

# EL ACV-COCLOWEN, UNA HERRAMIENTA PARA CUANTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES CON MADERA

ERIC BARRIOS PÉREZ<sup>1</sup>,  
WILVER CONTRERAS MIRANDA<sup>2</sup>  
Y MILENA SOSA GRIFFIN<sup>3</sup>

THE ACV-COCLOWEN: A TOOL TO MEASURE THE ENVIRONMENTAL IMPACT  
OF WOOD FRAME CONSTRUCTION FOR MULTI-FAMILY HOUSING

RECIBIDO: 29-03-12  
ACEPTADO: 17-09-12

- 1 Universidad Nacional Experimental de Guayana, Centro Biotecnológico de Guayana, Upata, Estado Bolívar. E-mail: ericbarrios@hotmail.com
- 2 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: wilvercontrerasmiranda@yahoo.es
- 3 Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Caracas, Venezuela. E-mail: pimifaster@gmail.com

## RESUMEN

En Venezuela actualmente la necesidad de vivienda es prioritaria y cualquier construcción que se realice debe procurar cumplir con estándares de calidad, respeto y armonía con el medio ambiente, entre otras, reducir los impactos ambientales de las emisiones contaminantes y de efecto invernadero. Para poder cuantificar estos impactos se han desarrollado muchas metodologías, entre las que se encuentra el análisis de ciclo de vida, específicamente diseñada para determinar los niveles de sostenibilidad de los productos industriales. El ACV-Coclowen, es una herramienta metodológica creada para la realidad latinoamericana en el campo del diseño industrial y proyectado al sector de la construcción de edificaciones sostenibles. Ésta permite cuantificar, evaluar y desarrollar proyectos habitacionales acorde con las nuevas exigencias mundiales, identificando qué etapas de todo el sistema producto son las más impactantes y las que deben ser corregidas para garantizar que el producto obtenido sea del menor impacto ambiental. De ahí, que este trabajo realiza en la fase de proyecto arquitectónico la aplicación del ACV-Coclowen simplificado preliminar y complejo que permitió alcanzar la mejor selección de cuatro alternativas (A1,A2, A3,A4) de un sistema estructural para edificaciones de viviendas multifamiliares, haciendo uso de madera

## SUMMARY

Currently in Venezuela, the need for housing is a priority and type of construction envisaged must endeavour to fulfill quality standards and to keeping with the natural environment; among other things, it should reduce the environmental impacts from greenhouse gas emissions. Various methodologies have been developed, in order to measure these impacts, such as the life cycle analysis, specifically designed to determine the sustainability levels of industrial products. The ACV-COCLOWEN is a methodological tool created for the Latin American context of the industrial design field also extended to the sustainability housing construction. This tools allows to measure, evaluate and develop housing projects in line modern world requirements; identifying which steps of all product system are the most important and those which must be corrected to guarantee that the product obtained would cause the least environmental impact. Hence, this work applies at the architectural phase, the shortened ACV-COCLOWEN, preliminar and complex that helped to achieve the best selection of four alternatives (A1, A2, A3, A4) from a structural system for multi-family housing, using laminated glued wood of caribbean pine (*Pinus caribaea var hondurensis*). Results showed that the alternative A2 was that of best sustainable design in the

laminada encolada de pino caribe (*Pinus caribaea* var *hondurensis*). Los resultados arrojaron que la alternativa A2 fue la que constituyó el mejor diseño sostenible en el contexto constructivo venezolano; encontrando que las etapas más impactantes fueron la del transporte y la instalación o montaje de la vivienda, debido principalmente a que la maquinaria y equipos utilizados en la actualidad están muy obsoletos. Este último aspecto técnico mejoraría con la puesta en funcionamiento de los nuevos aserraderos para el procesamiento del pino caribe que tiene planteado el Gobierno Nacional en el complejo industrial aserradero de Chaguaramas, al sur del estado Monagas.

**Palabras clave:** ACV-Coclowen, impacto ambiental, niveles de sostenibilidad, madera, diseño arquitectónico, pino Caribe.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchos de los consumidores, especialmente norteamericanos y europeos, están exigiendo que los productos que compran sean de bajo impacto ambiental, incluso, las viviendas y demás bienes de consumo. A las naciones del mundo, lideradas por los países desarrollados industrialmente, fundamentalmente los de la Comunidad de Estados Europeas (CEE), les interesa que los productos que se fabriquen dentro de su territorio sean elaborados con los estándares ecológicos de respeto y armonía medioambiental, transformándolos en líderes de la sostenibilidad, estadísticas favorables ante los entes internacionales y demostración del compromiso ante el mundo globalizado de la preservación del planeta con acciones y estrategias en procura de disminuir el consumo de materias primas naturales, racionalizar procesos y emitir cada vez menos dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y demás gases de efecto invernadero, entre otros. Pero, *¿cómo se logra demostrar esto?* Una de las alternativas es por medio de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV), y para ello se han desarrollado distintas metodologías que han venido evolucionando, según Hunt y Franklin (1996), desde el año 1969 con los trabajos iniciales de Harry E. Teasley realizados a la empresa Coca Cola, hasta

Venezuelan construction context; identifying transportation and installation as the most demanding steps due mainly to the use of very obsolete machinery and equipment. This inadequate technical aspect would improve with the opening of new sawmills to process caribbean pine under consideration by the National Government at the Chaguaramas industrial complex sawmill, located to the South of the Monagas State.

**Key words:** ACV-COCLOWEN, environmental impact, sustainability impact, wood, architectural design, caribbean pine.

que en el año 1997, se publican las primeras series de normas ISO 14040. Ello dio basamento conceptual y pragmático a la generación de una gran cantidad de propuestas, como el método del Ecoindicador 99, Ecopoints, EPS, EDIT/UMIP (Antón, 2004); varios software como GaBi, EcoScan, PEMS, SimaPro, MIET, TEAM (Contreras y Cloquell, 2006); además, del método ACV denominado Coclowen (Contreras *et al.*, 2007a), entre otros. Éste es de reciente creación y está de acuerdo a la serie de normas ISO 14040, la cual, se fundamenta en la Teoría de las Seis Dimensiones de Gómez-Senent (1997; 2002). Su importancia principal radica en el hecho de que es una técnica con una base de datos que se constituye y se adapta a la realidad venezolana y latinoamericana que la hace una herramienta adecuada para cuantificar y valorar el nivel de sostenibilidad de un producto de una manera confiable, rápida y económica, la cual es la base fundamental para el desarrollo y determinación del Diseño Ambientalmente Integrado (dAI).

Esta herramienta metodológica ha sido aplicada de manera exitosa, en el entorno de la industria mecánica forestal de tableros aglomerados de partículas, puertas y elementos estructurales de madera laminada encolada tal como lo reportan los trabajos de Owen de C. (1996); Contreras y Cloquell (2006); Contreras *et al.* (2007a;

2007b; 2008; 2009). Esta herramienta puede ser aplicada a la industria de la construcción con madera o a cualquier otro tipo de industria, dando una medida referencial para poder determinar donde se están generando niveles de sostenibilidad o impactos ambientales, sociales y económicos y así poder tomar medidas correctivas pertinentes, con visión prospectiva.

Este método se puede emplear en dos niveles, siendo de menor a mayor dificultad, el método *ACV-Coclowen simplificado preliminar* y *ACV-Coclowen complejo*. El primero, se usa para el cribado de alternativas en un proceso de diseño industrial, arquitectónico o de ingeniería, haciendo una aproximación a la Puntuación Única del Sistema Producto de una manera más simplificada, pero con alto nivel de análisis técnico, siendo la principal ventaja el dar una respuesta más inmediata en el proceso de diseño y de manufacturas industriales. El segundo, permite cuantificar el ACV a partir de mediciones, toma de datos en campo y de correlaciones, exigiendo el trabajo multidisciplinario de especialistas en el área tratada. Si por alguna circunstancia es necesario aumentar la confiabilidad se realiza el segundo método.

Ahora, es necesario tomar en cuenta el artículo de Barrios *et al.* (2007), sobre el Análisis del Ciclo de Vida tanto de un producto aserrado como de un producto laminado y el trabajo de Barrios *et al.* (2006) que trata sobre las numerosas ventajas que tiene la madera en la construcción de viviendas. Todo este compendio técnico inicial, servirá de base para el desarrollo del ACV en la construcción de viviendas multifamiliares de baja altura para el medio venezolano, caso específico en el oriente del país. Este ACV va a permitir tener una aproximación tanto de los aspectos ambientales como de otros probables impactos, sociales y económicos, entre otros, permitiendo ofrecer a los industriales un método útil previo a la construcción para identificar, lo más objetivamente, posibles fallas en el

proceso productivo, y así poder hacer las mejoras y las correcciones respectivas, pudiendo obtener así, un producto (viviendas multifamiliares) con los menores impactos. Estos proyectos sostenibles, entre múltiples beneficios ambientales, sociales, económicos, proyectaría a Venezuela al ingreso del mercado internacional de bonos de carbono por el establecimiento de un programa masivo de construcción sostenible.

Capuz (2002), Vivancos (2004), Contreras y Cloquell (2006) y Cloquell *et al.* (2007), exponen que existen múltiples programas para llevar a cabo estudios de ACV, en su mayoría son desarrollados en los países industrializados y que se alejan de las realidades sociales, políticas, económicas e industriales del contexto latinoamericanos, por lo que este estudio contribuiría a ampliar el abanico de opciones para que los industriales lleven a cabo sus estudios de ACV, utilizando un método analítico enfocado en los productos forestales, estando especialmente diseñado para Venezuela, dando la opción de poder crear o adaptar las bases de datos de los software importados con éstos, evitando así los posibles sesgos en los resultados, producto de usar bases descontextualizadas.

Por consiguiente, este trabajo realiza la aplicación del método *ACV-Coclowen simplificado preliminar* en la fase de proyecto arquitectónico, el cual permitió alcanzar la mejor selección de cuatro alternativas (A1, A2, A3, A4) de un sistema estructural para edificaciones de viviendas multifamiliares, haciendo uso de madera sólida y productos forestales derivados, como la laminada encolada de pino caribe (*Pinus caribaea* var *hondurensis*). De igual forma, se aplica el *ACV-Coclowen complejo* a la Alternativa A2, que resulto ser la mejor, permitiendo visualizar de manera prospectiva, los principales impactos y las consideraciones de toma de decisión para lograr una edificación más sostenible en el contexto realístico de la industria forestal y de la construcción venezolana.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinan cada uno de los más importantes impactos ambientales a partir del empleo del método Análisis del Ciclo de Vida denominado *ACV-Coclowen preliminar simplificado* y el *ACV-Colowen complejo* diseñado por Contreras *et al.* (2007a), para la selección de la mejor alternativa de un sistema estructural para edificaciones de viviendas multifamiliares, haciendo uso de madera sólida y productos forestales derivados, como la laminada encolada de pino caribe (*Pinus caribaea* var *hondurensis*). Para esto se desarrolla un proyecto fundamentado en los principios del Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) para una comunidad específica en la ciudad de Puerto Ordaz en el Estado Bolívar, Venezuela, resaltándose que se centró en proponer el uso de la madera de pino caribe como principal partícipe en el desarrollo del mismo junto con los materiales tradicionales en una menor escala. Trabajo que es de especial importancia, tanto el Gobierno Nacional como la industria forestal y de la construcción en general, para tomen como ejemplo que la instrumentación de este tipo de metodologías ayudan a proyectar políticas, planes y programas acorde a la realidad venezolana, permitiendo hacer frente de manera planificada a la escasez de viviendas que actualmente aqueja a las miles de familias venezolanas de menores recursos económicos.

El proceso metodológico del dAI, en el caso específico de diseño de sistemas estructurales con madera sólida y productos forestales derivados para edificaciones multifamiliares sociales de cuatro pisos de altura, contempla en la etapa de cribado de 9 alternativas, llegando finalmente a seleccionar cuatro, identificadas como A1, A2, A3 y A4. A cada alternativa se le realizó el análisis de ciclo de vida según el método *ACV-Coclowen preliminar simplificado*, para determinar cuál de la alternativa propuesta es la más adecuada según los requerimientos de diseño ambiental, tecnológico, económico y social.

