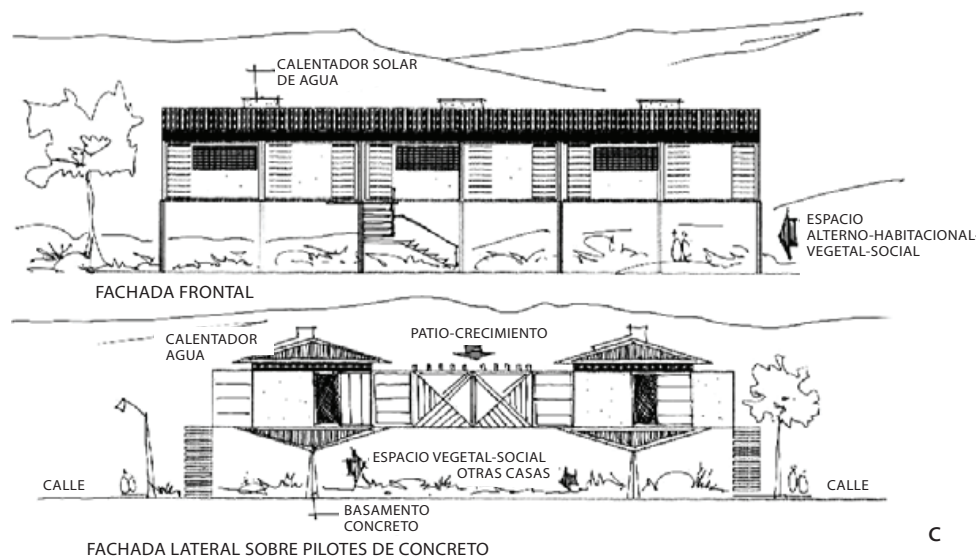
Se pretende, hacer una propuesta de ingeniería y arquitectura distinta, que busca por igual mantener los costos totales de las unidades habitacionales sociales, según sea el país. Entre las consideraciones técnicas se ha definido un urbanismo que no requiere hacer grandes movimientos de tierra. Por otro lado, se parte del diseño de un sistema constructivo prefabricado y que bajo la dirección y coordinación de personal técnico cualificado, el poder hacer uso de madera clasificada de menores dimensiones; material de desecho, de aclareo de las plantaciones forestales y de los bosques naturales; la participación de la comunidad con el aporte de mano de obra no calificada para la elaboración del sistema estructural y de cerramientos; preparación



a



b



c

Figura 2. (a) Vista general del módulo de dos viviendas unidas por un mismo sistema estructural, ampliable en módulos de 8 viviendas lindantes; (b y c) Vista lateral de las viviendas sobre pilotes de concreto armado, con sistema de armaduras y paneles estructurales auto portantes.

