

Evaluación y rediseño de dos proyectos de casas, realizados por la Gerencia Proyecto Vivienda Madera de CVG Proforca. Parte I

Evaluation and re-design of two projects for houses proposed by CVG-Proforca Wood Housing Project Management Office. Part I

WILVER CONTRERAS MIRANDA¹,
MARY OWEN DE CONTRERAS²
y YOSTON CONTRERAS MIRANDA³

1 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Mérida, Venezuela, E-mail: wilver@ula.ve
2 Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura, Escuela de Diseño Industrial, Mérida, Venezuela, E-mail: marowen3@hotmail.com
3 CVG Proforca. Investigador invitado del Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, E-mail: yostonj@ula.ve

Recibido: 27-10-08 / Aceptado: 30-03-09

Resumen

Producto del déficit habitacional existente en el país, y considerando el potencial forestal que proyecta el uso del pino cribe de la Orinoquia, CVG Proforca, a través de la Gerencia Proyecto Vivienda Madera CVG Proforca, y en convenio planteado a 25 años con PDVSA, tienen proyectado construir 50 mil viviendas año, habiendo desarrollado los proyectos de más de 15 prototipos para estratos sociales de bajo costo, urbanos y rurales. De éstos, se seleccionaron dos para ser evaluados arquitectónica y tecnológicamente, a partir de los principios de diseño y construcción con madera. Se precisó, que las viviendas tienen buenos diseños arquitectónicos. Tecnológicamente, existen debilidades constructivas respecto a varios principios que exige el empleo en diseño y construcción, el sistema constructivo entramado de plataforma. Se realizó el rediseño exclusivamente de la distribución en planta, lográndose mejorar la función y caracterización de espacios, disminuyendo el número de paneles estructurales respecto a la proposición original.

Palabras clave: Construcción alternativa, sustentabilidad, racionalismo, materiales alternativos, productos forestales.

Abstract

Proceeds from the housing shortage in the country, and considering the potential use forest plans that describe the pine Orinoquia, CVG Proforca, through the Madera Housing Project Management, and raised in agreement with PDVSA for 25 years, plans to build 50 thousand housing units year and has developed projects in more than 15 prototypes for social, urban and rural areas. Of these, two were selected for evaluation architectural and technology, building on the principles of designing and building with wood. It was explained that the houses have good architectural designs. Technologically, there are several weaknesses with respect to constructive principles requires the use of design and construction with the construction system network platform. The redesign was carried out exclusively in the distribution plant, resulting in improved function and characterization of spaces, reducing the number of structural panels regarding the original proposal.

Key words: alternative construction, sustainability, rationalism, alternative materials, forest products.

Introducción

Productos Forestales de Oriente C.A. (CVG Proforca), es una filial de la Corporación Venezolana de Guayana. Esta empresa estatal, con más de 30 años de fundada, es la que se encarga principalmente de la administración y gestión de los procesos de siembra, mantenimiento, cosecha, transformación y comercialización del recurso forestal de las plantaciones forestales de pino caribe (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) de la Orinoquia (CVG Proforca,

2008). Se pretende, con la nueva visión gubernamental, construir un nuevo modelo económico, impulsando el desarrollo endógeno desde el sector forestal, acción que se ha venido exponiendo en los últimos años, con la creación y consolidación de Empresas de Producción Social (EPS). Éstas se caracterizan por la igualdad sustantiva entre sus integrantes, basadas en una planificación participativa y protagónica y bajo régimen de propiedad estatal, propiedad colectiva o la combinación de ambas (CVG, 2009). A partir de este modelo de

cooperativas sociales, se pretende la participación de más de 85 comunidades que habitan en las zonas de influencia de la empresa y de las adyacencias de las plantaciones. Éstas, son estimadas en más de 410 mil hectáreas y están consideradas como la plantación forestal concentrada y más grande del mundo de una sola especie de árboles maderables (CVG Proforca, 2009).

Con la ampliación del Programa de Desarrollo Forestal (Prodefor III), ya sumaba esfuerzos por consolidar el proyecto de aumentar la producción de madera de pino caribe para cubrir parte del déficit de la demanda de productos forestales en el país, siendo una de las más importantes, el suministro de componentes y piezas para viviendas, especialmente las de bajo costo (CVG Proforca, 2004). El déficit habitacional es de gran preocupación para el Gobierno Nacional, el cual se ha estimado sobre los 2,5 millones de viviendas (Datanalisis, 2008). Recientemente Arasme (2009), informó que el Ministerio del Poder Popular para la Vivienda y Hábitat (MPPVH) entre el año 2008 y principios del año 2009 estima la construcción de 132.932 viviendas. De ahí, la posible contribución de las casas con madera para disminuir el mencionado déficit.

Esta empresa planificó desde el año 2006 hasta el año 2021, la incorporación a la producción de unas 316 mil hectáreas de nuevas plantaciones. Por ello, creó la Gerencia de Proyecto Vivienda Madera, a fin de ser congruente con uno de sus nuevos objetivos, contribuir con la construcción de viviendas con madera en todo el territorio nacional.

La madera a comercializar deberá tener calidad para su uso en la construcción, además, y entre otros, ser sometida a procesos de secado y preservación contra los agentes xilófagos. Actualmente, a través de CVG Proforca, se estima procesar un millón de metros cúbicos año de productos forestales para viviendas y muebles, y otro millón, para tableros estructurales y pulpa para papel; de ahí que, la empresa ha captado recursos económicos del Fondo de Desarrollo Nacional (FONDEN), y en convenio a 25 años con Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), se espera a corto plazo, poder dar inicio a la construcción de uno de los seis aserraderos industriales y de una planta de tableros estructurales de fibras orientadas de virutas (*Oriented Strand Board-OSB*) (Contreras *et al.*, 2007). De acuerdo a visitas realizadas recientemente por los autores a las instalaciones de la empresa, se constató que hay

retraso en la fase de construcción de los mismos, lo que hace reflexionar que en el presente año 2009, CVG Proforca no podrá producir suficiente madera aserrada para suplir la materia prima necesaria en la primera etapa del proyecto de construcción de viviendas con madera.

Por todo lo antes dicho, la Gerencia de Proyecto Vivienda Madera, elaboró toda una serie de prototipos de viviendas con madera de bajo costo, para el medio rural y urbano. Éstas se basan fundamentalmente en la construcción de paneles estructurales cuyos componentes internos (pies derechos) son de madera de pino caribe, revestidos con tableros OSB, que se fijan a ambos lados por uniones metálicas de grapas o clavos, y recubrimientos a su vez con cemento proyectado, machihembrado u otros productos cerámicos, plásticos o metálicos para acabados superficiales.

El presente trabajo, expone los resultados de la evaluación de dos prototipos de viviendas con madera que han sido desarrollados por el equipo técnico de la Gerencia de Proyecto Vivienda con Madera de CVG Proforca. Dicha evaluación está referida a los aspectos arquitectónicos y tecnológicos del diseño y uso de la madera de pino caribe en la construcción de viviendas con el fin de prever, antes de la construcción, los errores técnicos constructivos.

2. Materiales y métodos

2.1 Búsqueda y recopilación de la información

Se realizó una visita técnica a las instalaciones de transformación de la madera de pino caribe, específicamente, el Aserradero Industrial Uverito de CVG Proforca, ubicado en la población de Chaguaramas, al sur del estado Anzoátegui, Venezuela.

De igual forma, se visitaron las instalaciones de tres Empresas de Producción Social (EPS) para la producción de muebles de madera de pino caribe, ubicadas frente al aserradero, las cuales son administradas por las comunidades organizadas del sector.

Se efectuó una reunión de trabajo técnico en las instalaciones de la Gerencia Proyecto Vivienda Madera, ubicada en la ciudad de Puerto Ordaz del estado Bolívar. En ésta participaron representantes de la Gerencia, profesores de la Universidad de

Los Andes (ULA) y de la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), así como asesores externos invitados.

Después, de varias conjeturas técnicas a ser definidas en conjunto entre los entes señalados en el proceso de desarrollo de los diferentes planes de trabajo, se procedió, por medio de la Gerencia de Proyecto Vivienda Madera, a la selección de cuatro de los dieciséis realizados por ésta, de los cuales se presenta solamente la evaluación de dos de ellos. Los criterios de selección de los prototipos, fue decisión exclusiva de la Gerencia.

Posteriormente, de realizada la entrega formal del compendio de planos sólo de la representación de dibujo en planta de los dos prototipos y la conformación de algunos detalles técnicos del sistema estructural entramado de plataforma, con el cual se pretenden construir los mismos, se procedió al estudio y rediseño de los prototipos en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de Los Andes.

2.1.1 Proceso técnico de evaluación del diseño arquitectónico y tecnológico con madera y productos forestales, de cuatro prototipos de casas desarrollados por la Gerencia Proyecto Vivienda Madera CVG Proforca

Para el proceso de evaluación, se aplicó la metodología del Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) desarrollada por Contreras y Cloquell (2006). El interés del análisis se centró principalmente en estudiar la calidad del diseño arquitectónico manteniendo, en la medida de lo posible, la distribución en planta de los dos prototipos seleccionados, y especialmente, el rediseño del sistema estructural propuesto, a partir del uso de pies derechos de madera sólida secada y preservada de pino caribe, sembrado, cosechado, transformado y comercializado por CVG Proforca. Además, no se plantean alternativas de propuestas de nuevos techos, ya que éstas deben ser elaboradas por los arquitectos de la Gerencia.