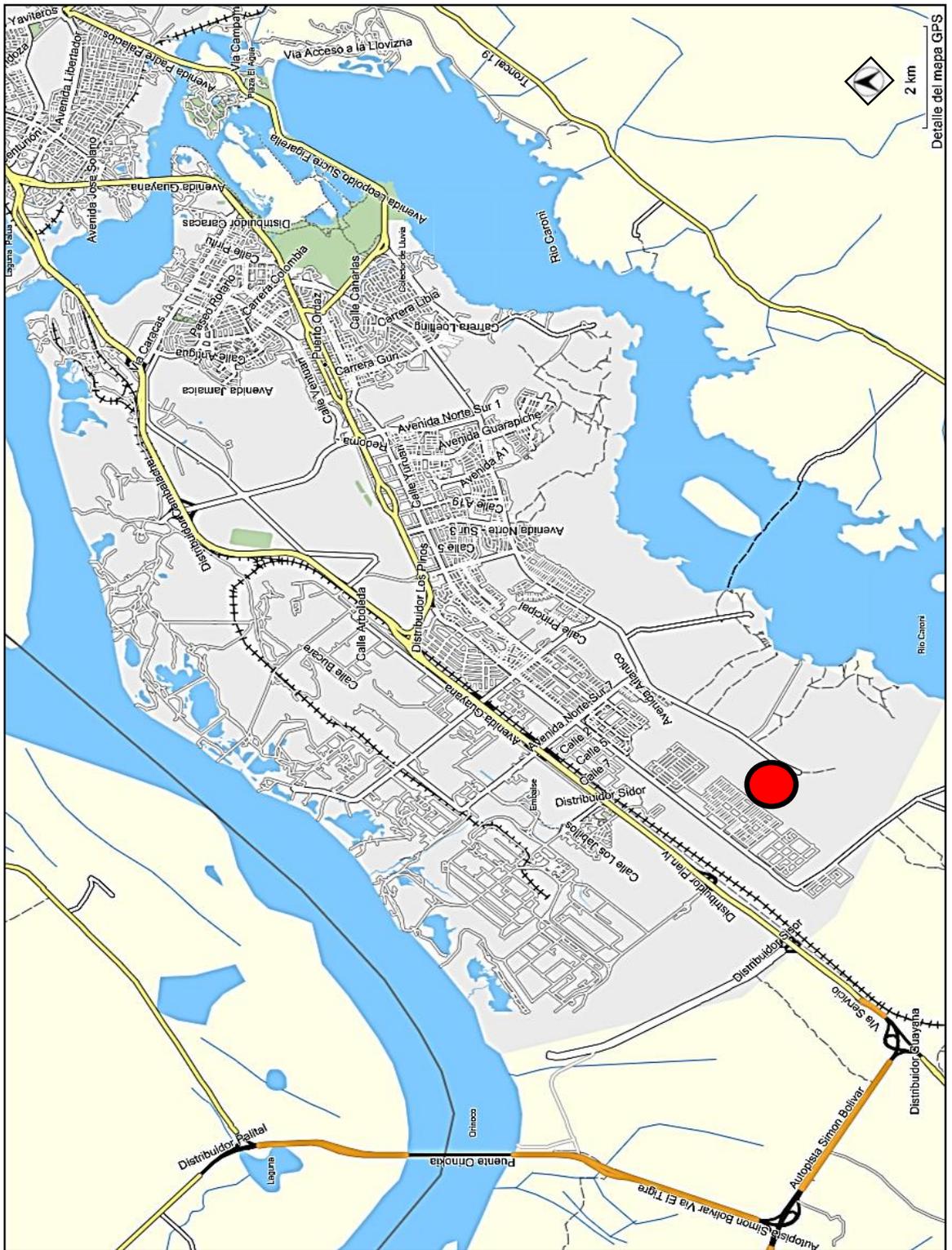
A la alternativa que cumplía con los mejores criterios de sostenibilidad, identificada como A2, se le realizó el ACV según el método de Análisis de Ciclo de Vida *ACV-Coclowen complejo*, para determinar la valoración de los impactos totales del sistema producto.

El proyecto de dAI logra desarrollar la acción comunitaria y validación social con una comunidad de la ciudad de Puerto Ordaz, Estado Bolívar, caso específico de la Organización Comunitaria de Vivienda (OCV) Gran Oasis. La misma estaba constituida, para el momento de elaboración del proyecto por 26 socios. La organización se constituyó para urbanizar un terreno ubicado en la UD-339 de Matanza Sur denominado "*Rocios del Caroní*", sector oeste de la ciudad, adyacente a la Av. Atlántico, la cual está identificada como M-36 y consta de una superficie de 5.186 m<sup>2</sup> (Figuras 1, 2, 3).

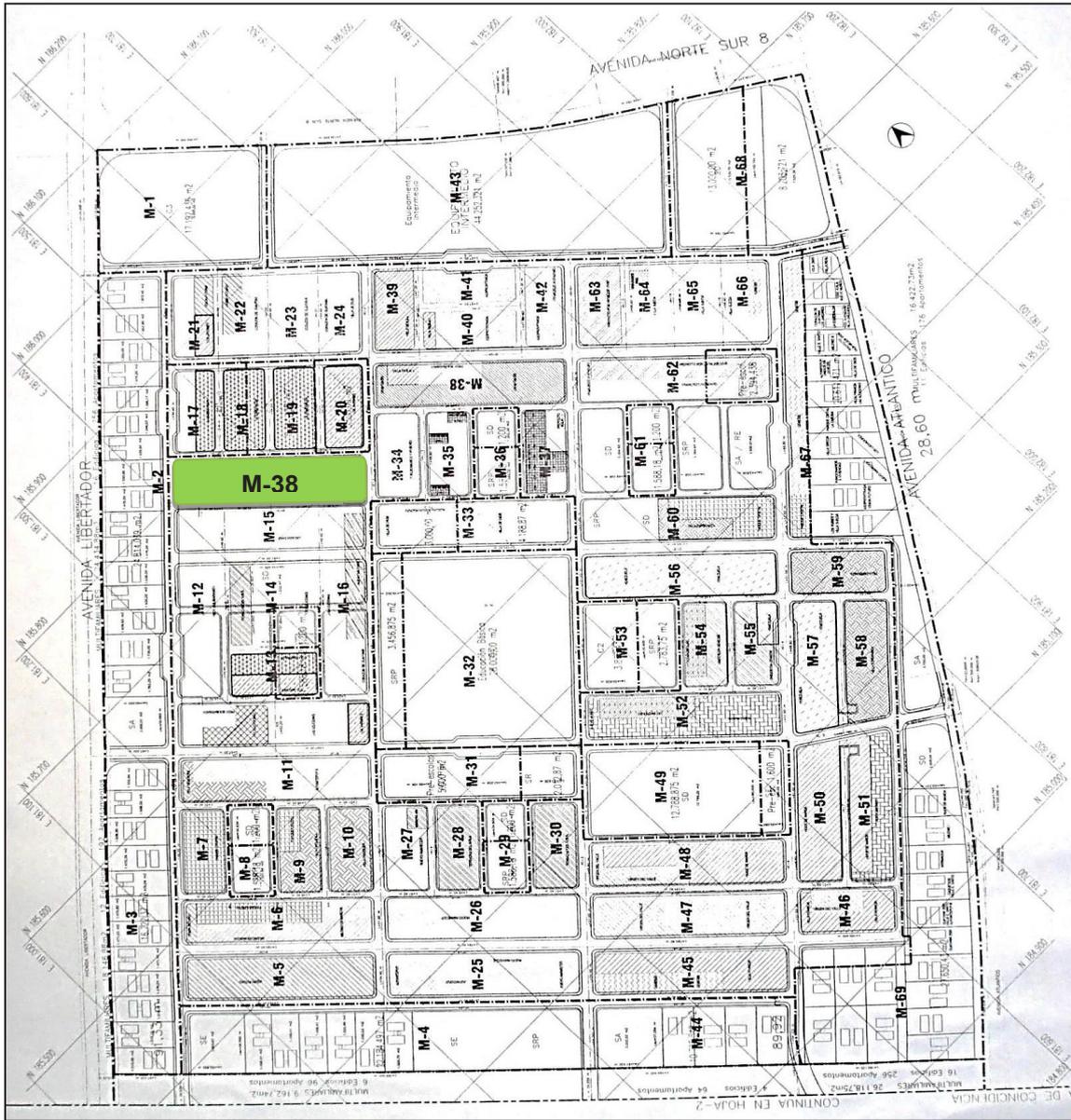
### 2.1. CONTEXTO SOCIAL-ORGANIZATIVO

En el año 1999 motivado a la escases de viviendas y acatando las normativas emanadas del entonces Ministerio de la Vivienda, grupos de ciudadanos deciden organizarse en Asociaciones Civiles Pro Vivienda (OCV's) con el objetivo común de poder acceder a una solución habitacional digna para el desarrollo de su grupo familiar, entre estas organizaciones se constituyó la Asociación Civil Pro Vivienda Gran Oasis, la cual, para el momento contaba con 100 miembros. Con el devenir de los años y debido a diversos e incansables trámites burocráticos, en la actualidad, este número de asociados se ha reducido a 26, los cuales ya se han visto beneficiados con la compra y asignación de sus parcelas por parte de la CVG. Este desarrollo urbanístico, aún en vías de constituirse, debido a la falta de macro-servicios y créditos para la construcción, se encuentra ubicado en la UD-339 de Puerto Ordaz con el lote de terreno identificado como M-36.

La adjudicación de los terrenos ha sido un proceso arduo administrativamente ante los organismos competentes, pues las demás



**FIGURA 1.** Plano de localización de UD-339 del sector Matanzas Sur, Puerto Ordaz, Estado Bolívar (el punto rojo indica la ubicación aproximada). Fuente: Venrut V.11.01, <http://www.gpsyv.net/>.



**FIGURA 2.** Plano de ubicación de la parcela M-38 de la UD-339 del sector Matanzas Sur, Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Fuente: Corporación Venezolana de Guayana.

Asociaciones Civiles que conforman la UD- 339, se han unido económicamente para invertir en la instalación de postes y tendido eléctrico de alta y baja tensión y la posterior compra e instalación de transformadores para el servicio de energía eléctrica bajo la supervisión de la Corporación Eléctrica Nacional (Corpoelec) y el departamento de Ingeniería de la CVG. Los miembros de la Asociación Civil Gran Oasis, tuvieron que realizar

una inversión importante de dinero en la elaboración de proyectos habitacionales presentados a los asociados, pero debido al alto costo que los mismos acarreaban y las trabas burocráticas, tomaron la decisión de optar por la autoconstrucción, la cual, hasta los momentos no ha dado los frutos deseados, puesto que a la fecha no se cuenta con ninguna vivienda totalmente edificada.

**FIGURA 3.** Foto del terreno que pertenece a la parcela M-38. Foto: Eric Barrios Pérez.



Es por este motivo que se les propuso realizar las edificaciones multifamiliares sociales haciendo uso de sistemas estructurales con madera sólida de pino caribe y productos forestales derivados, en los que se encuentran: vigas y columnas compuestas; cerchas o armaduras; sistema entramado de plataforma e integral; madera laminada encolada con calidad estructural; y la mezcla entre tipos de sistemas estructurales. La madera de pino caribe provendría del aserradero Uverito de Maderas del Orinoco, antiguamente denominada Proforca. Éste representaría no solo una solución a la problemática habitacional de este grupo de personas, sino que también conjugaría de forma armoniosa los elementos ambientales sin ocasionar graves daños al hábitat y al ecosistema, contribuyendo de esta forma a disminuir, entre otros, las emisiones de CO<sub>2</sub>, además de un ahorro económico substancial. De igual modo se contaría con la participación de los ciudadanos involucrados, previa capacitación técnica, para la ejecución y supervisión de la obra aumentando la pertinencia y apropiabilidad de la tecnología, incrementando su satisfacción y sentido de pertenencia hacia sus residencias y son quienes, conformados en consejos comunales, identifican sus necesidades y las transmiten a los entes competentes para tratar de conseguir el

financiamiento necesario para el inicio de las construcciones, entre otras actividades.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El terreno tiene las siguientes características topográficas: baja pendiente, según estudio de suelos elaborado por la empresa LCC Ingenieros Consultores el tipo de suelo es arena limo arcillosa muy compacto, con una capacidad de carga neta admisible de 2,4 kg/cm<sup>2</sup> (Figuras 1, 2, 3); no cuenta con los servicios básicos para la instalación (electricidad, agua y cloacas), pero se tiene previsto a corto plazo que la alcaldía o la gobernación inicie los trabajos de dotación de dicha infraestructura.

## 2.3. GENERACIÓN CONCEPTUAL DE LAS ALTERNATIVAS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES

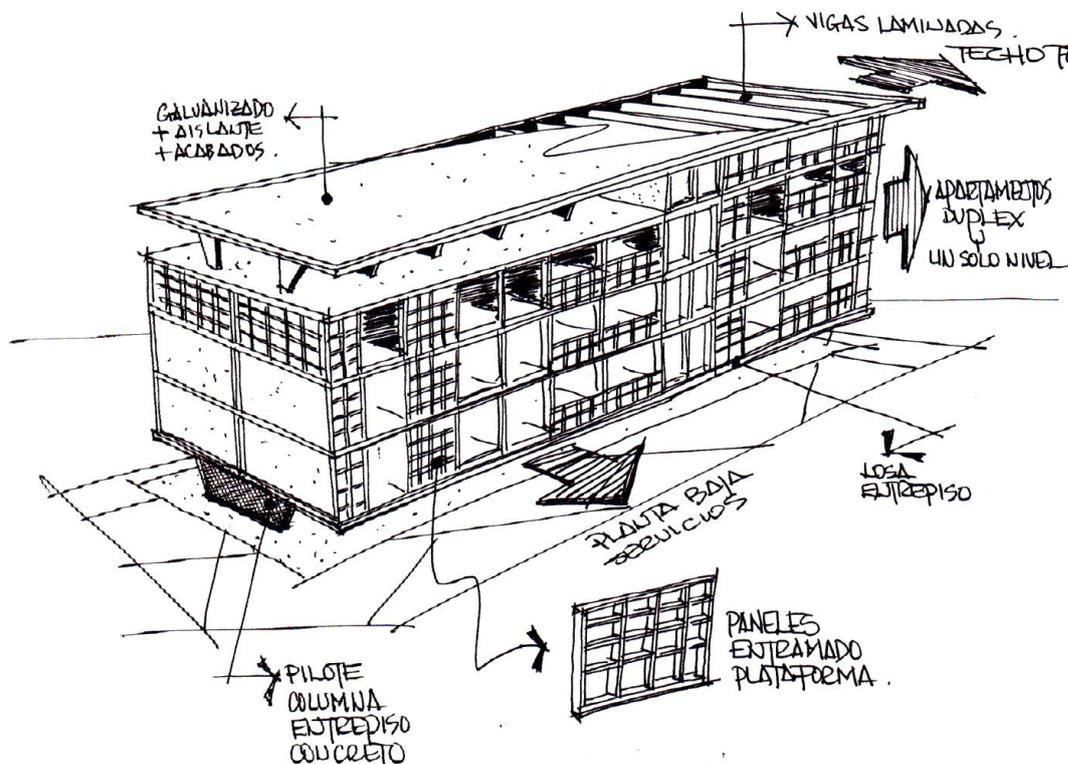
El desarrollo de las propuestas de sistemas estructurales de madera sólida y productos forestales derivados fue conformado por cuatro profesionales de la arquitectura (Dr. Arq. Wilver Contreras, Dra. Arq. Milena Sosa, Arq. Joely Lara y Arq. Liliana Rodríguez) y dos profesionales de la Ingeniería (Dr. Ing. Eric Barrios e Ing. Oscar Montes de Oca), a

partir de una serie de reuniones técnicas en conjunto con parte del cuerpo directivo de la OCV Gran Oasis. Se logró generar siete alternativas conceptuales según las exigencias de la normativa del Municipio Caroní del Estado Bolívar, los intereses comunales de la OCV ya mencionada y las posibilidades tecnológicas y económicas, así como las posibilidades reales de lograr proyectar y construir edificaciones multifamiliares con madera y sus productos forestales en plena interrelación con los materiales tradicionales. Una vez cumplido el proceso de desarrollo metodológico del dAI, se logró llegar a cribar y definir conceptualmente las cuatro alternativas definitivas (A1, A2, A3, A4) de las construcciones multifamiliares con madera laminada encolada de pino caribe que son las que se presentan.