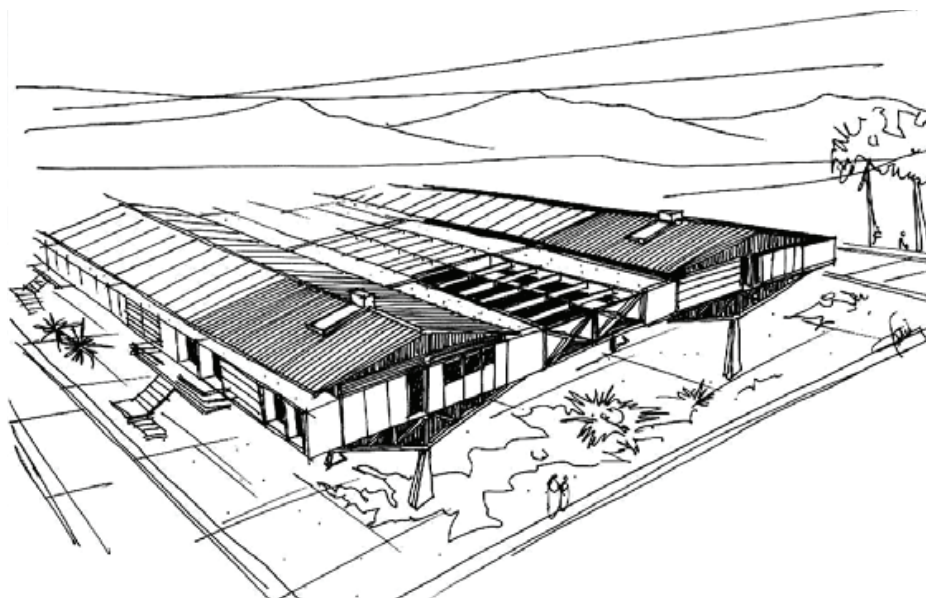
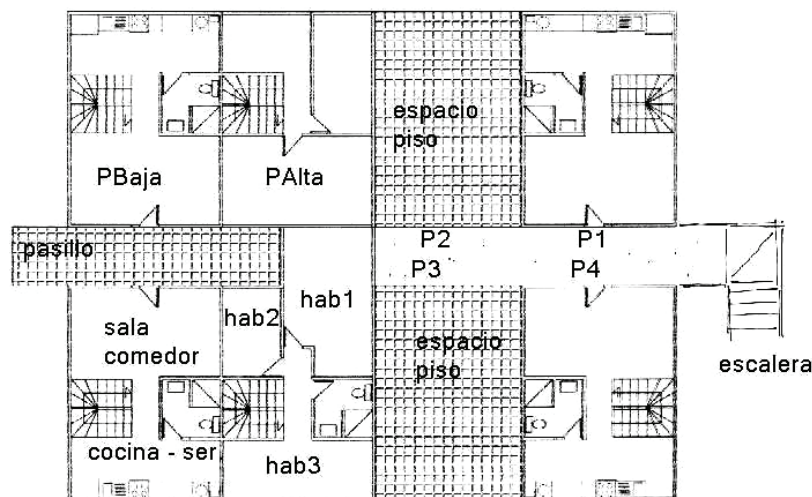


Figura 3. Vista general de la primera propuesta de viviendas sociales con sistema estructural de madera sólida y productos forestales, o en acero, sobre pilotes (columnas) de hormigón armado. Se puede apreciar que todas las propuestas contemplan paneles solares, calentadores solares de agua y la disposición de aguas residuales a sistemas de biodigestores u otro tratamiento natural.



Planta del conjunto de viviendas de 2 pisos

Figura 4. Propuesta conceptual de la distribución en planta de las viviendas (80 m²) de un sólo piso y duplex, las cuales pueden conformar edificios desde 1 a 6 plantas elevadas del terreno y donde su sistema estructural se apoya sobre pilotes prefabricados de hormigón armado.

en sitio, de todos los componentes estructurales y de cerramientos, previo suministro de madera precortada y con los debidos tratamientos de conservación; y de una infraestructura móvil (carpas) para el desarrollo de trabajo de taller; etc.

Al analizar la figura 5, se puede ver que desde el punto de vista urbano y de la arquitectura sos-

tenible que involucra el diseño bioclimático, el uso de materiales constructivos alternativos, el menor impacto ambiental sobre el terreno, el empleo de sistemas energéticos híbridos que incluyan energía fotovoltaica y biodigestores, entre otros, con la disposición de los grandes volados que a modo de árboles que dan sombra, se transformen en zonas so-