Metodológicamente, y según los preceptos de la Teoría Ambientalmente Integrada y del dAI, se desarrollaron las siguientes iteraciones:

- **Iteración 1:** Evaluación del diseño en planta arquitectónica de los dos prototipos de viviendas rurales y urbanas, realizadas por la Gerencia de Proyecto Vivienda Madera de CVG Proforca,

según algunos de los principios básicos del diseño de viviendas de bajo costo con madera, entre otros: medidas estandarizadas; uso de pocos componentes constructivos; preservación por diseño contra el fuego, el sonido y la humedad; madera preservada por tratamientos contra el ataque de agentes xilófagos, los rayos solares y con la calidad estructural requerida según las normas de resistencia establecidas en los países donde se proyecte su aplicación. Todos ellos, y muchos principios más, han sido expuestos, por: JUNAC (1932), (1984); Contreras (2002); Contreras *et al.* (2003); La Asociación de Fabricantes y Constructores de Casas de Madera (AFCCM, 2008) que es una organización profesional en España que integra las más importantes empresas del sector y a su vez forma parte de la Federación Española de Industrias de la Madera (FEIM); La Norma chilena NCh 1198: "Madera. Construcciones en Madera", Revisión 1989, estudiada en el Instituto Nacional de Normalización, y promocionada, entre otras, por el Instituto Forestal de Chile.

En esta Iteración, como en la Iteración 2, el estudio y análisis se concentra de manera específica a partir de fotocopias de planos del diseño en planta, algunos cortes y distribución de techos de cada uno de los dos prototipos diseñados. Esta limitación, hizo que el equipo de trabajo debiera realizar nuevamente los dibujos en planta mediante el software Autocad, versión 2008. Este proceso de digitalización implicó mayor dedicación de tiempo para generar el rediseño arquitectónico de cada una de las plantas de los prototipos. La información se complementó, desde el punto de vista arquitectónico, a partir de la representación volumétrica de los diseños recopilada por Pabón *et al.*, (2007), expuesta en la figura 7.

- **Iteración 2:** Evaluación técnica de la aplicación del sistema constructivo entramado de plataforma con madera, formado a partir de paneles estructurales de pies derechos de madera de pino caribe y revestidos de tableros estructurales OSB, a ser aplicados a todos los prototipos de viviendas rurales y urbanas, realizadas por CVG Proforca, según los principios de diseño de edificaciones con madera y productos forestales, expuestos en el punto anterior.

- **Iteración 3:** Análisis y discusión arquitectónica así como de las tecnológicas-constructivas de los resultados planteados en el rediseño de los dos prototipos.
- **Iteración 4:** Entrega de informe a la Gerencia de Proyecto Vivienda Madera, Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, y a la Dirección del Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
- **Iteración 5:** Publicación de los resultados.

3. Resultados y discusión

Según los requerimientos planteados en el objetivo a desarrollar en el presente trabajo, la exposición de los resultados de los análisis arquitectónicos y tecnológicas-constructivas, quedará enmarcada dentro de las actividades definidas en las Iteraciones señaladas en el apartado de Materiales y Métodos.

3.1 Estudio de rediseño arquitectónico y de tecnología de la madera, de dos prototipos de viviendas desarrollados por la Gerencia de Proyecto Vivienda CVG Proforca

Una vez concluido el trabajo técnico de re-dibujar en Autocad versión 2008 las plantas de los cuatro prototipos seleccionados para su evaluación, se desarrolló el análisis que involucra el establecimiento de los principios básicos del diseño y construcción con madera, referenciados en el punto de Materiales y Métodos. Es a partir de ahí, que se pueden señalar de manera general los siguientes aspectos arquitectónicos y técnicos presentes en los prototipos evaluados:

3.1.1 Análisis arquitectónico y tecnológico-constructivo

Una vez estudiados los diseños arquitectónicos, se debe señalar que tienen un buen desarrollo estético, los cuales superan los estándares de diseño de buena parte de lo tradicionalmente construido en materia de vivienda de interés de bajo costo en el territorio nacional. Se alcanza un pensamiento del Maestro Fruto Vivas, recopilado por Contreras (2003), *“el hacer una arquitectura para pobres, no significa que sea una pobre arquitectura”*.

Formalmente, existe un buen juego de texturas suministrado por el sabio juego y de interrelación entre los materiales constructivos, especialmente entre los contrastes generados por los acabados superficiales propuestos por el equipo técnico de la Gerencia de Proyecto Vivienda Madera, como lo es el friso de cemento proyectado y posteriormente pintado, en colores claros (blancos, ocres oscuros y grises) y la madera aserrada de pino caribe. Este friso no es la mejor solución técnica dada la complicación de fijar el mismo sobre el tablero OSB y la generación de residuos en su colocación, contraria a limpieza obtenida en la construcción con madera. Considerando que la sociedad venezolana tiene mayor aceptación a la construcción con cemento, se puede justificar el uso de este friso, sólo que se deben tomar las medidas preventivas para minimizar residuos.

En los prototipos evaluados, se observa que el uso del color blanco permite reflejar la luz y radiación solar, los otros colores, por considerar que los tamaños de las parcelas son muy pequeños, tienden, desde el punto de vista perceptivo, a crear la sensación de reducir el espacio. Por ello, se recomienda que disminuyan los tonos propuestos o se cambie a otra gama de colores claros, caso crema, verde turquesa o agua, o la aplicación a través de pequeñas manchas de colores de mayor contraste, como el anaranjado, azul marino o amarillo, aumentando de esta forma la vitalidad espacial de las viviendas, más si tienen buena vegetación en sus jardines, especialmente las colocadas en cinta o pareadas.

Se denota que existen deficiencias en las propuestas de diseño, al no incorporar en las ventanas, mayoritariamente de vidrio, la debida protección de los aspectos bioclimáticos, especialmente por las grandes exposiciones al sol del trópico, lo cual repercutirá en altos coeficientes caloríficos en el interior de la vivienda. Carecen de la protección tanto por diseño, caso de parasoles, como protección física, como el uso de rejas para evitar acceso de intrusos o delincuentes. Estos aspectos de diseño hacen que, en una primera instancia de ocupación de la vivienda, su futuro propietario intervenga las fachadas con múltiples y variadas formas y estilos arquitectónicos, lo que permitiría en muchos casos romper con la armonía estilística del diseño original. Por otro lado, se puede llegar a desarrollar la construcción de techos sobre las

ventanas, tipo aleros, a fin de buscar la protección de la radiación solar y de las lluvias en el caso de la vivienda aislada.

Y es que la razón de incluir los principios de la arquitectura bioclimática en los diseños de viviendas de bajo costo, se hace prioritaria, más si existe creatividad y buen uso de tecnologías constructivas por parte de los proyectistas, se hará menos prioritario que prevalezca el factor económico sobre la calidad espacial en la distribución funcional de una vivienda, que permita dar paso a mayores corrientes de vientos por ventilaciones cruzadas, y filtrado de la luz y radiación solar a través de juegos de aleros y parasoles, etcétera.

Existe una propuesta de construir un muro perimetral a partir de un sistema de paneles con madera de pino caribe. Este aporte es positivo desde el punto de vista de seguridad, de arquitectura, de ingeniería y de costos. Pero fundamentalmente, el muro contemplado por CVG Proforca, rompería con lo que tradicionalmente se ha venido planteando en Venezuela por parte de los promotores inmobiliarios de viviendas de bajo costo, al entregar sólo la vivienda, ya que los presupuestos de los muros de mampostería de bloques de cemento, son muy altos. Esto ha generado un estado de anarquía en el perfil urbano de infinidad de complejos habitacionales, además de problemas personales y legales entre vecinos.

Otro aspecto de diseño en los prototipos, especialmente en las viviendas pareadas, es que existe una gran diversidad de juegos de techos y un mal diseño en disposición de las aguas de lluvia, sacrificándose lo funcional por lo estético. Se logra apreciar que las aguas de lluvias van hacia el interior de las viviendas diseñadas, lo cual va en contra de los principios arquitectónicos del diseño con madera y de cualquier sistema constructivo tradicional. Eso produciría daños muy significativos en las juntas de los techos, concentraciones de humedad y hábitat de insectos, hongos y bacterias, así como el deterioro de la madera utilizada en el cerramiento, del friso y de la pintura. De ahí que, se recomiende realizar rediseños de los mismos, para que se eviten problemas futuros a los usuarios de estas viviendas, y más aún, cuando la conciencia del venezolano en materia de mantenimiento de infraestructuras de edificaciones es muy deficiente, tal como se denota al hacer un recorrido por cualquier ciudad del país.