La altura de las edificaciones para todas las alternativas es de aproximadamente 14,1 m, de cuatro pisos más planta baja (PB), suspendidos por una plataforma de concreto que sirve para aislar a toda la estructura del suelo y facilita la colocación

de los servicios. En la PB estarían ubicados locales comerciales de aproximadamente 20 m<sup>2</sup> y los edificios constarían de dos tipos de apartamento unos simplex y otros dúplex. El primer tipo de apartamento sería de aproximadamente 91 m<sup>2</sup> y estaría constituido por sala-comedor y estudio, dos baños y tres habitaciones. Los apartamentos dúplex serían de aproximadamente 104 m<sup>2</sup> en total, estando el primer nivel constituido por la cocina-servicios, sala-comedor, un baño (52 m<sup>2</sup>) y el segundo nivel por dos habitaciones, un estudio y un baño (52 m<sup>2</sup>). El último piso del edificio está constituido por un área social de 31 m<sup>2</sup> (terraza) y de un área de secado de ropa de 45,6 m<sup>2</sup>. Las características principales de las alternativas, son las siguientes:

- Alternativa A1 (Figura 4). Consiste en un sistema estructural de entramado de plataforma de madera con materiales tradicionales de construcción en Venezuela. Esta alternativa está constituida por piezas pequeñas



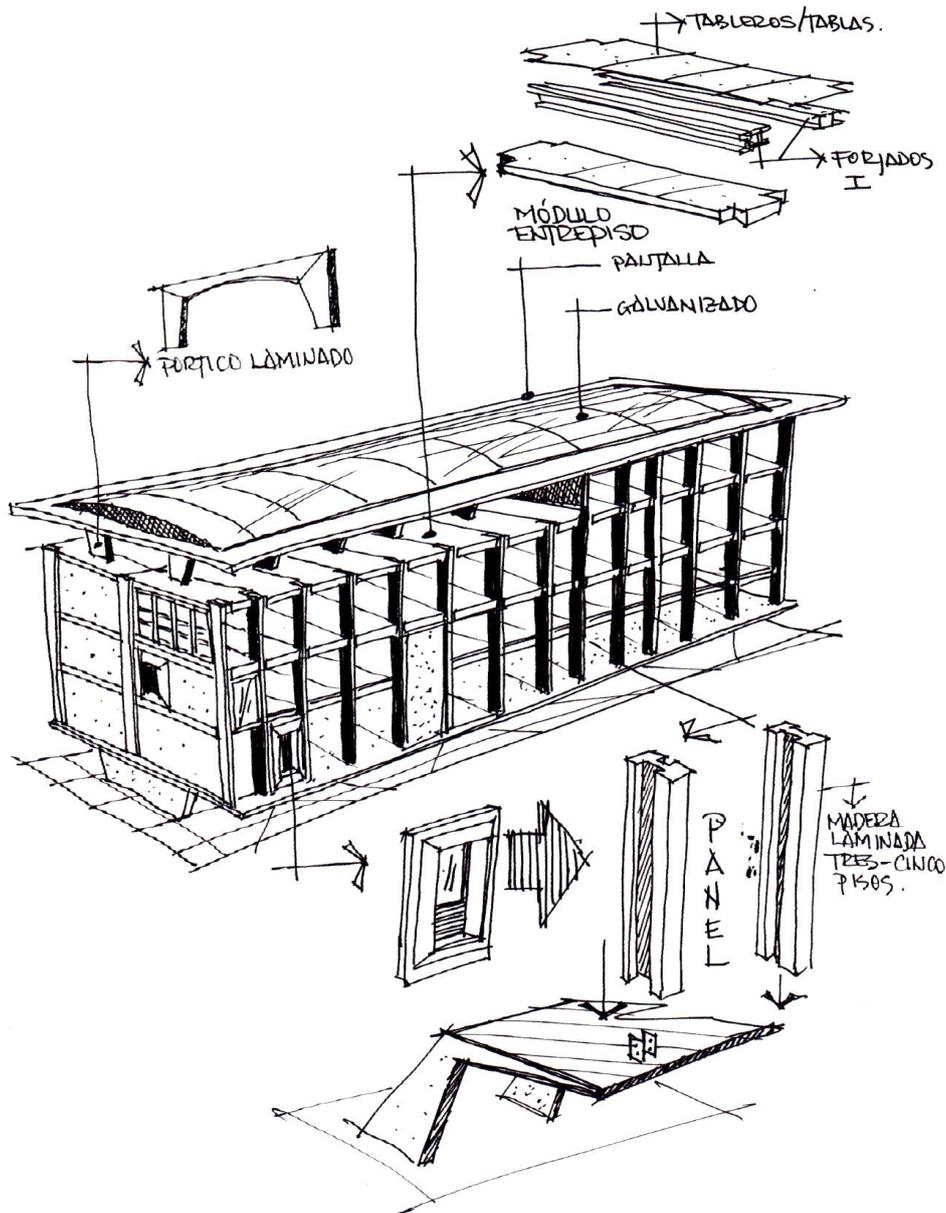
**FIGURA 4.**

Alternativa A1, donde se muestra el sistema estructural del tipo de entramado de plataforma. Fuente: Arq. Dr. Wilver Contreras y Dr. Ing. Eric Barrios Pérez.

y esbeltas que conforman al entramado, denominado pies derechos y soleras, entre otros. El desarrollo de componentes constructivos de pequeñas y medianas dimensiones, permite que pocas personas pueden instalarlas sin la ayuda de maquinaria pesada. Esa gran cantidad de piezas en tamaños, pesos y formas puede hacer engorroso su instalación. Los cerramientos que conforman este sistema

son portantes y exige ser muy cuidadosos a la hora de colocarlos, pues resisten esfuerzos tanto verticales como horizontales.

b. Alternativa A2 (Figura 5). Parte conceptualmente del Sistema Entramado de plataforma de madera y productos forestales, el cual está conformado por elementos grandes y pequeños que constituyen los pie derecho, soleras, entre otros. A diferencia de la alterna-

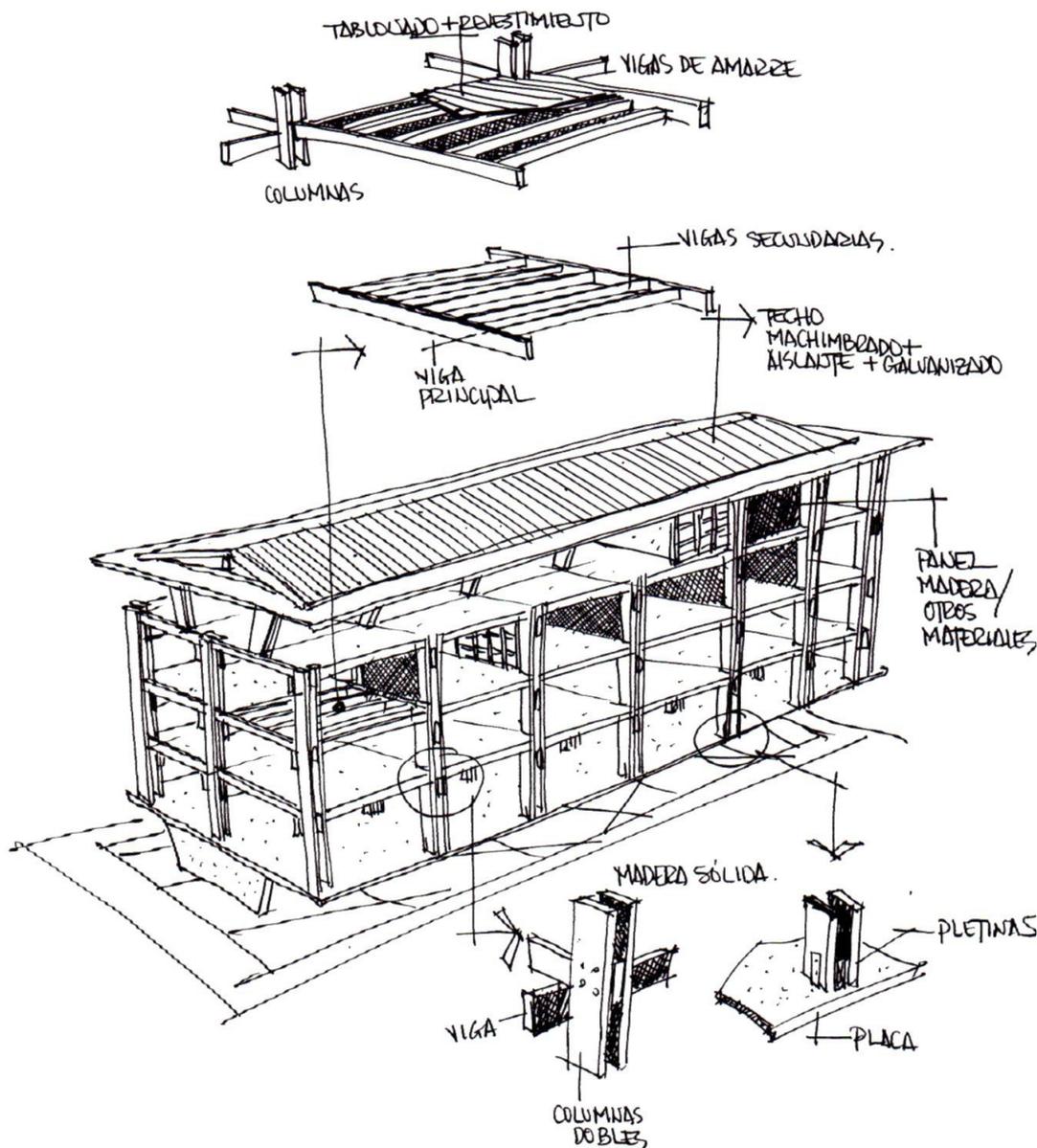


**FIGURA 5.** Alternativa A2, donde se muestra el sistema estructural del tipo vigas laminadas encoladas. Fuente: Arq. Dr. Wilver Contreras y Dr. Ing. Eric Barrios.

tiva anterior, los pie derechos son de madera laminada encolada y su longitud es equivalente a la altura de la edificación, estos son los elementos más grandes de este sistema y están unidos por los elementos pequeños que conforman paneles prefabricados, tanto para las los cerramientos (portantes) como para los entrepisos, los cuales van a terminar de conformar el entramado, lo que les van a dar la

rigidez necesaria para darle la estabilidad que requiere el sistema. Con el uso de este sistema estructural se disminuyen los tiempos de construcción, pero se necesita el uso de equipo pesado para armar el sistema estructural.

- c. Alternativa A3 (Figura 6), está conformada por el sistema de postes o columnas y vigas que forman pórticos. En este caso las vigas van a recibir el peso del techo y de los entrepisos y



**FIGURA 6.** Alternativa A3, donde se muestra el sistema estructural del tipo de entramado integral. Fuente: Arq. Dr. Wilver Contreras, Dr. Ing. Eric Barrios, Arq. Joely Lara y Arq. Liliana Rodríguez.

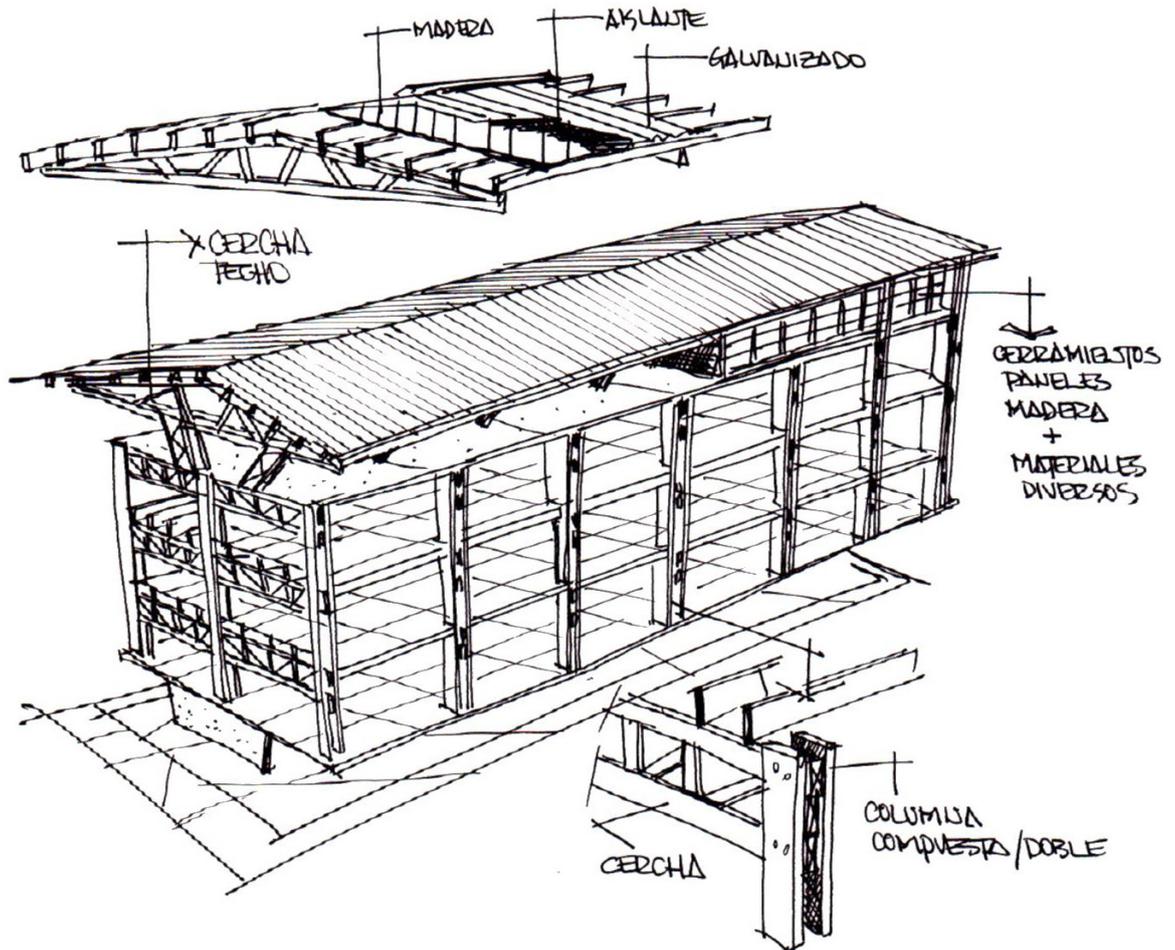
van a ser conducidos a las columnas quienes a su vez transmitirán los esfuerzos a la o las fundaciones, por lo general este sistema esta constituido por elementos de gran escuadría. Por estar este sistema constituido de esta forma los cerramientos no son portantes y pueden estar fabricados con materiales más livianos o pueden ser removido y remodelados en un futuro. Para la instalación de este sistema se requiere de maquinaria pesada.