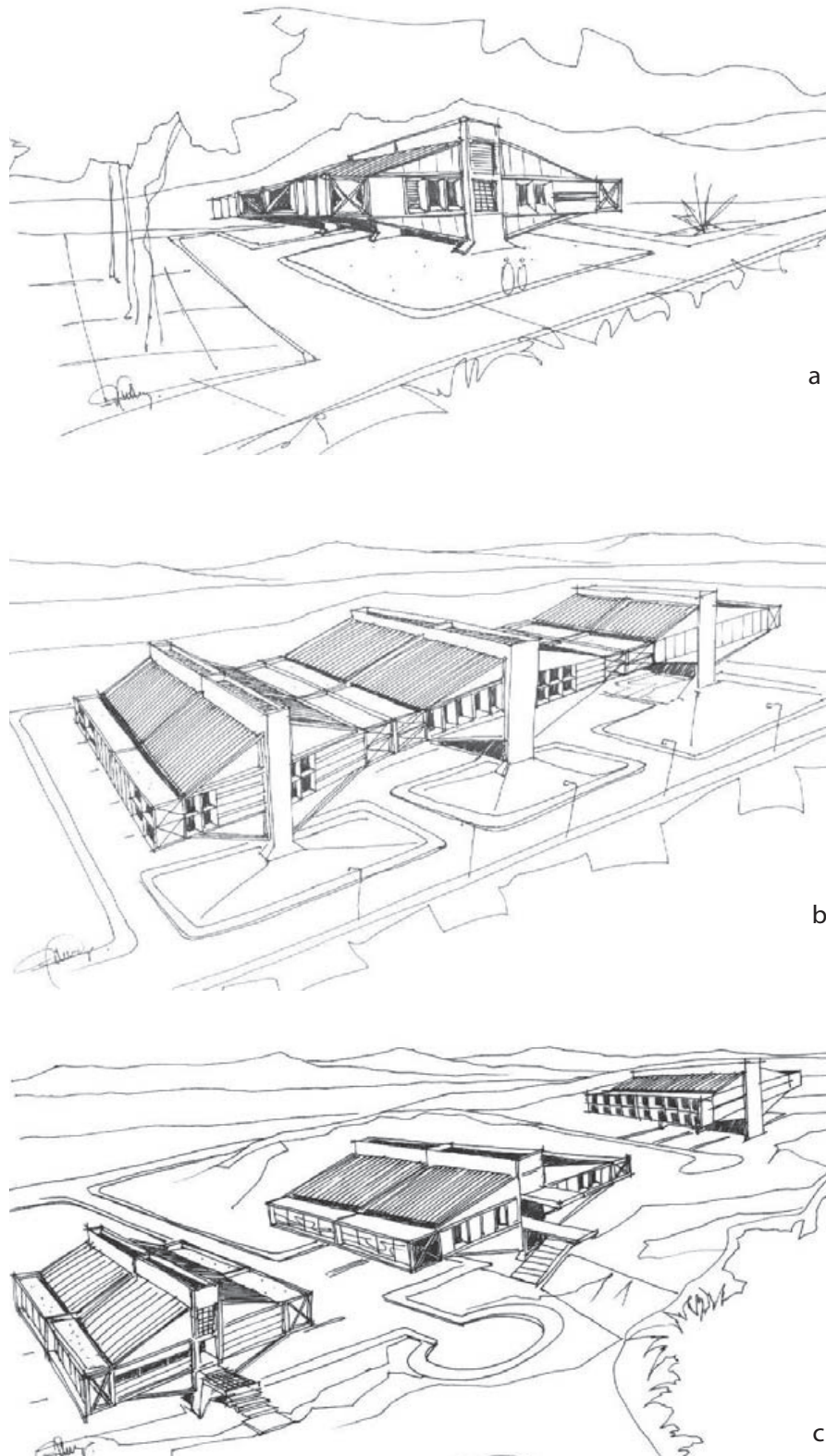


Figura 5. Módulos de viviendas suspendidas con distribución de una sola planta: (a) Vista de los módulos de viviendas sociales dispuestas con distribución de un piso; (b y c) Posibilidades de distribución urbana y adaptación a la topografía del terreno de los módulos (1-4 pisos) en terrenos de pendiente/planos ubicados en zonas de riesgo natural.

ciales para el disfrute de la comunidad, la armonía y encuentro con el medio natural de los jardines, obras de arte y zonas recreacionales en espacios comunales bajo zonas de sombra.