Desde el punto de vista del diseño con madera, esa diversidad de juegos de techos va en contra de lo que es la construcción industrializada de edificaciones, y cuya concepción fundamental es la prefabricación. Ésta requiere de altos niveles de normalización, del uso a partir de un mínimo número de componentes constructivos sin dejar de dinamizar sus diseños en variabilidad de posibilidades técnicas. En la tecnología de la madera, es fundamental el establecimiento de las medidas de los productos forestales con madera de pino caribe de la Orinoquia, a partir de pocos componentes y pequeñas dimensiones normalizadas. Recurrir al uso de variados techos, sin contemplar dimensiones estándar de cerchas (cuchillas o armaduras), es aumentar tiempos de los procesos de construcción, mayores costos y pérdidas de material.

Los diseños evaluados se caracterizan mayoritariamente por estar colocados directamente en el suelo, es decir, sobre un sistema de fundación corrida con elementos de concreto donde se apoyarían los paneles estructurales. Si bien es cierto que las losas corridas son una buena alternativa, éstas no dinamizan el proceso constructivo, ya que los trabajos sobre el terreno hacen que encarezcan los presupuestos de los urbanismos por los movimientos de tierra en la nivelación. Por ello, se debería tener proyectada la posibilidad, para cada prototipo, tal como lo expuso Contreras *et al.* (2003), de muros corridos de soporte o sistemas de pilotaje para suspender la edificación. Este aspecto de diseño, contribuye no sólo bioclimatizar la vivienda con el flujo continuo de corrientes de aire, sino que facilitará el mantenimiento, en caso de averías de las instalaciones de aguas servidas, agua potable y electricidad.

Aquí entra una de las mayores concentraciones de esfuerzos culturales y constructivos que tienen que hacer los promotores en la construcción de viviendas con madera en Venezuela, no sólo para sensibilizar y capacitar, sino para disminuir la percepción negativa de la supuesta fragilidad de las estructuras de madera; del sonido que produce la madera al caminar o el temor a que sea violentada la vivienda a través de los cerramientos. Sino que a esos esfuerzos se deben sumar los de explicar las ventajas que tiene la suspensión de la edificación para el mantenimiento posterior de las mismas, y además tener las previsiones de que en ese espacio de separación, entre el suelo y el piso elevado de

la casa, se debe evitar, entre otros, la acumulación de sucios, objetos diversos, hábitat de alimañas, escondite de ladrones. Para todo ello, existen recomendaciones y criterios de diseño planteados por JUNAC (1984), que permiten solventar esos aspectos negativos.

Se considera que, los errores técnicos que se han percibido en los diseños realizados por la Gerencia de Proyectos Vivienda Madera de CVG Proforca, que cuenta con un baluarte de profesionales altamente calificados de la arquitectura e ingeniería, mayoritariamente jóvenes, pudieran deberse a la carencia de formación específica de estos profesionales en el área de la tecnología de la madera y a no contar, a tiempo, con una buena asesoría técnica, en todo lo que se refiere al diseño con madera y sus productos forestales, específicamente, en lo que significa el uso del sistema constructivo de entramado de plataforma.

Muestra de ello, se denota al estudiar las distribuciones en planta de los dos modelos evaluados. En éstas se aprecia que no se realizó el uso de las cuadrículas o retículas de diseño arquitectónico, las cuales garantizan una verdadera modulación de los espacios y componentes constructivos con madera, especialmente de paneles y cerchas. La figura 1, muestra una alternativa de rediseño de la planta realizado por los autores al modelo 1, según CVG Proforca definida como *Vivienda Aislada Tipo Rural*.

En aras de modificar al mínimo el diseño en planta de los dos prototipos evaluados, se propone la aplicación una retícula de diseño arquitectónico de 0,70 m x 0,70 m /0,12 m. Ésta es independiente del diseño de ingeniería de los materiales constructivos. Con ello, se genera una nueva propuesta de seis tipos de paneles, los cuales permiten ser aplicados indiferentemente al resto de los prototipos evaluados. Así, se llegan a unificar procesos de diseño en distribución en planta, racionalización y facilidad de montaje en los detalles de las uniones entre paneles, tal como lo define JUNAC (1984) (Figura 3). Esta resolución técnica, no se pretende universalizarla para todas las viviendas que se desarrollen en un futuro por CVG Proforca. Y es que en los sistemas constructivos exitosos, por lo general, el módulo constructivo utilizado permite combinar materiales de producción industrializada con relativa facilidad, para generar *sistemas constructivos abiertos*, es decir, que puedan combi-

narse con otros sistemas constructivos o con otros materiales, que permitan crecimiento progresivo sin depender obligatoriamente de una tecnología específica, tales como, el uso de bloques de cemento de 40 cm de ancho; bloque de arcilla de 25 cm de ancho; o un tablero de fibrocemento o de madera de 122 cm de ancho.

Otro aspecto negativo encontrado en el estudio, es que en el diseño en planta de los prototipos de CVG proforca, no se considera el uso de los *paneles técnicos* (incluyen tuberías de instalaciones sanitarias, eléctricas, otros) en el área de baños, cocina y servicios. Éstos permiten pasar, sin hacer aberturas significativas sobre las estructuras de los pies derechos de madera, ni en las soleras inferiores y superiores de los paneles, de lo contrario se presentaría una posible condición de riesgo por debilitación estructural, especialmente en caso de sismo o sobre cargas de techos. La figura 4, así como cada una de las plantas rediseñadas de los prototipos expuestos en las Figuras 6 y 8 muestran a nivel de detalle la consideración de este panel técnico para una racional distribución de las instalaciones de aguas servidas y potables de una vivienda con madera.

Desde el punto de vista del uso del sistema constructivo de madera entramado de plataforma, en Venezuela, ya a comienzos de la década de los años noventa, Contreras y Owen de Contreras (1997), ratificado por Contreras (2002), y a partir de la experiencia obtenida en el diagnóstico de la madera como material constructivo en el país, proyectaban que para tener establecida la *cultura constructiva con madera* en todo el territorio nacional, no deberían seguir construyéndose como vivienda principal, viviendas fabricadas completamente de madera y menos en el desarrollo e implantación de un Plan Nacional de Viviendas de Madera. Por ello, y por los aspectos de diseño arquitectónico e ingeniería planteados anteriormente, se empezó a promocionar el lema de “*construir con madera*”.

De ahí que, cuando se realizó la propuesta del Sistema Constructivo Uverito con Madera de Pino Caribe (Contreras *et al.*, 2003), lo que se pretendía era demostrar las facilidades, disminución de costos, multiplicidad de formas de proyectar viviendas sociales, y oportunidades reales de hacer uso del pino caribe de la Orinoquia, con el diseño de una propuesta arquitectónica sencilla, y que a partir de una distribución en planta de un piso, y otra de dos