- d. Alternativa A4 (Figura 7) y es muy parecida al sistema anterior, la diferencia radica en que tanto para la fabricación del sistema de techado y las vigas principales son utilizadas las cerchas.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA ACV-COCLOWEN PRELIMINAR SIMPLIFICADO

Una vez aplicado el método ACV – Coclowen preliminar simplificado, arrojó una primera aproximación de los posibles impactos generados en todo el proceso de producción de de las alternativas desarrolladas según los diseños de una vivienda multifamiliar de baja altura con madera. A cada análisis de las alternativas se logro determinar los niveles de sostenibilidad y su comparación entre ellas; mostrar sus fortalezas y debilidades de una manera rápida, precisa y proyectual en el tiempo con el fin de tomar decisiones basado en



**FIGURA 7.** Alternativa A4, donde se muestra el sistema estructural del tipo poste y cerchas. Fuente: Arq. Dr. Wilver Contreras, Dr. Ing. Eric Barrios, Arq. Joely Lara y Arq. Liliana Rodríguez.

todo el ciclo de vida del producto, es decir el Sistema Producto.

La valoración es de números enteros entre -3 y +3. Éste se resuelve completando las matrices representadas en los cuadros 1 y 2. El primero determina el Análisis de Ciclo de Vida Preliminar y Simplificado de una alternativa específica ( $ACV_{ps-Alt-n}$ ) y la segunda determina la valoración de los principales Aspectos de Diseño de cada una de las Alternativas planteadas ( $\sum A Ds Alt_n$ ). La sumatoria algebraica de estos dos aspectos determina el valor total del Análisis Cuantitativo de cada alternativa propuesta ( $AC_{Alt-n}$ ), tal cual se muestra en la ecuación (Ec.1), siendo la mejor alternativa el que tienda al mayor valor positivo.

$$AC_{Alt-n} = ACV_{ps-Alt n} + \sum A Ds Alt_n \quad (Ec.1)$$

Antes de llegar a desarrollar el ACV preliminar ya se han cribado, como se explicó en el punto 2.3, varias alternativas y de esas siete originales quedaron cuatro que son a las que se les determinará el ACV - *Coclowen Preliminar Simplificado*. Éste es un método abreviado del ACV - *Coclowen* y está conformado por matrices de valoración, que de una forma técnica y rápida permite que el grupo de trabajo evalúe una situación determinada en pocos pasos. De esta forma se puede seleccionar la mejor alternativa de diseño comparando sus puntuaciones únicas, dejando la realización del ACV-*Coclowen Complejo*, el cual es más detallado para la alternativa definitiva A2, el cual requirió de mucho más tiempo y dedicación del grupo de investigación.

Los cuadros 1 y 2 muestran los resultados detallados para la alternativa más favorable y los resúmenes de las otras alternativas. Estos valores fueron logrados en consenso con los especialistas que conformaron el equipo de trabajo y la junta directiva de la OCV Gran Oasis.

En primer lugar se muestra en los cuadros 1 y 2 dos matrices referidas a la alternativa A2 (entramado integral + MT); la primera referida al ACV-*Coclowen Preliminar Simplificado* (Cuadro 1) y la

segunda a los aspectos de diseño (Cuadro 2). Con estos valores se generan los gráficos mostrados en las figuras 8 y 9, en donde se indican los resultados de la mejor alternativa, identificada como la A2, que se refiere a la del sistema estructural de entramado + MT, con una valoración total del análisis cuantitativo de - 2. La figura 10 (Alternativa A1 - 10A, Alternativa A3 - 10B) y la figura 11 (Alternativa A4-11C) muestra los resultados para las otras alternativas menos favorecida en orden de importancia, siendo el resultado para el análisis cuantitativo de la alternativa A1 (entramado de plataforma + MT) de - 6, para la alternativa A3 (postes y vigas) de - 30 y la alternativa A4 (aportica-do + armadura + MT) de -36.

## 3.2. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA ACV-COCLOWEN COMPLEJO

El valor del ACV-Coclowen complejo está representado por los Impactos Ambientales Totales de todo el Sistema Producto ( $IAT_{sp}$ ) (Ec.2) y se determina por la sumatoria ponderada de todos los Impactos Ambientales Totales que conforman a cada una de las etapas del Sistema Producto multiplicado por el su peso ambiental respectivo ( $\rho$ ), el cual está dado en el cuadro 3.

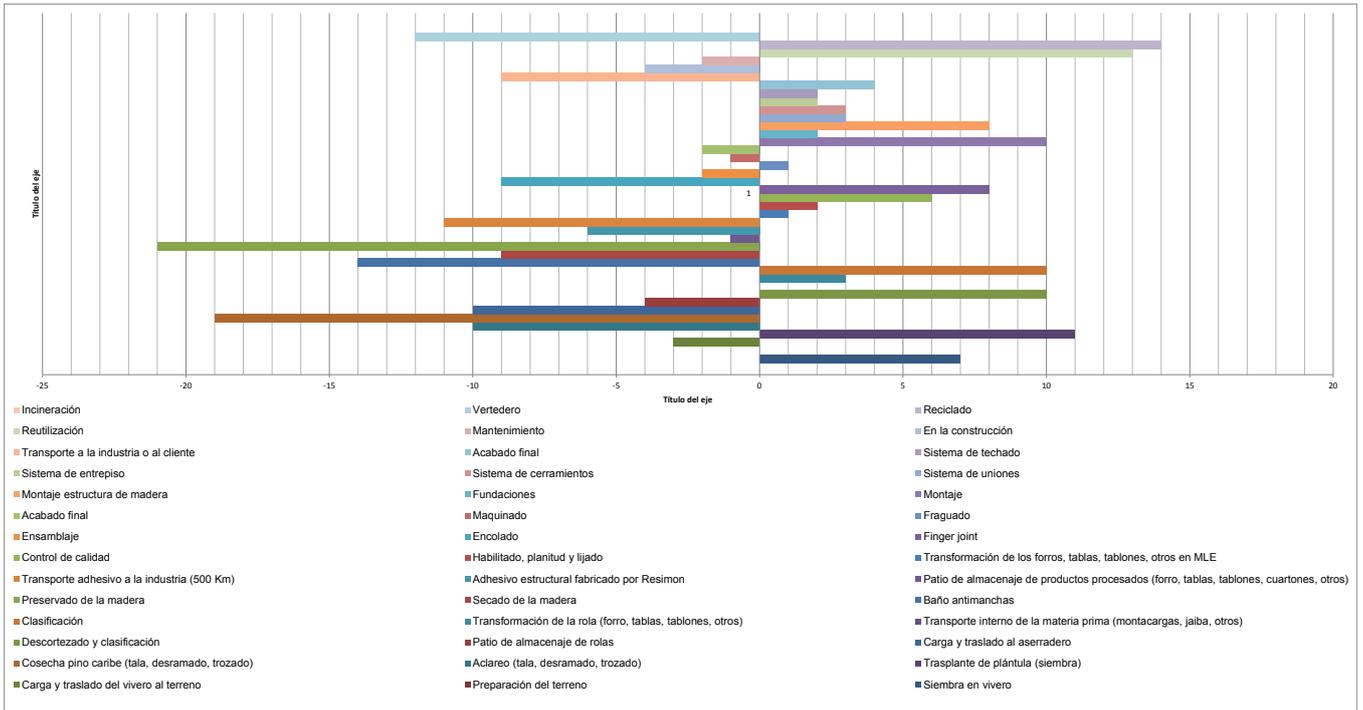
$$IAT_{sp} = \sum_{i=1}^n \left[ \pm (\rho_{etapa1} \cdot IAT_{etapa1}) \pm (\rho_{etapa2} \cdot IAT_{etapa2}) \dots \pm (\rho_{etapa n} \cdot IAT_{etapa n}) \right] \quad (Ec.2)$$

### 3.2.1. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCES

Esta primera fase consiste en hacer una memoria descriptiva que dependerá del nivel de complejidad del ACV, en el cual se incluyen los datos más resaltantes del proyecto, definiendo los límites y desarrollando las estrategias para poder cumplir con los objetivos planteados. Esta información se incorpora en la planilla según formato del cuadro 4, que en su encabezado ofrece las referencias del proyecto del ACV y se especifica el producto que se está obteniendo, el nombre del proyecto, los

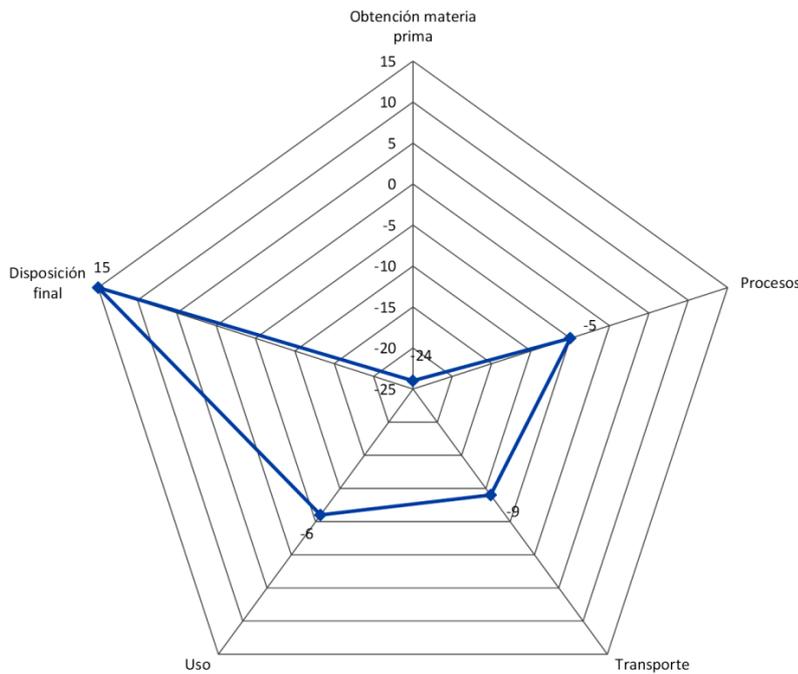




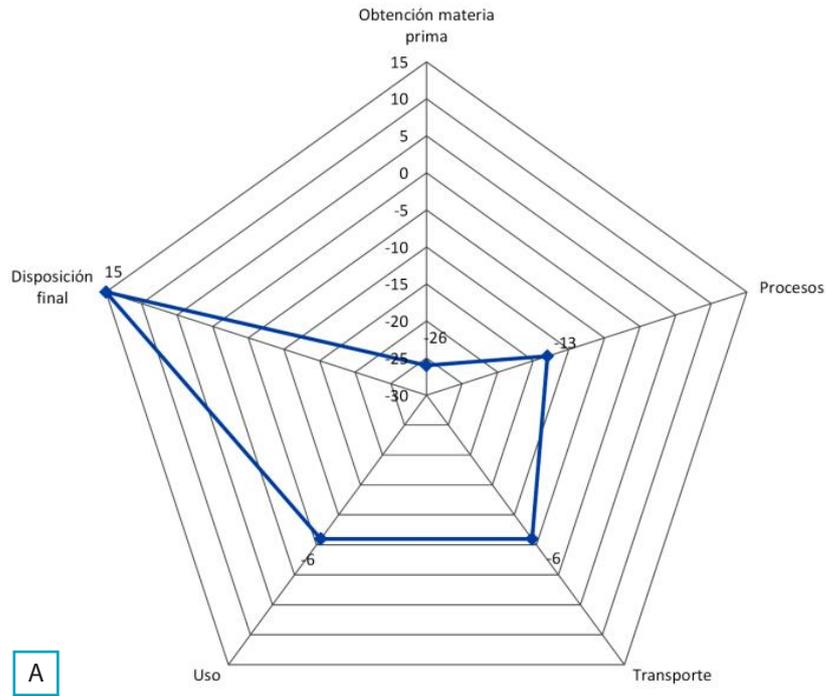


**FIGURA 8.**  
Gráfico donde se muestran los resultados del ACV Coclowen Simplificado Preliminar de la Alternativa A2.  
Fuente:  
Elaboración propia.

**FIGURA 9.**  
Gráfico donde se muestran los resultados del ACV Coclowen Simplificado Preliminar de la Alternativa A2, y su valoración total del análisis cuantitativo ( $AC_{Alt-2}$ ), proceso fundamental para determinar la mejor alternativa.  
Fuente:  
Elaboración propia.