Esta concepción permite aumentar el nivel de la calidad de vida de sus habitantes, especialmente el de la población infantil y anciana, que requiere hacer vida social fuera de tan limitado espacio privado que propone todo desarrollo de viviendas sociales. Por otro lado, se presenta la posibilidad de desarrollar amplias zonas verdes comunales, que ayudarían a crear un mejor microclima urbano.

3.3 Estrategias de desarrollo para la dinamización del sector habitacional con viviendas de madera y productos forestales

Hay que resaltar que desde el punto de vista urbano, arquitectónico y de ingeniería de las edificaciones residenciales sociales de Venezuela y Brasil, que a pesar de ser países que tienen extensos territorios, deben procurar el establecimiento y desarrollo de verdaderas políticas, planes y programas de trascendencia nacional, regional y local que mantenidas en el tiempo y sin afiliaciones partidistas y políticas, que permitan en el ámbito que nos ocupa, entre otros aspectos, lo siguiente:

- a) Sustituir la concepción de ciudades dormitorio por la de consolidación de *pequeñas ciudades abiertas sostenibles*, procurando la verdadera descentralización de las ciudades congestionadas y con perfiles urbanos anárquicos y marginales, a partir de nuevos centros urbanos que cuenten con centros de salud, educación, recreación, viviendas dignas, servicios y seguridad ciudadana, con medios de producción propios o foráneos interconectados a los grandes centros urbanos y sus sistemas de red nacional de transporte y centros de importación-exportación de productos y materias primas;
- b) Desarrollo de infraestructuras urbanas en el ámbito nacional acordes con el déficit habitacional de los países y preparadas para albergar las familias afectadas en caso de desastres naturales, solventando así de manera previsiva y segura las situaciones de emergencia;
- c) Elaborar proyectos de reestructuración urbana, paisajística, recreativa, productiva y artística de las ciudades, especialmente de sus barridas populares, afianzando la pertinencia histórica y querencia de sus ciudadanos por la conservación y mejora de sus espacios naturales, físicos e infraestructuras construidas, en procura de lograr un tejido urbano integrado, de inserción y equidad social en el marco de la sostenibilidad;
- d) Desarrollo de múltiples propuestas de edificaciones multifamiliares de viviendas sociales a partir de sistemas constructivos (estructuras y cerramientos) a partir de la innovación tecnológica con el uso de la madera sólida y productos forestales derivados provenientes especialmente de los programas de plantaciones forestales ya establecidas y por desarrollar, en sustitución de la corta visión de procurar establecer urbanismos de viviendas de una y dos plantas en zonas metropolitanas donde el terreno es deficitario y alto en plusvalía. Por lo que construir edificios residenciales con madera es una respuesta que debe romper los paradigmas constructivos tradicionales, fundamentalmente para el caso de Venezuela, que exige respuestas rápidas que tengan el norte de la industrialización y la prefabricación, de la mano de la apropiabilidad tecnológica de los sistemas constructivos y de la participación efectiva de los actores sociales de las comunidades en las propuestas de diseño arquitectónico y de ingeniería con madera y sus productos forestales. De ahí, que el rol de los centros de investigación de las universidades y tecnológicos nacionales tienen la responsabilidad de asumir estas responsabilidades de la mano las instituciones del Estado, del sector industrial forestal, de la construcción y los servicios inmobiliarios, porque el problema de la vivienda en los sectores más desfavorecidos social, cultural y económicamente es un problema inherente al desarrollo espiritual y físico de una nación, su estabilidad y proyección a mejores derroteros de prosperidad;
- e) Establecer en el ámbito de Venezuela, la creación y fortalecimiento de redes nacionales e internacionales de intercambio académico y formación técnica del gremio de profesionales de la arquitectura e ingeniería para dinamizar a corto plazo, la cultura constructiva con madera en el país, así como de centros de capacitación técnica como centros de transferencia inter-

media entre los centros académicos-gremios y los promotores inmobiliarios y la industria de la construcción de edificaciones con madera y productos forestales;