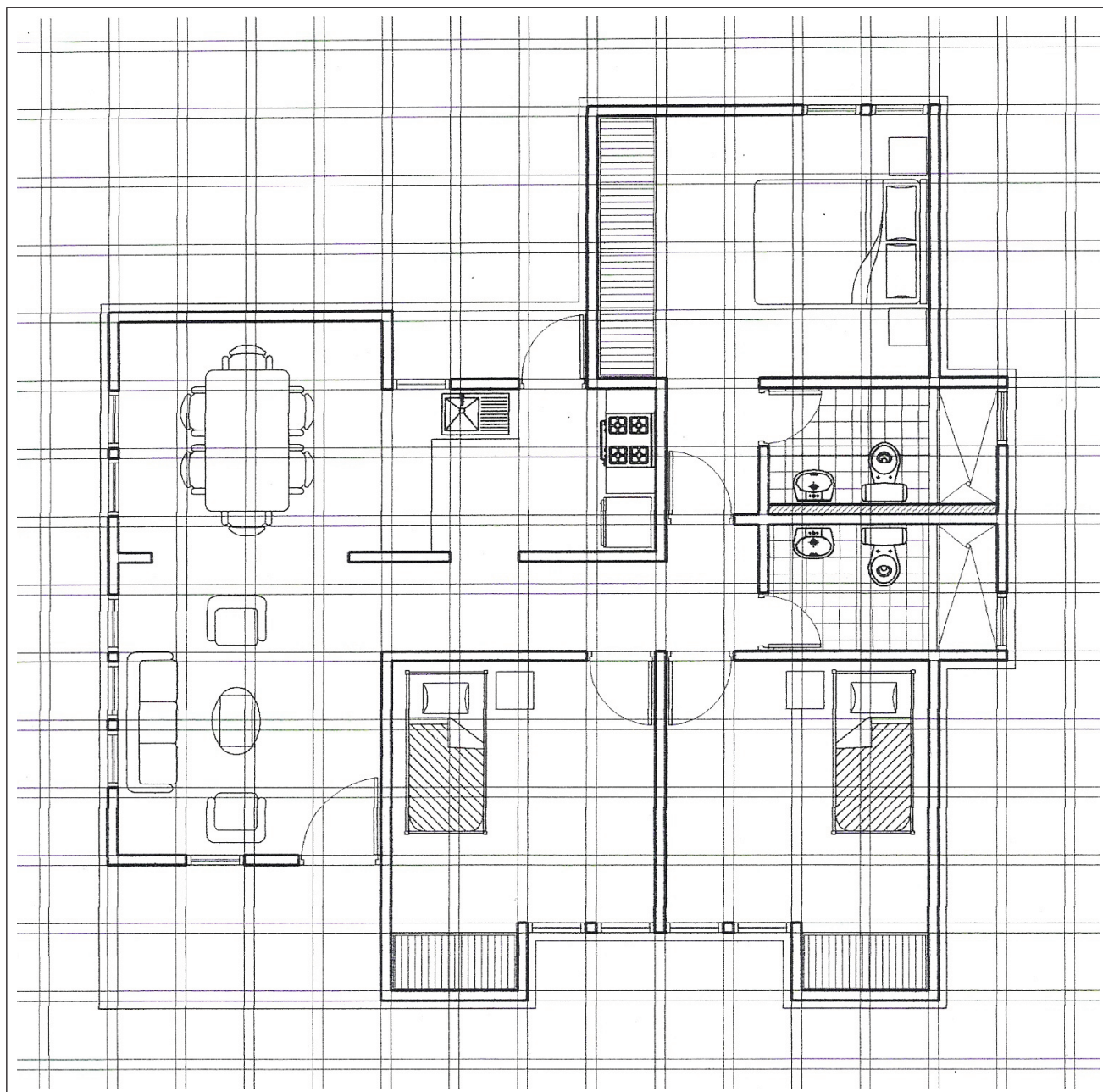


Figura 1. Muestra de la aplicación de la retícula de 0,70 m x 0,70 m / 0,12 m, aplicada al rediseño de distribución en planta realizado al Modelo 1 de CVG Proforca. Fuente: elaboración propia.

pisos, se lograra proyectar diferentes propuestas formales de arquitectura, según fuera el piso bioclimático a ubicar la vivienda.

Otro aspecto analizado, es que CVG Proforca tiene proyectada la posibilidad de redimensionar el tradicionalmente usado pie derecho (stud americano) de 0,10 m x 0,05 m., por un pie derecho o paral de dimensiones 0,09 m x 0,03 m, la cual debe ser calculada y ensayada en los laboratorios especiali-

zados, como puede ser el LNPF-ULA (Figura 2). En los países desarrollados industrialmente, o en vías de desarrollo, caso de Chile, se emplea en la construcción de viviendas con el sistema de entramado de plataforma el stud americano, el cual tiene una dimensión nominal de 2" x 4" (0,10 m x 0,05 m), siendo las dimensiones reales 1,5" x 3,5" (aproximadamente 0,038 m x 0,09 m). Todo ello conlleva a pensar que la propuesta del redimensionamiento

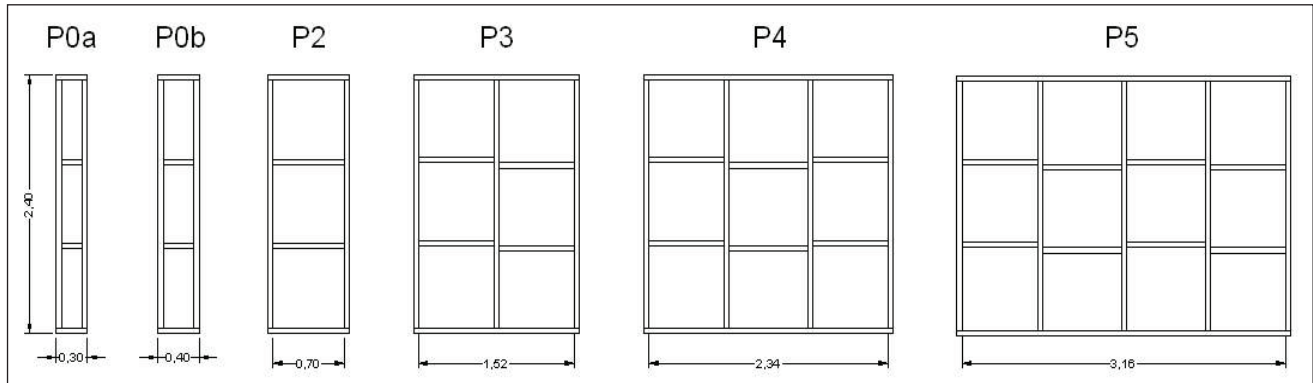


Figura 2. Desarrollo de los seis tipos de paneles a partir de los pies derechos de dimensiones 0,10 m x 0,10 m y proyectadas a 0,09 m x 0,03 m, para facilitar el proceso de modulación y sistematización constructiva de las viviendas rediseñadas. Fuente: elaboración propia.

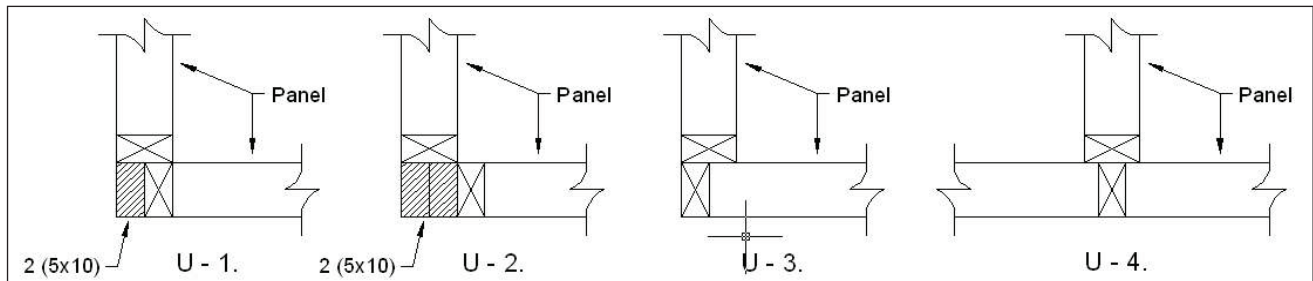


Figura 3. Desarrollo de los detalles de los cuatro tipos de uniones que caracterizan el ensamble de los seis tipos de paneles a partir de los pies derechos de madera de pino caribe, para facilitar el proceso de modulación y sistematización constructiva de las viviendas rediseñadas, siguiendo las recomendaciones de JUNAC (1984). Fuente: elaboración propia.

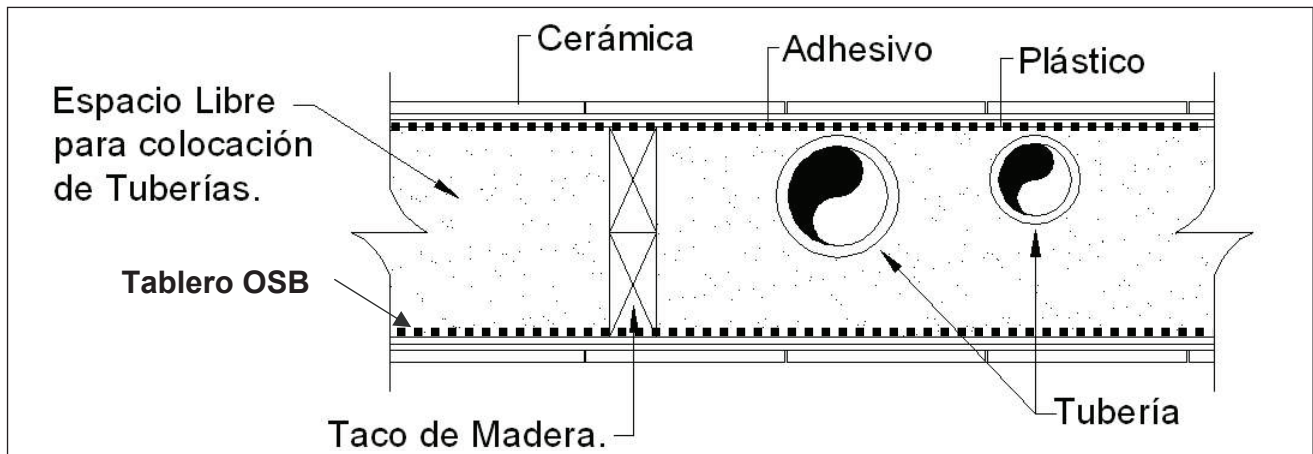


Figura 4. Detalle constructivo de la consideración del panel técnico de las instalaciones de aguas servidas y potables de los baños, cocinas y servicios de las casas con madera. Fuente: elaboración propia.

de los pies derechos, planteada por CVG Proforca, es positiva desde el punto de vista de racionalizar materia prima del pino caribe, una vez establecido el Plan Nacional de construcción de las 50 mil viviendas con madera de CVG Proforca, en convenio con PDVSA.