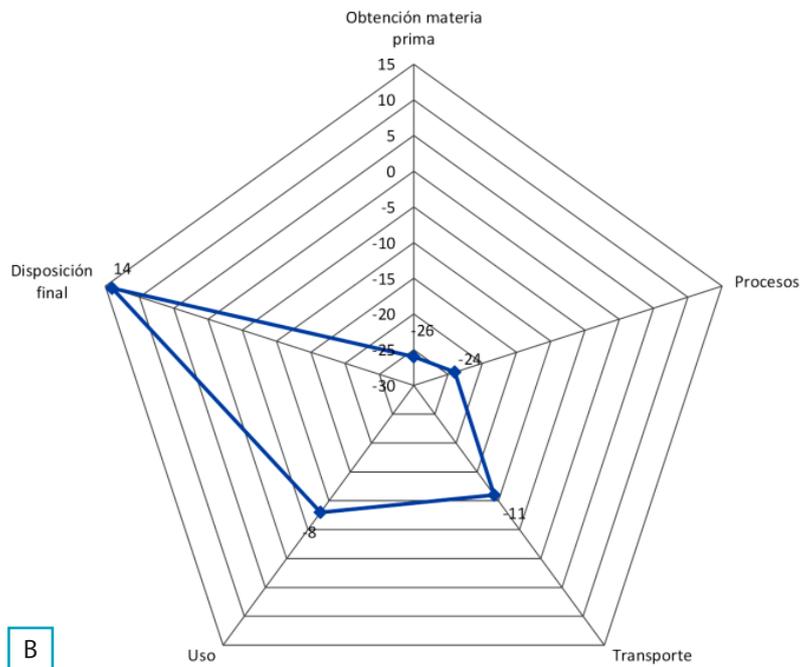


$$AC_{Alt-2} = ACV_{ps-Alt 2} (-29) + \sum A Ds_{Alt 2} (+27) = -2$$



A

$$AC_{Alt-1} = ACV_{ps-Alt1} (-36) + \sum A Ds Alt_1 (+30) = -6$$

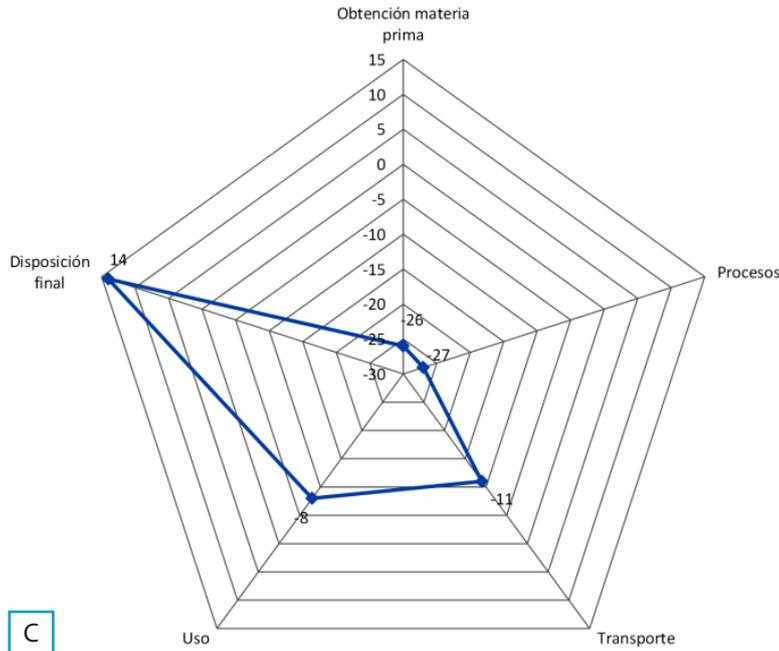


B

$$AC_{Alt-3} = ACV_{ps-Alt3} (-55) + \sum A Ds Alt_3 (+25) = -30$$

**FIGURA 10.** Representación Gráfica de los resultados de las alternativas A1 (10A) y A3 (10B) y el resultado del Análisis Cuantitativo de cada respectiva alternativa ( $AC_{Alt-n}$ ), proceso fundamental para determinar la mejor alternativa. Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 11.** Representación Gráfica de los resultados de la alternativa A4 (12C) y el resultado del Análisis Cuantitativo de cada respectiva alternativa ( $AC_{Alt-n}$ ), proceso fundamental para determinar la mejor alternativa. Fuente: Elaboración propia.



C

$$AC_{Alt-4} = ACV_{ps-Alt4} (-58) + \sum A Ds_{Alt4} (+22) = -36$$

**CUADRO 3.** Factor de los pesos ambientales  $p$ . Fuente: Contreras y Cloquell (2006).

ETAPAS	IMPACTOS AMBIENTALES					
	MADERA ASERRADA		TABLEROS DE MADERA		MADERA LAMINADA ENCOLADA	
	Frondosas	Coníferas	Madera sólida	Gramíneas	Madera sólida	Gramíneas
Patio de rolas con tratamiento previo de conservación con sistemas de aspersión de la madera contra agentes xilófagos	0,06	0,04	0,03		0,55	
Patio de cañas con tratamiento previo de conservación con sistemas de aspersión de la madera contra agentes xilófagos				0,02		0,03
Descortezado de las rolas	0,10	0,15	0,21			
Lijado/cepillado de cañas de las cutículas externas.				0,02		0,02
Transformación de la madera o las cañas en partículas, tiras o fibras			0,04	0,18		0,09
Tamizado y clasificación de las partículas o tiras			0,03	0,13		
Transformación de la madera sólida en productos forestales (tablas, tablones, etc.).	0,19	0,24				
Tratamiento de conservación de la madera o gramíneas por autoclave	0,12	0,12	0,12	0,06		0,16
Secado industrial de la madera en partículas, chapas, tablas, tablones o tiras de gramíneas.	0,23	0,19	0,27	0,32		0,27
Secado al aire de las tablas y tablones de madera.	0,01	0,01				
Formación de esteras de gramíneas						0,08
Obtención de la madera al aserradero /proveedor comercial.						
Uniones dentadas					0,16	
Encolado de partículas, chapas, tablas, tablones o tiras.			0,04	0,01	0,07	0,02
Formación del colchón, del tablero o de la pieza estructural con presión con / sin calor.			0,11	0,12	0,04	0,05
Corte y dimensión final de los productos de valor agregado	0,15	0,11	0,08	0,11	0,08	0,15
Tratamiento contra manchado de la madera.		0,05				
Empaquetado, acondicionamiento y almacenaje (incluye acabados).	0,04	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01
Acabados superficiales						0,07
Transporte de la planta industrial al distribuidor o cliente final.	0,10	0,06	0,05	0,02	0,07	0,05

<b>INVENTARIO DEL SISTEMA PRODUCTO:</b> Vivienda multifamiliar de baja altura.	
<b>PROYECTO:</b> EDIF120710	
<b>AUTORES:</b> Eric Barrios, Wilver Contreras, Milena Sosa	
<b>CLIENTE:</b> Universidad Nacional Experimental de Guayana	
<b>FECHA DE DESARROLLO DEL ACV:</b> Septiembre 2010 – Enero 2011	
<b>NORMA:</b> Serie de Normas ISO 14.040	
<b>SECTOR</b>	Construcción con madera
<b>INDUSTRIA</b>	Vivienda
<b>OBJETIVOS</b>	Determinar del dAI para la industria de viviendas multifamiliares de baja altura con madera de pino caribe a partir del método analítico ACV-Coclowen
<b>ALCANCES</b>	Determinar los principales impactos ambientales, tanto positivos como negativos, asociados al sistema producto de una vivienda multifamiliar de baja altura construida con madera de pino caribe, ubicada en Matanzas sur, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.
<b>FUNCIONES DEL SISTEMA ESTUDIADO</b>	Desarrollo de viviendas multifamiliares de baja altura haciendo uso de la madera de pino caribe proveniente de las plantaciones forestales del sur de los estados Anzoátegui y Monagas.
<b>UNIDAD FUNCIONAL</b>	1 m <sup>2</sup> de construcción
<b>SISTEMA DE PRODUCTO Y LIMITES</b>	El sistema producto queda definido en la figura 12, en la que se puede observar sus entradas, procesos y salidas que caracterizan las principales etapas del ciclo de vida de una vivienda multifamiliar de baja altura hecha con madera de pino caribe.
<b>NIVEL DE DIFICULTAD</b>	La determinación del ACV-Coclowen posee un alto nivel de dificultad.
<b>PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS EN LA ASIGNACIÓN DE CARGAS</b>	Análisis del ciclo de vida por el método analítico Coclowen.
<b>TIPOS DE IMPACTO Y METODOLOGÍA USADA</b>	Indicadores de impactos de daños a los recursos naturales, la salud humana, al ecosistema; incluyendo los impactos sociales y económicos
<b>REFERENCIA Y ORIGEN Referencias bibliográficas</b>	Barrios <i>et al.</i> (2000, 2006, 2007, 2009, 2010); varios trabajos publicados en revistas indexadas y arbitradas como la Revista Forestal Venezolana y Revista Forestal Latinoamericana en ULA-Mérida; Tecnología y Construcción UCV-Caracas; Revista Ecodiseño & Sostenibilidad UPM-ULA-España- Mérida. En colaboración con Contreras <i>et al.</i> (2003, 2007, 2009), además de las anteriores también publicadas en la Revista Madera, Ciencia y Tecnología Bio Bio-Chile, Boletín Técnico de AITIM-España. Entre otros.
<b>MÉTODO DE RECOPIACIÓN</b>	BARCON
<b>TRATAMIENTO DE DATOS Y SU CALIDAD</b>	Eric Barrios, Wilver Contreras, Milena Sosa, Mary Owen, Liliana Rodríguez, Oscar Montes de Oca
<b>VERIFICACIÓN</b>	Eric Barrios, Wilver Contreras, Milena Sosa
<b>COMENTARIOS FINALES</b>	En el desarrollo de la presente propuesta metodológica el Análisis de Ciclo de Vida va a estar centrado cinco procesos principales y que van a definir el Sistema Producto como lo son: la extracción de la materia prima; la transformación primaria; la elaboración de la madera laminada encolada; la de construcción y uso; y la de retiro o desincorporación del producto, es decir de la vivienda.

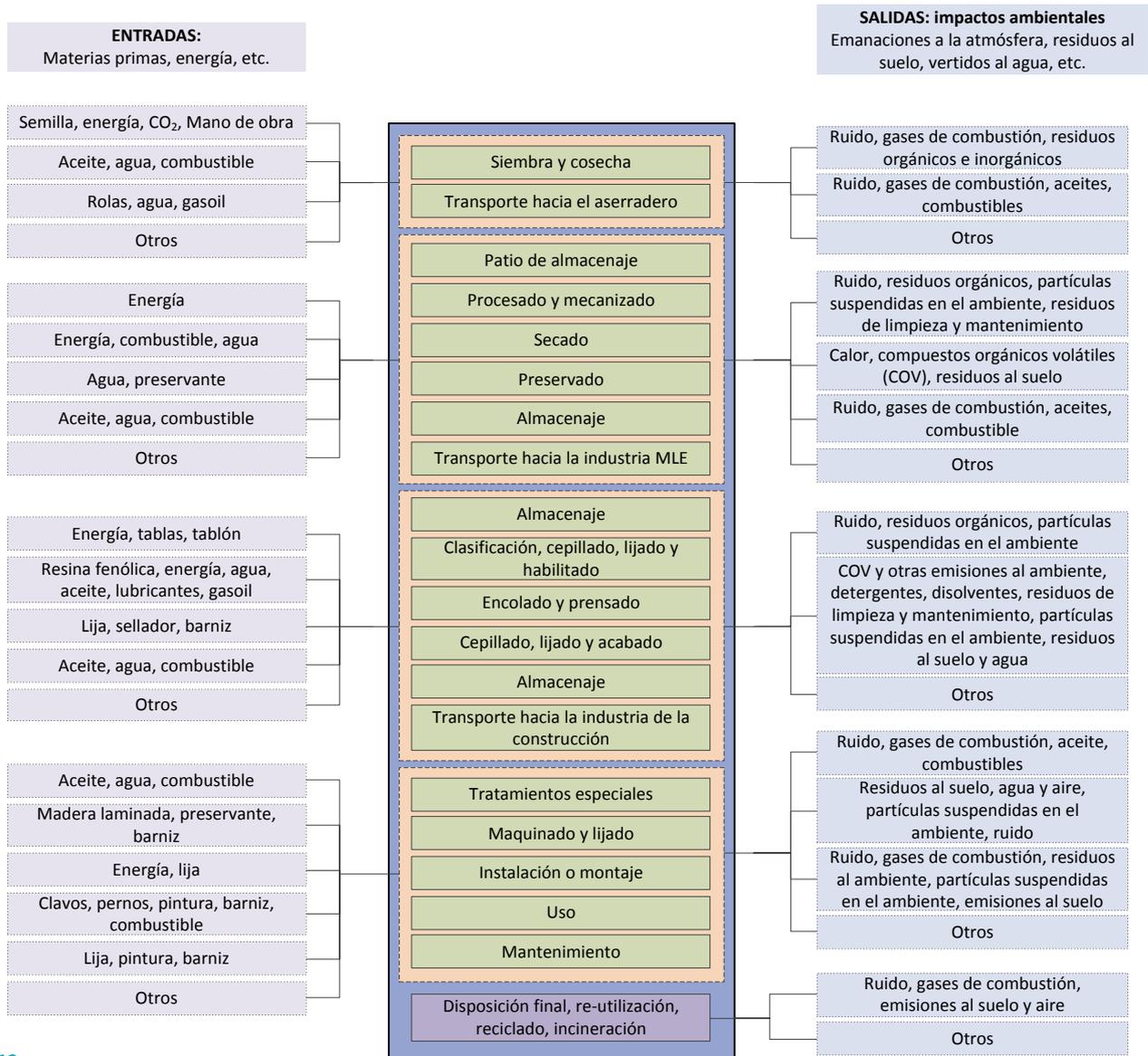
**CUADRO 4.**  
Inventario del Sistema Producto que permite definir los objetivos y alcances del ACV-COCLOWEN.  
Fuente:  
Elaboración propia.

autores, el cliente que solicita el estudio, la fecha de ejecución del ACV y la norma en la que se basa el estudio.

### 3.2.1. DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS DEL INVENTARIO

Una vez definido en detalle de cuáles son las etapas para la fabricación de un producto determinado (Sistema Producto) se procede con el desarrollo del ACV según lo establecido por la serie de normas ISO 14040. Primero se resuelve etapa por etapa, cuya información recopilada y analizada

permite ser plasmada en una serie continua de cuadros según formato expuesto en el cuadro 5, donde van colocando las valoraciones o ponderaciones de cada uno de los indicadores de los impactos ambientales, sociales, económicos del inventario que identifican a cada una de las etapas del Sistema Producto. Éstas están identificadas con el prefijo IA (Impacto Ambiental) que denota a cada grupo y sub-grupo de los indicadores elegidos, según la siguiente clasificación:



**FIGURA 12.**

Flujograma de los principales procesos por los que atraviesa el sistema constructivo con madera para crear edificaciones multifamiliares con madera de pino caribe, lo que representa el sistema producto.