- f) Lograr que el Ejecutivo nacional, a través de sus distintos ministerios del ambiente, vivienda y hábitat, industrias básicas y educación superior, entre otros, logren bajo la figura de convenio dotar con tecnología de avanzada a la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes y su Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF-ULA-MPPA) ubicado en la ciudad de Mérida, de equipos y espacios físicos requeridos por los procesos de innovación de las distintas áreas de la ciencia y tecnología de la madera y sus productos forestales, pero especialmente, la incorporación de nuevo personal y apoyo al actualmente adscrito, para lograr la multi y transdisciplinariedad profesional, donde los proyectos de edificaciones de salud, educación, deportes, transporte, viviendas y muebles, entre otros, sean el norte conector de todas las distintas secciones que le conforman, sin dejar de lado todas las solicitudes técnicas de los proyectos que exija la industria y el sector forestal en pleno. Además, se propone la creación, con similar peso e importancia al LNPF-ULA-MPPA, del Laboratorio Nacional de Productos Forestales del Oriente adscrito a la Universidad Nacional Experimental de Guayana, siendo el de la ULA con igual carácter nacional pero fundamentalmente enmarcada su actividad principalmente al ámbito geopolítico del centro al occidente de la nación, similar al caso de Canadá con sus centros de investigación Forintek ubicados en las regiones del este, centro y oeste del país. El objetivo es suplir la deficiencia científico-tecnológica, arquitectónica, diseño industrial y de las ingenierías de todo el contexto que involucra una de los grandes problemas que afronta la sociedad venezolana, mayoritariamente la de menores recursos económicos, como lo es la vivienda. De ahí, que la dinamización en la creación de sistemas constructivos y nuevos materiales para edificaciones de viviendas sociales, mayoritariamente multifamiliares, hace prioritario el establecimiento de un área troncal de los pensum de estudios de las profesiones antes mencionadas, para el desarrollo de

trabajos académicos, investigación y extensión de las universidades nacionales donde la madera y sus productos forestales sean el principal bastión de formación, capacitación y sensibilización con efecto multiplicador para el resto de la sociedad.

3.4 Plataforma agroindustrial del sector forestal venezolano para consolidar las nuevas propuestas arquitectónicas y de ingeniería

Se debe reconocer que la primera revolución industrial ha significado un hito en el empleo estructural de la madera, muchas veces silenciado por el evidente protagonismo del acero y el hormigón en los sistemas constructivos y por la decadencia del material en la mayoría de los países, tanto de Europa como de América. Su uso consistió en la paulatina sustitución de la madera maciza por materiales industrializados; es decir, la aparición de un nuevo material estructural que puede denominarse como "*madera industrializada*" (Aitim, 2003).

Según Graciani (1995), los cambios en la técnica constructiva de la madera se refieren a los sistemas de unión de las piezas entre sí y al modo de trabajarlas. En los sistemas de unión, los ensambles eran generalmente de caja y espiga, y las uniones se realizaban con clavijas de madera, rara vez metálicas. Con la incorporación del acero a la construcción, los ensambles comenzaron a realizarse con piezas metálicas capaces de aguantar los esfuerzos a tracción y cortante, hasta límites insospechados. Luego se utilizaron colas y resinas sintéticas y desde 1930 se aplicaron adhesivos termo-endurecibles, que hicieron posible las unidades estructurales continuas, constituidas por pequeños elementos de madera, incluso con diferentes propiedades que vinieron a ser llamadas Glulam (Glued Laminated Timber) o madera laminada encolada.