Lo antes expuesto, es en razón de la ligereza con que se han venido construyendo las viviendas de interés social de construcción tradicional, sin respetar las normas y leyes en el país, especialmente en materia de la forma y calidad constructiva de las edificaciones residenciales de bajo costo. En los

últimos años, han ocurrido casos excepcionales de mala calidad constructiva que han tenido rechazos y protestas realizadas en los medios de comunicación escritos y de radiodifusión, por parte de beneficiados de los programas sociales de viviendas en varias regiones del país, por el hecho de las condiciones de riesgo constructivo que han presentado las viviendas en las estructuras, paredes y techos. Uno de los casos de denuncia analizada es en la tesis doctoral realizada por Dikdan (2005), específicamente en la Urbanización Don Flore en Quibor, estado Lara, donde la mayoría de las casas presentaron grietas generalizadas por la mala calidad del suelo, de la construcción y de los materiales. Y es que las construcciones masivas terminan como productos sin identidad, por ser el resultado de subcontrataciones sucesivas, que diluyen la responsabilidad de los agentes participantes en el proceso en sus diferentes fases.

Otro ejemplo fue presentado recientemente en un canal privado radiotelevisivo, donde uno de los propietarios de viviendas en el Distrito Capital, mostraba el desmoronamiento de los tableros de techos del tipo OSB, a los cuales les habían hecho unas ranuras de disco para simular un machihembrado. Este problema, muy particular, desde el punto de vista técnico pudo haber ocurrido debido al uso de tableros OSB manufacturados con adhesivos de urea formaldehído o metil di-isocianato (MDI), que al estar en plena exposición a la humedad y por mucho tiempo, se delaminan. De ahí que, se coincida con Dikdan (2005), de que toda esta realidad exige una actuación oportuna del Estado Venezolano y del resto de instituciones contralores del erario público, a fin de evitar esos casos, y así poder mejorar la calidad de vida de los habitantes del país, con la ejecución de desarrollos habitacionales que tengan criterios de seguridad, funcionalidad y sostenibilidad en procura de cuidar a los habitantes y al medio ambiente.

Entonces, y conscientes de que el establecer esas nuevas dimensiones a los pies derechos que serán reforzados con el ensamblaje de los tableros estructurales de OSB a ser manufacturados por Pulpaca o Masisa, se deberán reajustar los diagramas de cortes en los aserraderos, fundamentalmente el de CVG Proforca en Chaguaramas, al sur del estado Monagas. Por consiguiente, se recomienda que por los momentos y hasta que no exista un verdadero sistema de certificación normalizado en el país,

que garantice la uniformidad y vigilancia técnica de la calidad constructiva de las viviendas con madera a desarrollar, se mantengan los estándares de dimensiones de los pies derechos de 0,10 m x 0,05 m que se comercializan actualmente.

Considerando lo antes dicho surge como estratégica la recomendación de que, una vez entregadas las viviendas a sus usuarios finales, se deben hacer campañas de sensibilización y capacitación en materia de mantenimiento de las edificaciones con madera, y la entrega de manuales sencillos de mantenimiento.

Aquí entra otro aspecto técnico desde el punto de vista de ingeniería de la tecnología de la madera, como lo es el cálculo estructural. Es conveniente fortalecer la promoción dentro de las Escuelas de Ingeniería Civil de las universidades e institutos de educación superior, la necesidad de formación académica en pregrado y postgrado de los ingenieros civiles en el área de la tecnología y cálculo estructural en madera.

Y es que la dinámica y profundidad del cálculo estructural de cualquier sistema estructural de una edificación, en la actualidad, ha venido resolviéndose a través del uso de herramientas informáticas como los sistemas de modelación de software de elementos finitos, a modo de ejemplo el software CADRE[®]. Éste permite considerar la respuesta de la estructura ante los movimientos telúricos, y muchos aspectos más de la ingeniería y del diseño de estructuras sismorresistentes. Estos software, además de facilitar, agilizar y dar mayor seguridad al proceso de cálculo, siempre y cuando se introduzcan los datos técnicos correctamente, son las herramientas técnicas con las cuales cuentan las nuevas generaciones de ingenieros egresados de las universidades para modelar cualquier estructura diseñada en materiales diversos.

Igualmente en la madera, las exigencias del cálculo se concentran en la determinación precisa de los esfuerzos de diseño de cada una de las especies de maderas o de los productos forestales con calidad estructural que se proyecte a usar en la conformación de los componentes estructurales de la edificación; los coeficientes de seguridad, etcétera. En el caso de software específico para estructuras de madera en iberoamérica, resalta el español denominado Estrumad, el cual tiene una promoción exitosa a través de la Asociación de Técnica de Investigación de las Industrias de la Madera (AITIM).

Cabe destacar que se debe tener especial atención al diseño de uniones para garantizar la seguridad estructural de la edificación, por lo cual se debe seleccionar un software que incluya estas consideraciones.

Por otra parte, el uso de la madera en Venezuela, no ha sido relevante dada la falta de importantes proyectos donde sea protagónica la madera sólida y sus productos forestales. Esto hace que exista poco interés en construir, diseñar y calcular estas estructuras, porque lo que hasta ahora se ha hecho en Venezuela, en este campo, no pasa de ser una arquitectura emblemática con tintes de romanticismo y exclusividad socio económica, particularmente para las personas con mayores ingresos económicos, de consorcios residenciales y hoteleros.

En la actualidad, el pino caribe ha venido ganando su puesto en el mercado nacional, al ser considerado como materia prima para cubrir la demanda de construcción de viviendas y muebles, dado su costo competitivo respecto a las maderas tradicionalmente comercializadas en el país. Y es que desde el punto de vista de los usos estructurales, el pino caribe es una de las especies más estudiadas como madera para la construcción en Venezuela. Muestra de ello, son los ensayos y determinación de los esfuerzos de diseño de vigas a escala real elaboradas con pino caribe, los cuales fueron realizados en el LNPF-ULA a mediados de los años ochenta y que no fueron debidamente divulgados. JUNAC (1982) y Centeno (1983), desarrollan dos tablas que definen los esfuerzos de diseño de todas las maderas de los países andinos, incluyendo el pino caribe, las cuales son una herramienta clave para un proceso de cálculo de estructuras de madera en Venezuela.

3.2 Análisis del proceso de rediseño de los dos prototipos de viviendas desarrollados por CVG Proforca

3.2.1 Estudio del rediseño del prototipo de casa Modelo 1; Vivienda Aislada, tipo rural (86,20 m²)

En este apartado se realiza el estudio sobre el proceso de rediseño en planta del Modelo 1, Vivienda Aislada, tipo rural (86,20 m²), a partir de los principales principios técnicos planteados en el apartado de Materiales y Métodos, sobre el diseño arquitectónico y aspectos tecnológicos-constructivos. Así, respetando la concepción original de las viviendas,

se desarrolla el rediseño de la distribución en planta de cada prototipo.

En la figura 5, se presenta la comparación entre lo original y el rediseño en planta arquitectónica del Modelo 1. Se encontró que la habitacional principal era muy pequeña respecto a los requisitos funcionales exigidos para albergar con comodidad y funcionalidad un juego de muebles de dormitorio matrimonial. Por ello, y con la aplicación de la retícula en planta, se amplían a las dimensiones mínimas de confort especialmente de las tres habitaciones, llegando a alcanzar una superficie de losa corrida de 97,96 m². La diferencia en metros cuadrados es de 11,76 m². Esta cantidad de área, es producto de que el concepto de diseño en planta arquitectónica del Modelo 1, presenta un área de circulación muy amplia para poder ingresar al sector privado de la vivienda, es decir las habitaciones.

Además, la racionalidad del uso de la retícula propuesta de 0,70 m x 0,70 m /0,12 m, aplicada a este diseño en particular, hace que aumente el área de construcción en procura de un mayor confort para sus habitantes. Por otro lado, esta cantidad de área puede ser disminuida al hacer uso de una retícula con módulo menor, ejemplo la de 0,60 m x 0,60 m /0,12 m por ser más compatible con la concepción de un *sistema constructivo abierto*.

Respecto al número de paneles estructurales, con el rediseño, se logra disminuir el número de tableros respecto a la cantidad de paneles definidos en la propuesta original.