Fuente:

Elaboración

- Impactos Ambientales sobre los Recursos Naturales:
  - Impactos ambientales sobre el suelo y el terreno (IAs/t).
  - Impactos ambientales sobre los recursos hídricos (IAag).
  - Impactos ambientales sobre el aire (IAai).
  - Impactos ambientales sobre las fuentes de energías (IAe).
- Impactos ambientales sobre los Ecosistemas:
  - Impactos ambientales sobre el bosque natural (IAbn).
  - Impactos ambientales sobre plantaciones forestales (IApf).
  - Impactos ambientales relacionados a la desertificación (IAds).
  - Impactos ambientales sobre relacionados a los corredores ecológicos (IAce).
  - Impactos ambientales sobre la calidad del aire y el agua (IAaa).

- Impactos ambientales sobre el clima global (IACg).
- Impactos ambientales sobre los hábitats ecológicos (IAHe).
- Impactos ambientales sobre la Salud Humana:
  - Impactos ambientales sobre la toxicidad humana (IAth).
  - Impactos ambientales sobre la toxicidad del aire y el agua (IAta).
  - Impactos ambientales relacionados con las vibraciones (IAv).
  - Impactos ambientales radiación calorífica (IARC).
  - Impactos ambientales sobre el sonido (IAS).
- Impactos ambientales sobre aspectos socio-culturales:
  - Impactos ambientales relacionados con la seguridad industrial y condiciones de riesgos, (IASi).
  - Impactos ambientales relacionados a los beneficios contractuales, sociales, educación, comedor (IAbI).
  - Impactos ambientales relacionados con la calidad de infraestructura, sanitaria, alimentación, vestier (IACi).
- Impactos ambientales sobre aspectos económicos:
  - Impactos ambientales relacionados con el beneficio a la comunidad adyacente (IACA).
- Impactos ambientales sobre aspectos político-institucional:
  - Impactos ambientales relacionados con la administración Estatal y la Ley de Política Habitacional (IAph).
  - Impactos ambientales relacionados al desarrollo comunitario a través de cooperativas (IAeps).
  - Impactos ambientales relacionados al financiamiento (IAf).
  - Impactos ambientales relacionados a la asesoría instituciones para la formulación, evaluación y capacitación de proyectos (IAain).

Las valoraciones de cada uno de estos indicadores las realizan un conjunto de expertos, mínimo tres, en una escala que varía entre  $-3 \leq 0 \leq +3$ , solo valores enteros, siguiendo en parte la metodología propuesta por Cloquell (2003), tomando en cuenta que los valores negativos representan las actividades que más impactos tienen sobre el ambiente, la economía y la sociedad o sobre el aspecto que se esté evaluando y viceversa. Este sistema de valoración se realiza mediante la transformación tanto de valores cualitativos, como cuantitativos, por medio de las legislaciones vigentes u otro estudio base. Luego al tener estos valores plasmados en la serie de cuadros de inventario - valoración de los niveles de sostenibilidad de cada una de las etapas que conforman el Sistema Producto global (Cuadros 6 - 25), se realiza la sumatoria algebraica obteniendo la valoración del impacto ambiental total de esa etapa determinada del Sistema Producto (Cuadro 5).

Por ejemplo, en el caso del indicador que identifica el subgrupo de Impactos Ambientales sobre los suelos y el terreno (IAS/t), para determinar su total (IAS/tT) se suman cada uno de los valores de esa misma columna obteniendo:

$$IAS/tT_{etapa(n)} = \sum [\pm IAS/t_{1\ etapa(n)} \pm IAS/t_{2\ etapa(n)} \dots \pm IAS/t_{n\ etapa(n)}] \quad (Ec.3)$$

Igual se realiza para cada uno de los indicadores de los otros subgrupos, obteniendo sus totales (IAeT, IArhT, etc).

Luego se calcula el valor total de cada uno de los grupos de indicadores (ej.:  $IARN_{etapa(n)}$ : impacto ambiental en los recursos naturales), aquí se suman los totales de cada uno de los subgrupos que conforman a un mismo grupo como lo expone la (Ec.4):

$$IARN_{etapa(n)} = \sum [\pm IAS/tT_{etapa(n)} \pm IAeT_{etapa(n)} \pm \dots \pm IAN_{etapa(n)}] \quad (Ec.4)$$

Luego se determina el impacto ambiental total ( $IAT_{etapa(n)}$ ) por medio de la sumatoria de cada uno de los impactos ambientales de cada grupo

Nombre	Cant.	Un.	Inc/S	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																							
					IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)						IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico	IA Político institucional					
					IAS/t	IAag	IAai	IAe	IAbn	IApf	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAV	IAc	IAS	IASi	IAbl	IAci	IAca	IAph	IAeps	IAf	IAain
<b>PRODUCTO</b>																												
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):																												
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados:																												
<b>ENTRADAS</b>																												
Entradas conocidas desde la naturaleza:																												
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles):																												
Entradas conocidas desde la tecnósfera (electricidad / calor):																												
<b>SALIDA</b>																												
Emisiones al aire:																												
Emisiones al agua:																												
Emisiones al suelo:																												
Flujos finales de residuos:																												
Emisiones no materiales (ruido, humo, etc.):																												
Aspectos sociales:																												
Asuntos económicos:																												
Salidas conocidas a la tecnósfera. Residuos y emisiones para tratamientos:																												
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.					IAS/t	IAagT	IAaiT	IAeT	IAbnT	IApfT	IAdsT	IAceT	IAaaT	IAcgT	IAheT	IAthT	IAtaT	IAVT	IAcT	IAS T	IASiT	IAblT	IAciT	IAcaT	IAphT	IAepsT	IAfT	IAainT
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación					IARN				IAE						IASH				IASC			IAc	IAP					
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de la Etapa					$IAT_{etapa(n)} = \sum \pm IAn$ (Ec.4)																							

**CUADRO 5.**

Inventario de cada una de las etapas que conforman al Sistema

Producto. Fuente: Elaboración propia a partir de Contreras y Cloquell (2006).

calculados anteriormente, obteniendo así la Puntuación Única para una etapa determinada del Sistema Producto (Ec.5):

$$IAT_{etapa(n)} = \sum [\pm IARN_{etapa(n)} \pm IAE_{etapa(n)} \pm IASH_{etapa(n)} \pm Otros] \quad (Ec.5)$$



**CUADRO 6.**  
Continuación.

SALIDA																											
<b>Emisiones al aire:</b>																											
Emisiones CO, CO2, entre otros	170	gr	El uso de vehículos pesados que usan el gasoil como combustible son los que generan las emisiones más importantes de estos gases al aire. Aunado a esto el tránsito de camiones levanta partículas finas de polvo de las carreteras de arena que pueden afectar las vías respiratorias de los trabajadores. Un camión puede emitir aproximadamente 170 gr/km recorrido y en cada viaje lleva unos 20 m3 de madera en rolas, y si la distancia promedio de desplazamiento es de unos 20 km, se puede decir que por cada m3 un camión emite 170 gr/m3.	-1	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Vertidos al agua:</b>																											
Vertidos	0.01	Kg	Contaminación del agua por productos químicos derivados de las fertilizaciones y/o por el control de la maleza y bachacos. El uso de abonos orgánicos y hacer uso del control biológico de plagas puede disminuir considerablemente su impacto al ambiente. Los fertilizantes pueden usados en exceso pueden contribuir con la eutrofización de las aguas superficiales y el exceso de nitrógeno puede contaminar a las aguas freáticas, por lo que su uso debe ser racional.	-2	-2	0	0	1	1	2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0		
<b>Emisiones al suelo:</b>																											
Residuos	600	Kg	Contaminación del suelo por productos químicos derivados de las fertilizaciones y/o por el control de la maleza y bachacos, además por la disposición de desechos sólidos orgánicos y no orgánicos que pueden causar alteraciones del ecosistema circundante. La disposición no adecuada del aserrín, las acículas, la corteza y ramas, puede incrementar los riesgos de incendios y la proliferación de alimañas. Pero su utilización adecuada puede hacer que el suelo se regenere por la captación de nutrientes debido a la descomposición de la materia orgánica. Al momento del aclareo o la cosecha del pino se pueden generar 600 Ton/Ha, aproximadamente, lo que implicaría que por cada m3 de madera se generen aproximadamente unos	-1	0	0	1	0	1	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	0		
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																											
Ruidos	70	dB	En el proceso de transporte y aprovechamiento los operarios de las distintas maquinarias pueden estar sometido a altos niveles de ruido y es aquí donde se generan los ruidos más molestos y generalmente afectan directamente a los operadores, pues al estar retirado de la industria, de los viveros y las zonas pobladas no afecta a otras personas.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Aspectos sociales:</b>																											
Empleo de mano de obra autóctona			Esta región se calificaba hasta hace pocos años como deprimida, con déficit en equipamientos y servicios y de bajo empleo, por lo que su población migraba a otras regiones en búsqueda de mejoras. Con la apertura de Proforca hacia las comunidades se ha mejorado sensiblemente esta situación, lo que a traído un notable progreso a las comunidades aledañas a los viveros y las plantaciones incrementando su prosperidad. Se estima que se generen aproximadamente 4.000 nuevos empleos directos con todo este desarrollo. Además del incremento en la actividad científica, turística y recreacional que pueden proporcionar.														2										
<b>Aspectos económicos:</b>																											
Beneficios económicos a comunidades aledañas			Se ve incrementada de forma positiva vigorizando la economía local, pues se asegura el suministro ininterrumpido de materia prima a la industria del aserrío existente y al complejo industrial por instalarse para la obtención de celulosa, lo que permitiría independizarse de las importaciones que hasta ahora se habían venido haciendo en este rubro. También las comunidades obtienen ingresos por todas las plazas disponibles por toda esta actividad.														3										
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-13	-9	-4	12	8	4	5	-9	-9	-5	-9	-4	-10	-3	-2	-5	-4	6	1	10	0	9	0	4
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-14																	3		10			13	
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																											-27

**CUADRO 7.**

Inventario proyecto vivienda multifamiliar con madera de pino caribe. ETAPA: Transporte desde las plantaciones hacia la industria primaria de aserrío.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																						
				IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)				IA Salud Hum.			IA Social-cultural			IA Económico	IA Político institucional							
				IAS/t	IAag	IAal	IAe	IAbn	IApf	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAV	IArc	IAS	IASl	IAbi	IAcl	IAca	IAph	IAeps	IAf
<b>PRODUCTO</b>																										
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																										
Transporte desde las plantaciones hacia el aserradero	100.0	Km	El transporte desde la zona de aprovechamiento hasta la puerta del aserradero se hace generalmente en camiones y gandolas, dependiendo de lo accesible que sea el sitio, suelen utilizarse camiones 750 con plataforma de 6,5 m x 2,5 m x 2 m con una capacidad de carga de 9 Ton y 20 m3 estéreos de madera de pino en rolas aproximadamente.																							
<b>ENTRADAS</b>																										
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																										
Hydrocarburos	0.03	lt	En esta etapa se usan distintos tipos de vehículos pesados y todos usan el gasoil como combustible. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes. Si se asume que un camión en promedio consume 0,5 lt/km se usaría un promedio de 50 lt de gasoil para recorrer 100 Km y 10 lt de lubricantes cada 5000 km. Por lo que para transportar 1 m3 de madera se debe necesitar un promedio de	-1	-1	-2	0	-1	-1	0	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																										
Camión	1	Un.	Se utilizan camiones 750 por ser más fácil de maniobrar dentro de la zona de explotación, los cuales tienen una plataforma de 6,5 m x 2,5 m x 2 m, con una capacidad de 9 Ton y aproximadamente 30 m3 estéreos de madera de pino caribe en rolas.	-3	-1	-1	0	-1	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-2	-1	-1	-1	1	0	0	1	0	0	
<b>SALIDA</b>																										
<b>Emisiones al aire:</b>																										
Emisiones COx, NOx, entre otros	850	gr	El uso de vehículos pesados que usan el gasoil como combustible, a pesar de que sus emisiones son menores a los que usan como combustible gasolina, son los que generan las emisiones más importantes de estos gases al aire en esta zona. Aunado a esto el tránsito de camiones levanta partículas finas de polvo de las carreteras de arena que pueden afectar las vías respiratorias de los trabajadores. Un camión puede emitir aproximadamente 170 gr/km recorrido y en cada viaje lleva unos 20 m3 de madera en rolas, y si la distancia promedio de desplazamiento es de unos 100 km, se puede decir que por cada m3 un camión emite 85 gr/m3 aproximadamente.	-1	0	-2	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																										
Ruido de la maquinaria	40	dB	El operario de los transportes puede estar sometido a ruidos y vibraciones que pueden ser nocivos a su salud, siempre y cuando el camión este deteriorado, si esta en buen estado de mantenimiento, este riesgo puede reducirse grandemente.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																										
Contratación de mano de obra local			Las comunidades cercanas a las plantaciones y la industria pueden verse beneficiadas, pues en la época de cosecha se requiere de personas y de transporte para llevar la materia prima a la industria.																						3	
<b>Aspectos económicos:</b>																										
Beneficio a las comunidades adyacentes			La economía de la región pudiera verse incrementada, ya que al emplear mano de obra local sus beneficios se incrementarían.																						3	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-5	-2	-5	0	-2	-3	-1	-3	-6	-5	-4	-3	-4	-2	-1	-2	-2	0	0	0	0	0	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-12																					0	
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																									-50	

**CUADRO 8.**

Inventario proyecto vivienda multifamiliar con madera de pino caribe. ETAPA: *Patio de almacenaje.*