Hasta entonces, la madera empleada en elementos estructurales siempre había sido maciza; las ventajas de este nuevo sistema permitió considerar a la madera entre los materiales de alta resistencia que comenzaban a surgir, ya que fue posible realizar vigas compuestas y estructuras de gran importancia, con cualidades como: facilidad de fabricación de elementos de gran tamaño partiendo de madera disponible; minimización de grietas y otros defectos asociados a la pérdida de humedad en piezas de gran sección; aumento de las resisten-

cias de cálculo y posibilidad de utilización de maderas de diferentes calidades.

Y es que, las perspectivas del uso de la madera y sus productos forestales, dentro de los principios del desarrollo sostenible van en ascenso por los grandes requerimientos de necesidades de hábitat y confort, entre otras de la sociedad mundial. Según informe de la FAO-ONU (2000), el consumo de madera en el contexto internacional ha venido creciendo a un ritmo de un 2,5% anual, cifra que se estima aumentará con el correr del tiempo; debido, entre otras cosas, a que aumentará la demanda en países con mucha incidencia en la economía mundial como es el caso de China y, más recientemente, la India.

Uno de los elementos que permite pronosticar la tendencia de oferta de madera hacia las próximas décadas, es el rápido crecimiento de las plantaciones como fuente futura de madera para la industria. Según este informe señala que “*las plantaciones serán principalmente con especies latifoliadas, debido a su rápido crecimiento y cortos turnos. La plantación de especies e híbridos del género Eucalyptus continuará dominando en las plantaciones tropicales*” (FAO-ONU, 2000).

Otro de los factores que sin duda influye en las tendencias futuras del mercado internacional de la madera, es el mejoramiento genético y el manejo intensivo que logran un impacto positivo, tanto en el aumento de la productividad, como en la calidad de las plantaciones de rápido crecimiento para los productos deseados. A medida que los precios de la madera van aumentando, las nuevas fábricas de productos de fibra, incluyendo las de pulpa y papel y las de tableros de fibra de mediana densidad (Medium Density Fiberboard-MDF), están siendo diseñadas para una mayor utilización de desperdicios de los aserraderos, tales como las costaneras y el aserrín; aprovechando de esta forma todos los subproductos obtenidos del bosque plantado y, aumentando así la productividad y la rentabilidad de la inversión forestal.

Por todo ello es que en Venezuela, el pino caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*), continuará siendo la especie forestal bandera de la empresa Proforca, bien para la producción de pulpa y papel, como para la construcción de viviendas. Esta empresa proyecta consolidar en los próximos 20 años una superficie superior a los 2 millones de hectáreas de plantaciones en diferentes regiones de Ve-

nezuela, a través de la ejecución del Plan Socialista Forestal de Venezuela, iniciado este año 2010 en el estado Apure, por parte del Ejecutivo Nacional con el apoyo y aprobación de recursos provenientes del Fondo de Desarrollo Agrario Socialista (Fondas). De esta forma se podrá impulsar el desarrollo y fortalecimiento de la cadena forestal, haciendo énfasis en los sistemas de producciones agrícolas, productos forestales y agroforestales, a partir del establecimiento de plantaciones puras y mixtas, con el propósito de contribuir a la soberanía productiva del país en materia prima forestal, para el consumo interno y externo. Buscando de esta manera, posicionar el país como potencia forestal, eliminando las importaciones de diversos PF, entre ellos la pulpa para papel y potenciar la producción de madera aserrada, incluyendo los componentes para viviendas.

Las especies a plantar serán: Acacia (*Acacia magium*), Saladillo (*Caraipa llanorum*) (para producción de madera aserrada para la elaboración de muebles), Guadua (*Guadua angustifolia*) (para la producción de muebles y viviendas, así como para proteger las fuentes hídricas de los Llanos Venezolanos), Pino Caribe (*Pinus caribaea*) y Eucalipto (*Eucalipto Urophylla*), actividad prevista para los meses de junio y julio de este año, lo que a juicio del Presidente de Proforca, Ricaurte Leonett, la misión seguirá siendo preservar la naturaleza y la vida.