Aquí se presenta la disyuntiva de cómo de hacer rentable la construcción con madera. En tal sentido, teóricamente los costos de este tipo de construcción planteada con madera de pino caribe son más económicos que lo que se ha venido construyendo en el territorio nacional respecto a los sistemas constructivos tradicionales. Esta realidad es opuesta en la actualidad, dada las deficiencias técnico-productivas que tiene el sector forestal para suplir la demanda de productos forestales a partir de pino caribe, altos costos de transporte, déficit de mano de obra calificada, entre otras, hace que el costo por metro cuadrado de construcción con madera se eleve considerablemente, y que las viviendas no sean competitivas respecto a las construidas con los sistemas tradicionales. Por el contrario, los países que tienen establecida la cultura de construcción con madera, donde más del 90 % de las viviendas son construidas con madera,

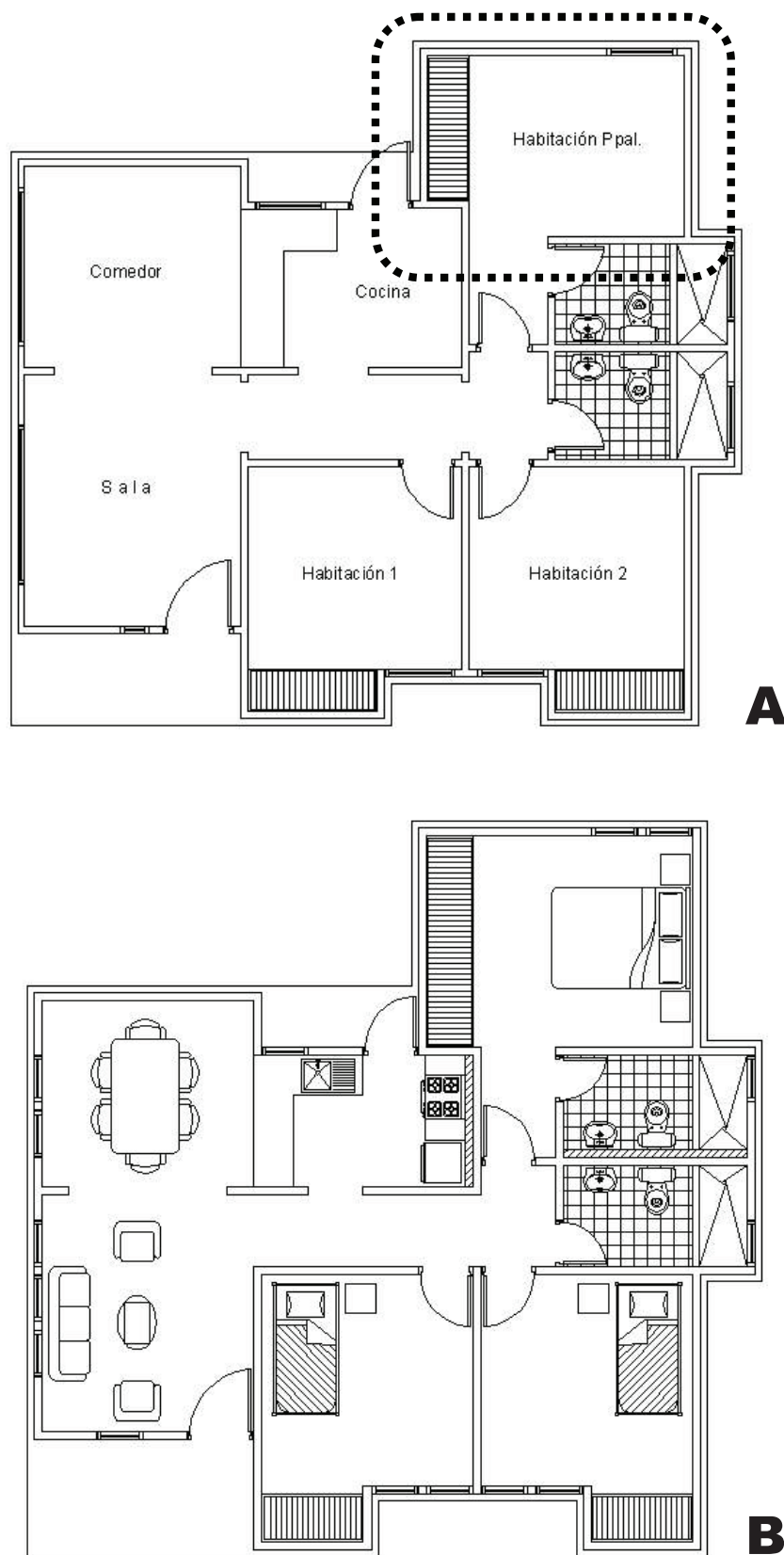


Figura 5. (A) Planta original del Modelo 1 Vivienda Aislada tipo rural (86,20 m²) de CVG Proforca. (B) Planta rediseñada por los autores.

éstos poseen: tradición en la construcción de edificaciones, mobiliario y objetos diversos; las condiciones de cobertura de la demanda de madera sólida; tecnologías avanzadas; legislaciones; profesionales y técnicos capacitados; además, de una industria consolidada de accesorios y herrajes para la construcción con madera.

Esto cambiaría si se logra solventar la capacitación de profesionales y técnicos aunado a la mejora de la producción de componentes estandarizados en madera, y al estar trabajando con materia prima económica, como lo es la madera de pino caribe aplicada a un sistema prefabricado modificado de entramado de plataforma. Siendo este un sistema

constructivo racional se puede lograr la disminución de los tiempos y costos de producción y ensamblaje, y si a esto se agrega la participación de mano de obra, por medio de Empresas Populares Sociales, el Estado puede permitirse aumentar el área de construcción de las viviendas sociales para lograr un mayor confort de sus habitantes, como alternativa viable frente a las viviendas de construcción tradicional.

La figura 6, expone una visión limpia del uso y proceso de modulación que proporcionan los siete tipos de paneles, sobre la retícula de diseño planteada. Esto es en razón de que el tablero P0 se dividió en P0a y P0b. Paralelamente, el cuadro 1

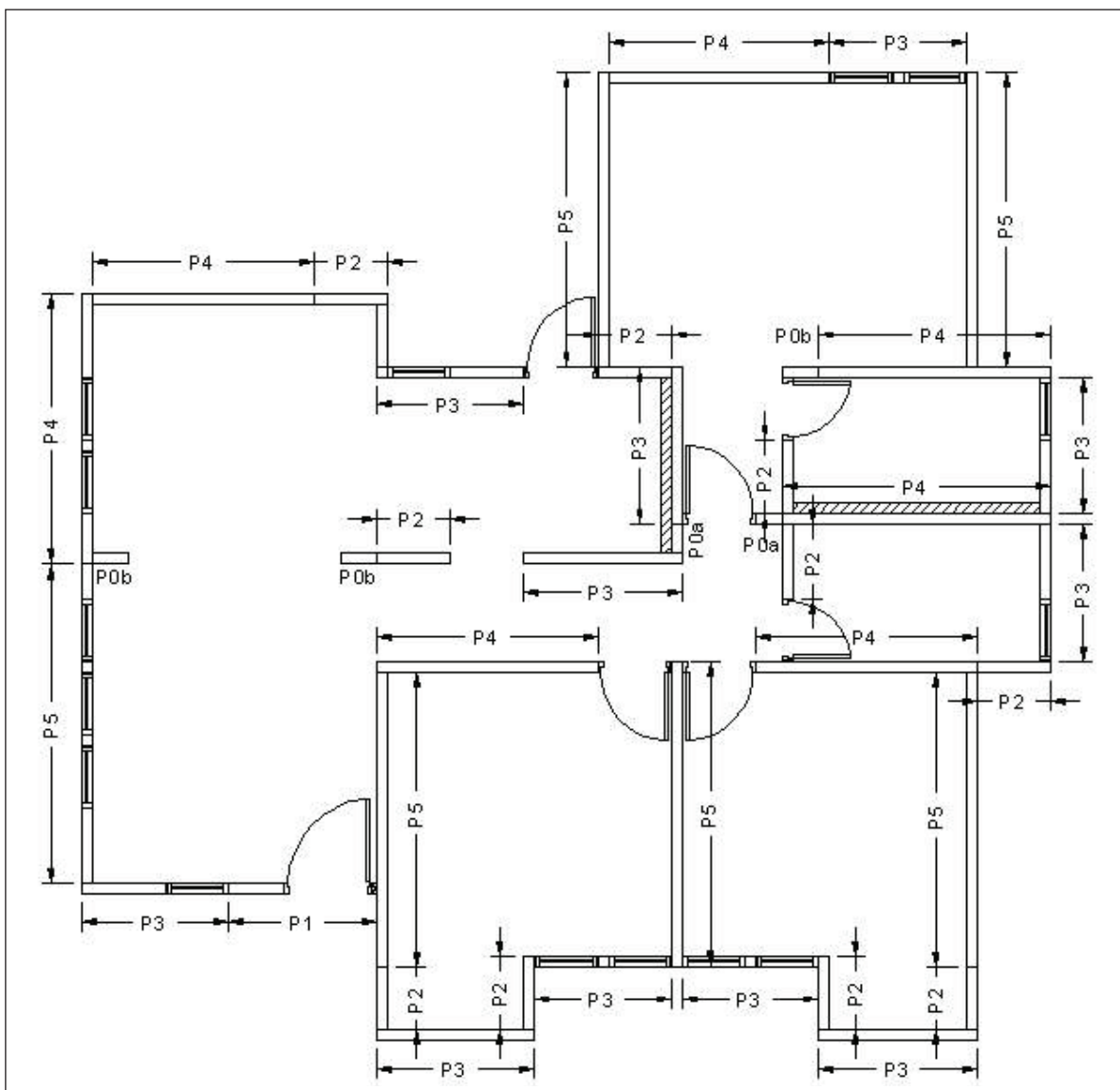


Figura 6. Planta rediseñada del Modelo 1, con la distribución de paneles realizados por los autores.

Cuadro 1. Descripción de la cantidad de metros cúbicos de madera de pino caribe del Modelo 1 rediseñado con medidas de pies derechos de 0,10 m x 0,05 m y 0,09 m x 0,03 m, realizado por los autores.