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																					
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.			IA Social-cultural			IA Económico				IA Político institucional			
				IAsit	IAsag	IAsai	IAe	IAbn	IApf	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAfh	IAta	IAV	IArc	IAs	IAsi	IAbl	IAci	IAca	IAsph	IAsps
<b>PRODUCTO</b>																									
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																									
Almacenaje de las rolas de pino en el patio del aserradero	1.0	m3	La madera al llegar al aserradero es colocada en el patio de almacenaje principal, donde todas las rolas están desorganizadas y tienen corteza, luego es pasada al descortezador y clasificador, donde se ordenan por diámetro. En esta etapa se produce una gran cantidad de residuos de corteza y se consume mucha agua para mantener a las rola húmedas y evitar el deterioro por agente xilófagos.																						
<b>ENTRADAS</b>																									
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																									
Agua	10.0	lit	En los patios de almacenaje se utiliza agua en forma de lluvia para mantener las rolas húmedas y evitar el ataque de agentes xilófagos y manchadores. Esta agua es obtenida de la lluvia y almacenada en un tanque que luego es bombeada hacia los patios de rolas y luego recuperada.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																									
Montacargas, Jaibas	5	min	Son utilizados para movilizar las rolas de pino caribe dentro del aserradero y en este caso desde el camión de llegada hasta el patio de almacenaje y de allí a la descortezadora. El tiempo que le toma en descargar 1 m3 de madera, apilarlo y llevarlo a la descortezadora es de aproximadamente 5 min.	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	-1	1	2	1	0	0	0
Descortezadora	1	min	Es la máquina que se encarga de quitarle la corteza y clasificar la rola de pino caribe por diámetro. Y el tiempo que se tarda en descortezar 1 m3 de madera es de tan solo 1 min.	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																									
Energía eléctrica	3740.0	watts	Se utiliza para hacer funcionar las bombas para el asperjado de las rolas y que funcione la descortezadora. Si 1 m3 tarda un promedio en ser procesada de 0,17 h y esta parte de la planta consume un promedio de 22.000 watts/h, esta etapa consumiría 3740 watts	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SALIDA</b>																									
<b>Emisiones al aire:</b>																									
Partículas finas	10	gr	Al momento del descortezado se generan partículas finas que pueden llegar a los pulmones de los trabajadores si no cuentan con los implementos de seguridad adecuados.	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
<b>Vertidos al agua:</b>																									
Agua residuales	8	lit	Debido al asperjado con agua de las rolas se generan aguas residuales, que si bien en su mayor parte son recuperadas para luego volverlas a usar, mucha se filtran al suelo, escurren y/o evapora.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Emisiones al suelo:</b>																									
Residuos de corteza	0.066	m3	En esta etapa, la mayor cantidad de acumulación de residuos es debido al descortezado, el cual es aspirado y acumulado para su posterior uso en las plantaciones como abono o a las hojillas de las carreteras como corta fuego. Si se generan un promedio de corteza por cara rola de 6,6% se obtiene un residuo por m3 de 0,066 m3 de corteza.	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																									
Ruido de maquinaria	40	dB	El personal mas afectado por el ruido son los operarios de los cargadores frontales o jaibas, pues su cabina no es aislada, al contrario de los operarios de la descortezadora que su cabina es aislada y acondicionada adecuadamente.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0
<b>Aspectos sociales:</b>																									
Mano de obra	0.5	h	En esta etapa se usa poca mano de obra, uno que cubica al camión antes de descargarlo, otro que opera el cargador frontal y otro que opera la descortezadora.																					-1	
<b>Aspectos económicos:</b>																									
Mano de obra	0.5	h	En esta etapa se usa poca mano de obra, uno que cubica al camión antes de descargarlo, otro que opera el cargador frontal y otro que opera la descortezadora.																					1	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				3	2	-1	3	0	1	1	0	-3	0	0	0	0	-1	0	-1	0	3	2	2	0	0
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				7																					0
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																									11



**CUADRO 10.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Secado.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																					
				IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)				IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico			IA Político institucional			
				IAst/f	IAag	IAai	IAe	IAbn	IApt	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAV	IAc	IAS	IASi	IAbi	IAci	IAca	IAph	IAepa
<b>PRODUCTO</b>																									
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																									
Madera secada en estufa			La madera es secada en hornos especiales cuya capacidad es de aproximadamente 400 m3, durante el proceso un estimado de cuatro días para secar tabloncillos de 4 cm de espesor. En esta etapa es donde se consume la mayor cantidad de energía, se utiliza el gasoil para alimentar a la caldera, la cual utiliza agua para elevar la temperatura dentro de las cámaras por medio de intercambiadores de calor.																						
<b>ENTRADAS</b>																									
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																									
Hidrocarburos	155.0	lt	En esta etapa la caldera y los montacargas que transportan los paquetes de madera hacia las cámaras de secado y hacia los patios una vez seca la madera utilizan el gasoil como combustible, siendo la caldera la que usa la mayor cantidad de combustible. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes. Si se asume que un camión en promedio consume 0,5 lt/km de gasoil, se usaría un aproximadamente 10 lt para un recorrido de 20 Km y 10 lt de lubricantes cada 5000 km. Para el secado Proforca dispone de dos tanques de gasoil con una capacidad de 62.000 lt y para un promedio de funcionamiento de 4 días. Además los montacargas utilizados también utilizan el gasoil como combustible. Por lo que por cada m3 de madera se requiere aproximadamente 155 lt.	-1	-1	-2	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua			La caldera consume una gran cantidad de agua para generar el vapor necesario para secar y acondicionar la madera de pino caribe a un contenido de humedad adecuado, la cual proviene del acueducto y pozos. Pero la mayor cantidad es reciclada dentro del mismo sistema.	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																									
Vehiculos			Vehiculos de carga pesada para el traslado dentro de la industria de la madera en sus distintas fases.	-1	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																									
Energía eléctrica	120.0	Kwatt	A pesar de que la energía eléctrica utilizada en el país proviene de la generación hidroeléctrica y de que es considerada una de las energías menos impactantes en su uso, por ese mismo motivo, el utilizar la fuerza del agua para producir electricidad, y de las grandes sequías que se han producido por el cambio climático, han mermado mucho la generación y calidad del servicio, por lo que se debería pensar en el uso de energías alternativas como la solar. El uso de otro tipo de energía implicaría un aumento significativo en el impacto ambiental por la generación de importantes emisiones al ambiente. El consumo promedio de la secadora es de 500 Kwatt/h.	0	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>SALIDA</b>																									
<b>Emisiones al aire:</b>																									
Emisiones de Compuesto Orgánicos Volátiles	0.08	Kg	La madera al secarse emite al ambiente Compuestos Orgánicos Volátiles o por sus siglas en inglés VOC. Estos compuestos pueden formar entre otras cosas ozono troposférico y smog, además pueden ser tóxicos al humano, pudiéndose generar aproximadamente 0,08 Kg/m3 (Puettmann y Wilson (2005)).	0	0	-2	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-2	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	
<b>Vertidos al agua:</b>																									
<b>Emisiones al suelo:</b>																									
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																									
Ruido de la maquinaria y equipos en uso	40	dB	Los ventiladores y la caldera pueden emitir ruidos molestos, pero como el operador esta en un cubículo cerrado, no es afectado, solo los obreros que estén cerca del área.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	
Calor generado por la secadora	75	°C	El operador de secado al momento de hacer mediciones o comprobar el estado interno de los secadores debe introducirse a ellos y exponerse a elevadas temperaturas y gases generados por el mismo proceso. La temperatura de secado promedio para el pino caribe es de 75 grados centígrados.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	-1	0	0	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																									
<b>Aspectos económicos:</b>																									
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-2	-3	-4	1	0	0	0	0	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-2	0	0	0	0	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-8																					
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																									

**CUADRO 11.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Preservado.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																						
				IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico			IA Político institucional			
				IAs/t	IAs/g	IAs/l	IAs/e	IAbn	IAPf	IAds	IAce	IAaa	IAsc	IAt	IAta	IAtv	IAtc	IAs	IAsi	IAbi	IACi	IACA	IAPH	IAEps	IAT	IATin
<b>PRODUCTO</b>																										
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																										
Madera preservada			Esta etapa se considera una de las más impactantes de todo el proceso, pues utiliza productos químicos que son dañinos tanto al ambiente como al hombre																							
<b>ENTRADAS</b>																										
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																										
Agua	1.0	lt	Para hacer la mezcla y la retención correcta, el preservante hidrosoluble debe ser diluido adecuadamente con agua hasta obtener la concentración deseada.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																										
Líquido preservante	8	Kg	Dependiendo de las condiciones a donde va a estar sometida la madera en su uso va a depender la cantidad de preservante incluida dentro de la madera. Por lo general la retención requerida para el pino caribe en contacto con el suelo es de aproximadamente 8 kg/m3	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-2	-2	0	0	-1	0	0	0	0	0		
Montacargas			Para el transporte interno de los bultos de madera se requiere el uso de montacargas.	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																										
Electricidad	10.0	Kwatts	La electricidad requerida para este proceso no es elevada, solo se útil para el funcionamiento de los equipos electrónicos y las bombas de vacío y para mover el fluido preservante, así como el compresor para generar la presión requerida dentro del cilindro.	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>SALIDA</b>																										
<b>Emisiones al aire:</b>																										
emisiones producto de la evaporación del líquido preservante			Por ser el preservante utilizado hidrosoluble y la temperatura ambiente elevada se favorece la evaporación del líquido preservante	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0		
<b>Vertidos al agua:</b>																										
Residuos de líquido preservante	0.5	lt	Si el líquido preservante no es manipulado adecuadamente existen riesgos de que parte de ésta llegue a fuentes de agua subterráneas	-1	-1	0	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0			
residuos sólidos como los tambores donde 200 lt donde viene el preservante	0.1	Kg	Si no se disponen adecuadamente los residuos metálicos, como los recipientes donde es transportado el preservante, puede existir el riesgo de contaminación	-1	-1	0	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0		
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																										
Ruidos de procesos	10	dB	El ruido generado en este proceso proviene de las bombas y el compresor de aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Aspectos sociales:</b>																										
<b>Aspectos económicos:</b>																										
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-4	-5	-2	1	0	0	-2	0	-5	0	-3	-5	-1	0	0	-4	0	0	0	0	0		
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-10						-10									-4	0			0			
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa				-35																						

**CUADRO 12.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Almacenaje.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																				
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)				IA Salud Hum.			IA Social-cultural			IA Político institucional							
				IAsrt	IAsag	IAsai	IAbn	IAPf	IAds	IAce	IAaa	IACg	IAne	IAtH	IAIa	IAY	IARc	IAS	IAsi	IABl	IACi	IAca	IAPh	IAeps
<b>PRODUCTO</b>																								
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																								
Almacenaje de las pilas de maderas			Luego que la madera sale del proceso de aserrio, es almacenada a la espera del secado, luego que es secada, regresa al patio de almacenaje a la espera del tratamiento de preservación si éste es requerido, si no, espera hasta que le sea enviado al cliente.																					
<b>ENTRADAS</b>																								
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																								
Hidrocarburos	0.05	lt	En esta etapa los montacargas que transportan los paquetes de madera hacia los patios de almacenaje. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes.	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																								
Montacargas			Para el transporte interno de los bultos de madera se requiere el uso de montacargas.	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																								
<b>SALIDA</b>																								
<b>Emisiones al aire:</b>																								
Cox	0.0004	Kg	Es generado por los montacargas que introducen y sacan las pilas de madera en la zona de almacenaje	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Polvo	0.05	Kg	Es generado por los montacargas que introducen y sacan las pilas de madera en la zona de almacenaje	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vertidos al agua:</b>																								
<b>Emisiones al suelo:</b>																								
Madera			Madera para colocar como separador entre tabla y tabla al momento de formar la pila, la cual es recuperada luego al final del proceso cuando es embalada y flejada definitivamente y es retirado el separador para reutilizarlo	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																								
Ruido generado por la maquinaria			El ruido es generado mayoritariamente por los vehículos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	0	0	0	0
<b>Aspectos sociales:</b>																								
<b>Aspectos económicos:</b>																								
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-1	0	-3	0	0	2	1	0	-3	0	0	-1	-2	-2	-1	-2	-1	0	0	0	0
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-4			0			-8			-1			0			0					
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa				-13																				

**CUADRO 13.**

Inventario proyecto vivienda multifamiliar con madera de pino caribe. ETAPA: *Transporte hacia la industria de Madera Laminada Encolada.*

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																				
				IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)				IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico			IA Político Institucional		
				IAst	IAag	IAal	IAe	IAbn	IApf	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAv	IArc	IAS	IASi	IAbi	IAci	IAca	IAph
<b>PRODUCTO</b>																								
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																								
Transporte desde la industria del aserrío hasta la industria de la	20.0	Km	El transporte desde la industria del aserrío hasta la industria de la MLE, asumiendo que estén en sitios distintos, puede realizarse en gandolas de tres ejes, con plataforma de 13 m de largo y una capacidad de carga de 24 Tm, lo que permitiría transportar unos 50 m3 de madera aserrada aproximadamente. Si se asume que la industria de la MLE este en el mismo complejo industrial el transporte se realizaría con montacargas. Como lo primero es lo más desfavorable se va a asumir esta alternativa, suponiendo que la industria no esta tan alejada.																					
<b>ENTRADAS</b>																								
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																								
Hydrocarburos	0.03	lt	En esta etapa se usan distintos tipos de vehículos pesados y todos usan el gasoil como combustible. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes. Si se asume que un camión en promedio consume 0,5 lt/km se usaría un promedio de 50 lt de gasoil para recorrer 100 Km y 10 lt de lubricantes cada 5000 km. Por lo que para transportar 1 m3 de madera se debe necesitar un promedio de	-1	-1	-2	0	-1	-1	0	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																								
Gandola	1	Un.	Se utilizan gandolas de tres ejes, las cuales tienen una plataforma de 13 m x 2,5 m x 3,9 m, con una capacidad de 24 Tm y aproximadamente 50 m3 de madera aserrada de pino caribe.	-3	-1	-1	0	-1	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-2	-1	-1	1	0	0	1	0	0
<b>SALIDA</b>																								
<b>Emisiones al aire:</b>																								
Emisiones COx, NOx, entre otros	850	gr	El uso de vehículos pesados que usan el gasoil como combustible, a pesar de que sus emisiones son menores a los que usan como combustible gasolina, son los que generan las emisiones más importantes de estos gases al aire en esta zona. Aunado a esto el tránsito de camiones levanta partículas finas de polvo de las carreteras de arena que pueden afectar las vías respiratorias de los trabajadores. Un camión puede emitir aproximadamente 170 gr/km recorrido y en cada viaje lleva unos 20 m3 de madera en rolas, y si la distancia promedio de desplazamiento es de unos 100 km, se puede decir que por cada m3 un camión emite 85 gr/m3 aproximadamente.	-1	0	-2	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																								
Ruido de la maquinaria	40	dB	El operario de los transportes puede estar sometido a ruidos y vibraciones que pueden ser nocivos a su salud, siempre y cuando el camión este deteriorado, si esta en buen estado de mantenimiento, este riesgo puede reducirse grandemente.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0
<b>Aspectos sociales:</b>																								
Contratación de mano de obra local			Las comunidades cercanas a las plantaciones y la industria pueden verse beneficiadas, pues en la época de cosecha se requiere de personas y de transporte para llevar la materia prima a la industria.																					3
<b>Aspectos económicos:</b>																								
Beneficio a las comunidades adyacentes			La economía de la región pudiera verse incrementada, ya que al emplear mano de obra local sus beneficios se incrementarían.																					3
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-5	-2	-5	0	-2	-3	-1	-3	-6	-5	-4	-3	-4	-2	-1	-2	-2	0	0	0	0
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-12							-24													0
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																								-50