A partir del año 2012 y 2013, entrará en funcionamiento el Complejo Chaguaramas (aserraderos y planta de tableros) en el área de influencia de Proforca, para una producción a futuro de 1.250.000 metros cúbicos de madera aserrada y 1.000.000 de metros cúbicos de tableros. Según Proforca (2010), los resultados obtenidos del trabajo en equipo fueron los siguientes: Recolectaron 1.980.472 conos en lo que se refiere a la producción de semillas de Pino Caribe; los viveros produjeron 17.007.000 plantas; asimismo, durante el proceso de plantación anual, estableció 13.978 hectáreas; prepararon 10.136 hectáreas de cortafuegos y cosecharon un total de 429.352 m³ de madera; con el apoyo de cooperativas que operan las líneas I y II de su principal planta en Uverito, Proforca produjo 21.071 m³ de madera aserrada.

A pesar de que Proforca ha asumido, a partir del año 2010, el rol de las plantaciones forestales y la comercialización de sus PF a nivel nacional y que Pdvsa Industrial, filial de Pdvsa, ha asumido

el rol de la producción industrial de viviendas con madera, hace que finalmente se proyecte una reflexión técnica en el marco de que todo este contexto agroindustrial viene a suponer la fortaleza, donde se establecerán todos los proyectos sociales de viviendas con madera de país en los próximos años para poder hacer efectiva la participación del sector forestal en la contribución a la solución del déficit habitacional nacional.

Sólo preocupa, que a pesar de los esfuerzos y resultados obtenidos, los proyectos de diseño y construcción de viviendas con madera elaborados en los últimos 8 años a través de la Gerencia del Proyecto Vivienda con Madera de Proforca, no ha sido posible su concreción en la construcción masiva de las mismas, lo cual deja un sentido de frustración en las esperanzas de todos los profesionales de la arquitectura e ingeniería que creen en las bondades ciertas de la construcción sostenible con madera y sus productos forestales, respecto al uso de los materiales constructivos tradicionales en Venezuela.

La esperanza, es que el rol de trascendencia histórica de la gerencia de Pdvs Industrial sea asumida con responsabilidad técnica, logrando el consenso y la inclusión de todos los actores que hacen vida en la investigación e innovación en la ciencia y tecnología de la madera y sus productos forestales en el contexto nacional e internacional, para que no se transforme el esfuerzo del Estado venezolano en una utopía al tratar de consolidar la cultura constructiva con madera en Venezuela a mediano plazo.

En síntesis, los autores consideran que existen enormes posibilidades de diseño arquitectónico y de ingeniería para los desarrollos de proyectos, especialmente multifamiliares, de viviendas sociales de bajo costo, funcionales, confortables y de alto contenido estético para Venezuela y Brasil. Pues, al contar ambos países con grandes recursos forestales permitiría su uso en la generación de propuestas arquitectónicas de viviendas sociales, con su aplicación integral en sistemas estructurales de madera sólida, en conjunto con sistemas de cerramientos mixtos a partir de productos forestales y materiales tradicionales de construcción.

4. Conclusiones y recomendaciones

Se determinó que la formulación de las dos alternativas de eco-viviendas sociales a partir de la concepción de dos sistemas constructivos mixtos con el uso armonioso de materiales tradicionales con no tradicionales como lo son la madera, el acero y el concreto, a nivel de propuesta conceptual arquitectónica y estructural, corresponde a una visión de vanguardia dentro de lo que significa el planteamiento de la vivienda industrializada para familias de menores recursos económicos. Este sistema constructivo, parte de la premisa de ser industrializado, por ende modular, prefabricado y cuyos procesos de manufactura, deben estar concebidos dentro del diseño ambientalmente integrado y lo que se ha venido a denominar la apropiabilidad de la tecnología por las comunidades involucradas en las soluciones habitacionales.