Paneles	m ³	Nº Paneles	m ³	m ³	Nº Paneles	m ³	
P0a	0,028	2	0,056	0,014	2	0,028	
P0b	0,003	3	0,009	0,015	3	0,045	
P1	0,015	1	0,015	0,0084	1	0,0084	
P2	0,038	10	0,038	0,019	10	0,019	
P3	0,064	11	0,70	0,033	11	0,36	
P4	0,091	7	0,63	0,036	7	0,25	
P5	0,118	6	0,70	0,063	6	0,37	
Total m ³ de madera en paneles de 10 x 5 cm			2,148	Total m ³ de madera en paneles de 9 x 3 cm			1,0784

expone la descripción detallada de la cantidad de metros cúbicos de madera de pino caribe del Modelo 1 rediseñado con medidas de pies derechos de 0,10 m x 0,05 m, con un total requerido de 2,148 m³ de madera aserrada, y para los pies derechos con dimensiones 0,09 m x 0,03 m, un total de 1,0784 m³ de madera, teniendo una diferencia significativa entre ambos de 1,0696 m³. La aplicación de la alternativa de disminuir la sección del pie derecho, no puede ser empleada hasta que se realicen los ensayos de resistencia a los tableros estructurales para comprobar el cumplimiento con la normativa de seguridad y resistencia estructural.

3.2.2 Estudio del rediseño del prototipo de casa Modelo 2; Vivienda Aislada, tipo rural (148,00 m²) de CVG Proforca

Se hace un estudio similar a lo expuesto en el punto 1.1., sobre el proceso de rediseño del Modelo 2, Vivienda Aislada tipo rural (148,00 m²) desarrollada por la Gerencia Proyecto Vivienda Madera CVG Proforca (Figura 7).



Figura 7. Vistas del Modelo 2 Vivienda Aislada tipo rural (148,00 m²) de CVG Proforca.

La figura 8, presenta la comparación entre lo original y el rediseño en planta arquitectónica del Modelo 2. El equipo de trabajo al evaluar el diseño del Modelo 2, encontró grandes problemas de diseño en distribución, caracterización y funcionalidad de los espacios. Se rediseñó el espacio de trabajo de campo cerca de la zona de servicios, así como el espacio central que tiene la función integradora entre la zona social y la zona privada de la vivienda. El rediseño, no cambia la esencia de diseño original, sólo la mejora en su función. Se aumentaron las dimensiones de todas las habitaciones de la vivienda para así poder alcanzar las dimensiones mínimas de confort de éstas. Con ello se llegó a alcanzar una superficie de losa corrida de 132,30 m². La diferencia en metros cuadrados es de 15,70 m², lo cual permite alcanzar una planta con diseño arquitectónico más funcional y racional.

La figura 9, proyecta al igual que la figura 6 del Modelo 1, una visión limpia del uso y proceso de modulación que proporcionan los seis tipos de paneles sobre la retícula de diseño planteada.

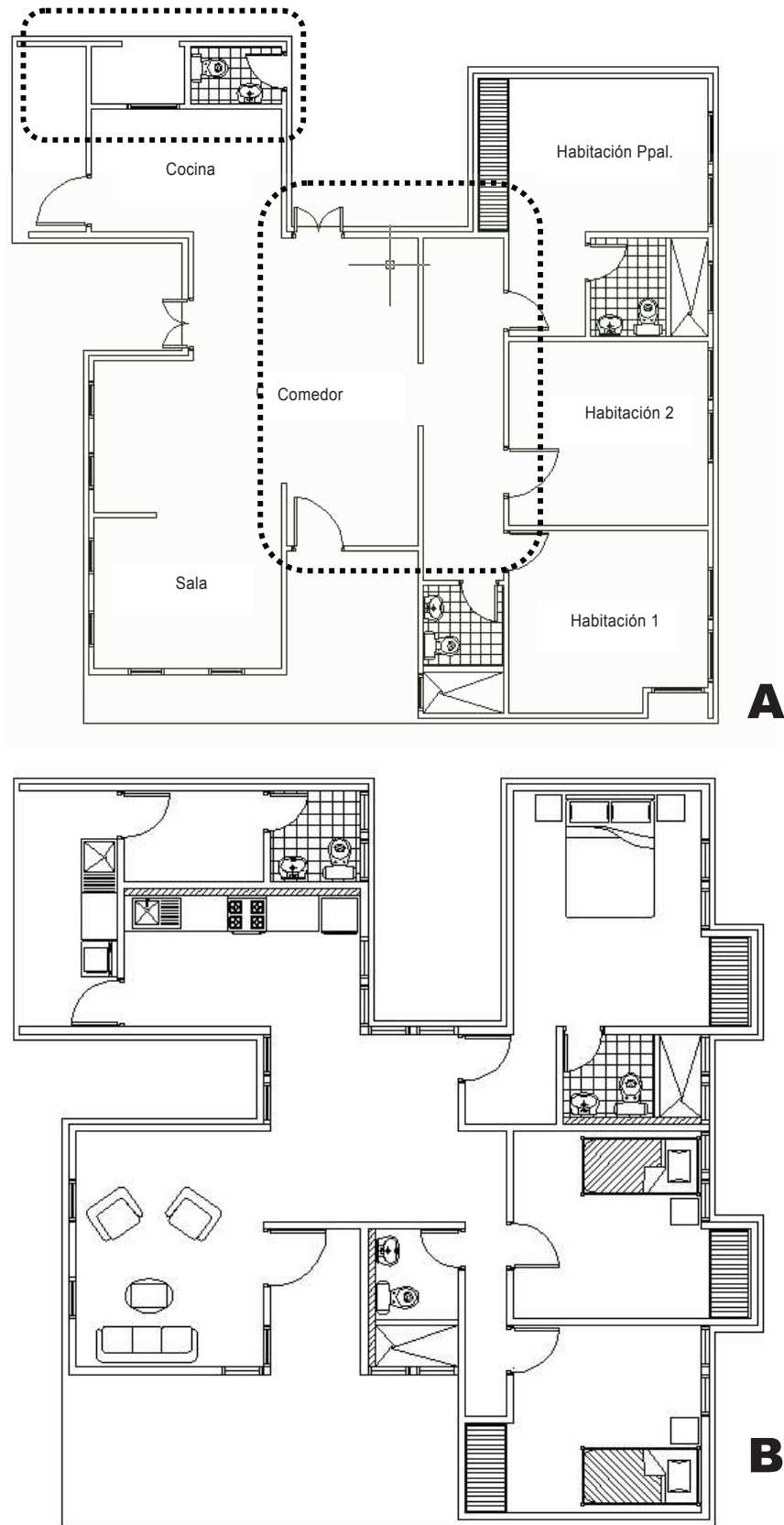


Figura 8. (A) Planta original del Modelo 2 Vivienda Aislada tipo rural (148,0 m²) de CVG Proforca. (B) Planta rediseñada con 132,30 m² de área construida, definida por los autores.