Desde el punto de vista arquitectónico, se contemplaron los principios de la arquitectura bioclimática de forma que las personas puedan habitar en un medio tropical lo más digna y confortablemente posible, así como en pleno equilibrio con la naturaleza. La propuesta, en su conjunto conceptual, además de adaptarse a las exigencias de urbanismo de Brasil y de Venezuela, incorpora en las viviendas paneles para captar la energía solar y transformarla en energía eléctrica, calentadores de agua solar, biodigestores para el procesamiento de los residuos de aguas negras. Se debe formular la propuesta de un Sistema de Gestión Medioambiental para el manejo de residuos, etc.

Finalmente, cumpliendo con las expectativas técnicas planteadas, se espera que las propuestas conceptuales de diseño arquitectónico expuestas en el presente trabajo, encuentren eco en las instituciones rectoras de las políticas habitacionales de Venezuela, y que entre muchas otros planteamientos realizados por otras instituciones académicas y centros de investigación en lo que se refiere al diseño y construcción con madera y productos forestales, puedan ser llevadas a un feliz término a mediano plazo para hacer posible la verdadera contribución a la solución del déficit habitacional del país.

5. Referencias bibliográficas

- AITIM. 2003. Breve historia de la madera en la construcción. El Retorno de la madera como elemento estructural en la Arquitectura. *AITIM Boletín de información técnica* 224 julio-agosto. Madrid, España. 98 p.
- ALVARADO, R. 2009. La expansión forestal en el Cono Sur. *Nueva Sociedad* 223: 76-93.
- ARMAS, M. 2008. Déficit habitacional de 2008 se calcula en 2 millones de unidades. *Diario El Universal*, Economía. Mayo, 2008: 28.
- CARRERO, O. y V. ANDRADE. 2005. La contribución de las actividades del sector primario y secundario de la cadena forestal al PIB de Venezuela en los últimos 50 años, y su relación con algunas variables macroeconómicas. *Revista Forestal Venezolana* 1(49): 39-47.
- BARRIOS, E., W. CONTRERAS y M. SOSA. 2010. Historia de la investigación tecnológica de la madera como material de construcción. Laboratorio nacional de Productos Forestales (LNPF). Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 115 p.
- CONTRERAS, W. 2003. *Tres prototipos de viviendas para el medio rural venezolano con madera y acero*. Uforgia. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 172 p.
- CONTRERAS, W. y V. CLOQUELL. 2006. Propuesta metodológica de Diseño Ambientalmente Integrado, para Proyectos de Diseño de nuevos productos de madera laminada encolada de calidad estructural. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 452 p.
- CVG PROFORCA. 1996. *La vivienda básica de madera*. CVG-Productos Forestales de Oriente, CA. (Proforca). Chaguaramas, Edo. Monagas, Venezuela. 167 p.
- FAO-ONU. 2000. Estudio de recursos naturales renovables. En línea: www.promamazonia.org.pe [Consultado: 06/05/2010].
- GÓMEZ SENENT, E. 2002. Una aproximación a la Resolución de Problemas en proyectos. *Revista de Proyectos de Ingeniería. La Ciencia de la Creación de lo Artificial. Ingeniería Diseño Innovación* 1: 65-112.
- GRACIANI, A. 1995. *La construcción después de la Revolución Industrial. Una primera Aproximación General*. Departamento de Construcciones Arquitectónicas II. Historia de la Construcción. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. Sevilla, España. 283 p.
- JUNAC. 1984. Manual de Diseño y Construcción con Madera. Junta de Acuerdo de Cartagena (Junac). Lima, Perú. 215 p.
- LARICA., C. y J. MATOS. 2003. Habitação social e design como oportunidades para o setor. *Construcao Civil. Da Madeira* 77: 45-52.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. 2009. Déficit habitacional no Brasil 2007. Secretaria Nacional de Habitação. Brasília. Brasil. 367 p.
- MOLINA, R. 2001. Utilización de madera en construcción de viviendas de interés social. *Recursos* 6(64): 35-42.