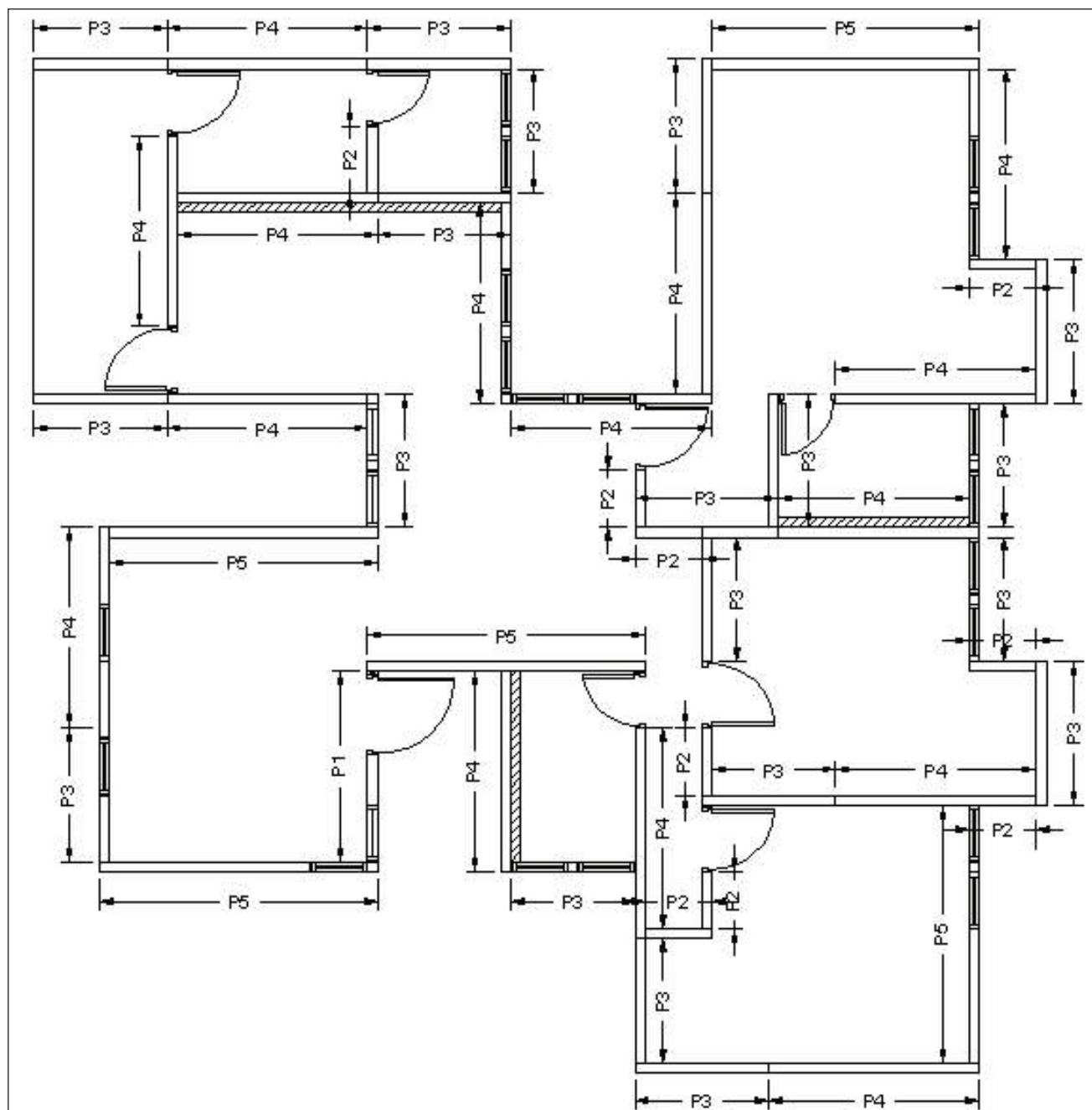


Figura 9. Planta rediseñada del Modelo 2, con la distribución de paneles realizados por los autores.

Respecto al número de paneles estructurales, con el rediseño, de forma similar al modelo 1, se logra disminuir el número de tableros respecto a la cantidad de paneles definidos en la propuesta original. El cuadro 2 expone la descripción detallada de la cantidad de metros cúbicos de madera de pino caribe del Modelo 2 rediseñado con medidas de pies

derechos de 0,10 m x 0,05 m, con un total requerido de 3,235 m³ de madera aserrada, y para los pies derechos con dimensiones 0,09 m x 0,03 m, un total de 1,688 m³ de madera, teniendo una diferencia significativa entre ambos de 1,547 m³. Con esta cifra, se logra alcanzar una excelente racionalización del material madera.

Cuadro 2. Descripción de la cantidad de metros cúbicos de madera de pino caribe del Modelo 2 rediseñado con medidas de pies derechos de 0,10 m x 0,05 m y 0,09 x 0,03 m, realizado por los autores.

Paneles	m ³	Nº Paneles	m ³	m ³	Nº Paneles	m ³	
P0a	0,028	-	-	0,014	-	-	
P0b	0,003	-	-	0,015	-	-	
P1	0,015	1	0,015	0,0084	1	0,0084	
P2	0,038	9	0,034	0,019	9	0,017	
P3	0,064	19	1,21	0,033	19	0,62	
P4	0,091	15	1,37	0,036	15	0,54	
P5	0,118	5	0,59	0,063	5	0,32	
Total m ³ de madera en paneles de 10 x 5 cm			3,235	Total m ³ de madera en paneles de 9 x 3 cm			1,688

4. Conclusiones y recomendaciones

En el presente trabajo se logró definir de forma práctica, la evaluación y rediseño arquitectónico considerando sólo la distribución en planta, en función del uso de la tecnología de la madera en dos prototipos de viviendas desarrollados por la Gerencia de Proyecto Vivienda Madera CVG Proforca.

Una vez evaluados los diseños, y a partir de la limitada información proporcionada por la empresa, se encontró desde el punto de vista arquitectónico que superan los estándares de estética de muchos de los diseños de viviendas de bajo costo realizados en el país. Aunque, en los dos modelos se observa que existe mucha área de circulación por el diseño longitudinal de las plantas arquitectónicas; se apreciaron deficiencias en la caracterización de espacios, habitaciones más pequeñas que los mínimos recomendados, juegos de techos con pendientes invertidas, no se consideró en los diseños, la incorporación de elementos de protección solar y seguridad física a las ventanas de vidrio, etcétera.

Desde el punto de vista de la tecnología de la madera, los diseños analizados, presentan errores fundamentales que los hacen, no modulares y por ende, aumentarán costos, dificultarán los procesos de manufactura y montaje de todos los componentes del sistema constructivo entramado de plataforma, que presenta notables variantes del original.

Se hizo propuestas de rediseño de dos prototipos utilizando, para este caso particular, un sis-

tema modular a partir de una retícula de diseño arquitectónico de 0,70 m x 0,70/0,12 m, con el fin de disminuir el número de paneles de cerramientos que permitan ser utilizados indiferentemente en cualquiera de las viviendas evaluadas. Con ello, no se pretende ampliar su uso al resto de proyectos de viviendas de CVG Proforca, sino que se proyectó el poder lograr unificar el proceso de diseño en distribución en planta, racionalización constructiva y facilidad de montaje en los detalles de las uniones entre paneles de los dos proyectos analizados.

No se plantean alternativas de propuestas de nuevos techos, ya que esa labor debe ser elaborada por los arquitectos de la Gerencia. Se recomienda que los mismos sean diseñados según los parámetros técnicos de cambiar el sentido de las pendientes de los techos hacia el exterior de la vivienda, para proteger por diseño la madera del exceso de humedad que genera las condiciones apropiadas para la proliferación de los agentes xilófagos que pondrían en riesgo la estructura de la edificación, además de propiciar la dilatación y contracción de los elementos constructivos de cerramientos.

5. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la oportunidad que ha permitido desarrollar el presente trabajo, al Ing. MSc. Ricaute Leonett, Presidente de CVG Proforca; Ing. MSc. Darío Garay Jerez, Decano de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. A los árbitros por sus excelentes correcciones y aportes técnicos que han hecho mejor el presente trabajo.

6. Referencias bibliográficas

- AFCCM, 2008. Asociación de Fabricantes y Constructores de Casas de Madera. En línea: <http://www.casasdemadera.org> [Consultado: 13/07/2008].
- ARASME, B. 2009. Hacia la construcción de viviendas dignas para los venezolanos. En línea: <http://alopresidente.gob.ve/reportajes/gobierno-bolivariano-construye-viviendas-digna-para-los-venezolanos.html> [Consultado: 11/01/ 2009].
- CONTRERAS, W., M. OWEN DE CONTRERAS y Y. CONTRERAS. 2003. *Sistema Constructivo con Madera Uverito*. Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico CDCHT-ULA. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado CEFAP-ULA. Taller de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 120 p.
- CONTRERAS, W., W. VALERO, EDWARD THOMSON, M. OWEN DE C. y E. BARRIOS. 2007. Determinación de los esfuerzos de diseño de vigas laminadas de pino caribe (*Pinus caribaea var. hondurensis*), encoladas con adhesivo de isocianato (MDI). *Revista Maderas. Ciencia y Tecnología* 9(3): 2007.
- 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. 635 p.
- CONTRERAS, W. 2002. *Tres prototipos de viviendas de bajo costo con madera y acero para el medio rural venezolano*. UFORGA-ULA y Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado CEFAP-ULA. Taller de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 143 p.
- CONTRERAS, W. y M. OWEN DE CONTRERAS. 1997. Elaboración de un elemento laminado, tipo Parallam, con tiras de Caña brava (*Gynerium sagittatum*), y adhesivo fenol-formaldehído. *Revista Forestal Venezolana* 41(1): 29-36.
- CVG PROFORCA. 2004. Proyectos. En línea: <http://www.cvgproforca.com/htmls/proyectos.php> [Consultado: 15/11/2008].
- CVG PROFORCA. 2008. Notas informativas En línea: http://www.cvgproforca.com/htmls/notas_detalle.php?id=49 [Consultado: 20/11/ 2008].
- CVG PROFORCA. 2009. Gerencia Proyecto Vivienda En línea: http://www.cvgproforca.com/htmls/desarrollo_endogeno.php_13k [Consultado: 15/01/ 2009].
- CVG. 2009. Corporación Venezolana de Guayana. En línea: http://www.cvg.com/espanol/portal_eps/inex.php [Consultado: 18/01/ 2009].
- DATANALISIS. 2008. El déficit habitacional en Venezuela. En: <http://www.datanalisis.org> [Consultado: 10/01/2009].
- DIKDAN, M. 2005. *Propuesta de la mejora de la vivienda popular. Barquisimeto-Cabudare. Estado Lara (Venezuela)*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada, España. 364 p.
- JUNAC. 1982. *Manual de diseño y normas para ensayos de madera*. Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC). Lima, Perú. 145 p.
- JUNAC. 1984. *Manual de diseño y construcción de madera*. Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC). Lima, Perú. 195 p.
- NORMACHILENANCHI198.1989. *Madera. Construcciones en Madera*. Instituto Nacional de Normalización. Santiago de Chile. Chile. 45 p.
- PABÓN Y., W. CONTRERAS y P. NININ. 2007. *Visita Gerencia Proyecto Vivienda con Madera CVG Proforca*. Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 26 p.