**CUADRO 14.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Almacenaje.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																					
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.			IA Social-cultural		IA Económico	IA Político institucional							
				IASit	IAag	IAai	IAe	IAbn	IAPf	IAds	IACE	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAv	IArc	IAS	IASi	IAbi	IAci	IACA	IAPH	IAeps
<b>PRODUCTO</b>																									
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																									
Almacenaje de las pilas de maderas			Luego que la madera es recibida de la industria del aserrío, es almacenada en galpones a la espera de su procesamiento y transformación en MLE																						
<b>ENTRADAS</b>																									
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																									
Hydrocarburos			En esta etapa los montacargas que transportan los paquetes de madera hacia los patios de almacenaje. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes.	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																									
Montacargas			Para el transporte interno de los bultos de madera se requiere el uso de montacargas.	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																									
<b>SALIDA</b>																									
<b>Emisiones al aire:</b>																									
Cox	0.0004	Kg	Es generado por los montacargas que introducen y sacan las pilas de madera en la zona de almacenaje	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Polvo	0.05	Kg	Es generado por los montacargas que introducen y sacan las pilas de madera en la zona de almacenaje	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Vertidos al agua:</b>																									
<b>Emisiones al suelo:</b>																									
Flejes			Flejes metálicos proveniente del embalaje, son 100% reciclable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																									
Ruido generado por la maquinaria			El ruido es generado mayoritariamente por los vehículos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																									
<b>Aspectos económicos:</b>																									
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-1	0	-3	0	0	0	0	-3	0	0	-1	-2	-2	-1	-2	-1	0	0	1	0	0	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-4				-3				-8			-1			1			0				
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																						-15			

**CUADRO 15.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
*Clasificación,  
cepillado, lijado y  
habilitado.*

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																					
				IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)				IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico	IA Político institucional					
				IAs/f	IAs/g	IAs/i	IAs/e	IAs/n	IAs/pf	IAs/ds	IAs/ce	IAs/aa	IAs/cg	IAs/he	IAs/h	IAs/a	IAs/v	IAs/c	IAs/s	IAs/i	IAs/bl	IAs/cl	IAs/ca	IAs/ph	IAs/eps
<b>PRODUCTO</b>																									
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																									
Obtención de madera para el proceso del laminado			La madera es desembalada y clasificada para determinar si es apta para la fabricación de la MLE, luego se cepilla al espesor definitivo, se lija para eliminar las marcas del cepillado y por último la pieza es habilitada, es decir se corta tanto en ancho como en longitud para obtener la dimensión definitiva de la pieza que va a conformar la MLE.																						
<b>ENTRADAS</b>																									
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																									
Hydrocarburos			En esta etapa los montacargas que transportan los paquetes de madera desde la zona de almacenaje hacia el área productiva. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes.	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																									
Resina fenólica			Por ser el fenol formaldehído la resina más adecuada, se toma ésta en este ejercicio	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Materiales metalúrgicos			Todos los materiales que conforman las herramientas cortantes como los discos, cuchillas y fresas.	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria de corte			En este proceso se utilizan la cepilladora para dar el espesor a cada una de las tablas, la sierra de banco para dar el ancho a cada una de las tablas, la tronzoadora para dar el largo a cada una de las tablas, el escoplo para hacer las cajas y el trompo para contornear la pieza	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																									
Energía eléctrica	60.0	Kwatt	El consumo aproximado de la carpintería industrial es de unos 120 Kwatt/h. Un metro cúbico de madera es procesada en aproximadamente en 30 min, por lo que el consumo sería de 60 Kwatt	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SALIDA</b>																									
<b>Emisiones al aire:</b>																									
Pollo fino de aserrín			Se genera una gran cantidad de polvo de aserrín, pero es aspirado y llevado a contenedores seguros, donde luego es retirado y reciclado	1	0	-1	1	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
<b>Vertidos al agua:</b>																									
<b>Emisiones al suelo:</b>																									
Aserrín			Se genera una gran cantidad de aserrín, pero es aspirado y llevado a contenedores seguros, donde luego es retirado y reciclado	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Restos de madera			Los residuos de madera generados en este proceso pueden ser reciclados para formar tableros o para artesanía.	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Residuos metalúrgicos			Cuando se daña una sierra o un elemento cortante es desechado, pero puede ser reciclado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																									
Ruidos de maquinarias			Todas las sierras utilizada generan ruido, por lo que el operario debe usar protección para los oídos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																									
Seguridad industrial			Al obrero debe ser dotado con los implementos necesarios para su seguridad como tapaboca, tapones para los oídos, lentes de seguridad y vestimenta apropiada																						
<b>Aspectos económicos:</b>																									
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				2	1	-3	3	-1	2	-1	0	-2	1	0	0	-1	-2	1	-1	-2	0	0	1	0	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				3																				0	
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																									

**CUADRO 16.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Encolado y  
prensado.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																						
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.			IA Social-cultural			IA Económico		IA Político institucional						
				IAS/n	IAag	IAai	IAe	IAbn	IApf	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAV	IArc	IAS	IASi	IAbi	IAci	IAca	IAph	IAeps	IAf
<b>PRODUCTO</b>																										
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																										
Madera Laminada Encolada			Se obtiene la madera laminada en encolada "bruto" de acuerdo a las especificaciones técnicas requeridas y del elemento resistente.																							
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																										
Agua	10.0	lt	Cantidad de agua requerida para la limpieza de las maquinarias y herramientas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																										
Fenol formaldehído	0.2	Kg	Cantidad de adhesivo requerido para el encolado. Para encolar 1 m2 se requiere de aproximadamente 200 gr de resina	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	
Aceites y lubricantes	0.5	lt	Son requeridos para hacerle mantenimiento a la maquinaria y las herramientas usadas en el proceso	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kerosene	1.0	lt	Es requerido para hacerle el mantenimiento a las maquinarias usadas	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Detergentes	0.4	Kg	Para limpiar las herramientas y equipos	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																										
Energía eléctrica	5.0	Kwatts	Cantidad de energía requerida para el proceso de encolado y prensado	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>SALIDA</b>																										
<b>Emisiones al aire:</b>																										
formaldehído	0.002	Kg	Por cada m3 de madera laminada fabricada se emiten aproximadamente 0,0022 Kg de formaldehído	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	
<b>Vertidos al agua:</b>																										
Agua de procesos			Es el agua que se genera por el mantenimiento de limpieza realizado a los equipos	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Emisiones al suelo:</b>																										
Barriles desechados			El adhesivo viene en barriles de 200 Kg, al utilizarse son desechados. Pueden ser reciclado.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																										
Ruidos generado por la maquinaria	20	dB	La maquinaria puede generar ruidos molestos, pero en su mayoría son reducidos, el sitio donde se concentran más los ruidos en el área de maquinado del finger joint	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	1	0	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																										
<b>Aspectos económicos:</b>																										
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	-4	0	0	-2	-1	-1	0	-1	1	0	0	0	0	0	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-6							-4						-5			1					0	
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																										-14

**CUADRO 17.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Cepillado, lijado y  
acabado.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																					
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.				IA Social-cultural		IA Económico				IA Político institucional			
				IAs/t	IAs/g	IAs/l	IAbn	IAs/pf	IAs/ds	IAs/ce	IAs/aa	IAs/cg	IAs/he	IAs/th	IAs/ta	IAs/v	IAs/rc	IAs/s	IAs/i	IAs/bl	IAs/ci	IAs/ca	IAs/ph	IAs/eps	IAs/f
<b>PRODUCTO</b>																									
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																									
Dimensionado final de la MLE			Luego que es elaborada la MLE, esta debe ser llevada a las dimensiones finales y darle el acabado adecuado a la superficie																						
<b>ENTRADAS</b>																									
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																									
Agua			Se utiliza el agua para limpiar las superficies y áreas de trabajo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																									
Lija			Se utiliza para dejar la superficie lisa	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Materiales metalúrgicos			Todos los materiales que conforman las herramientas cortantes como los discos, cuchillas y fresas.	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Solventes			Son utilizados para adelgazar las pinturas y barnices, así como limpiar las maquinarias, herramientas y utensilios usados en el proceso de acabado.	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																									
Energía eléctrica			Cantidad de energía requerida para el proceso de cepillado, lijado y acabado.	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
<b>SALIDA</b>																									
<b>Emisiones al aire:</b>																									
Polvo de aserrín			Se genera una gran cantidad de polvo de aserrín debido al lijado y cepillado, por lo que si el operador no utiliza los implementos de seguridad adecuado puede verse afectado su sistema respiratorio.	1	0	-1	1	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0		
<b>Vertidos al agua:</b>																									
Aguas residuales			Es el agua que se genera por el mantenimiento de limpieza realizado a los equipos	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Emisiones al suelo:</b>																									
Aserrín			Se genera una cantidad moderada de aserrín, pero es aspirado y llevado a contenedores seguros, donde luego es retirado y reciclado	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
Residuos de MLE			Es probable que la MLE deba ser cortada para llevarla a las dimensiones definitivas. Estos retazos pueden ser reciclado para tableros aglomerados	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																									
Ruido de maquinarias			Se genera mucho ruido al momento de ser cepillada y lijada la madera, por lo que si el obrero no utiliza los implementos de seguridad adecuado puede verse afectado su sistema auditivo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0		
<b>Aspectos sociales:</b>																									
Seguridad industrial			La industria debe darle a sus obreros y operarios los implementos de seguridad adecuado para evitar el deterioro de su salud.																				3		
<b>Aspectos económicos:</b>																									
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				1	1	-2	4	-1	2	-1	0	-4	0	0	1	1	-1	0	-1	-2	0	0	0		
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				4											0								0		
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																							-2		

**CUADRO 18.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Almacenaje.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IA <sub>sp</sub> usando escala transformación																					
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.			IA Social-cultural			IA Económico		IA Político institucional					
				IA <sub>sl</sub>	IA <sub>ag</sub>	IA <sub>ai</sub>	IA <sub>e</sub>	IA <sub>bn</sub>	IA <sub>pf</sub>	IA <sub>ds</sub>	IA <sub>ce</sub>	IA <sub>aa</sub>	IA <sub>cg</sub>	IA <sub>he</sub>	IA <sub>th</sub>	IA <sub>ta</sub>	IA <sub>v</sub>	IA <sub>rc</sub>	IA <sub>s</sub>	IA <sub>si</sub>	IA <sub>di</sub>	IA <sub>ci</sub>	IA <sub>ca</sub>	IA <sub>ph</sub>	IA <sub>ept</sub>
<b>PRODUCTO</b>																									
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																									
Almacenaje de las pilas de maderas			Luego que la MLE es obtenida, es almacenada a la espera a la espera de que le sea enviado al cliente.																						
<b>ENTRADAS</b>																									
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																									
Hidrocarburos			En esta etapa los montacargas que transportan la MLE hacia los patios de almacenaje son los que utilizan el gasoil proveniente del petróleo. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes.	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																									
Montacargas			Para el transporte interno de los bultos de MLE se requiere el uso de montacargas.	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																									
<b>SALIDA</b>																									
<b>Emisiones al aire:</b>																									
Cox	0.0004	Kg	Es generado por los montacargas que introducen y sacan las pilas de madera en la zona de almacenaje	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polvo	0.05	Kg	Es generado por los montacargas que introducen y sacan las pilas de madera en la zona de almacenaje	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vertidos al agua:</b>																									
<b>Emisiones al suelo:</b>																									
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																									
Ruido generado por la maquinaria			El ruido es generado mayoritariamente por los vehículos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Aspectos económicos:</b>																									
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-1	0	-3	0	0	0	0	0	-3	0	0	-1	-2	-2	-1	-2	-1	0	0	0	0	0
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-4							-3					-8				-1		0		0	
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																									-16

**CUADRO 19.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
*Transporte hacia  
la industria de la  
construcción.*

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																						
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico				IA Político institucional			
				IAs/t	IAs/g	IAs/l	IAs/e	IAs/n	IAs/pf	IAs/ds	IAs/ce	IAs/aa	IAs/cg	IAs/he	IAs/th	IAs/ta	IAs/v	IAs/rc	IAs/s	IAs/i	IAs/bi	IAs/cl	IAs/ca	IAs/ph	IAs/eps	IAs/f
<b>PRODUCTO</b>																										
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																										
Transporte desde la industria de la MLE hasta la Industria de la Construcción	20.0	Km	El transporte desde la industria del aserrío hasta la industria de la MLE, asumiendo que estén es sitios distintos, puede realizarse en gandolas de tres ejes, con plataforma de 13 m de largo y una capacidad de carga de 24 Tm.																							
<b>ENTRADAS</b>																										
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																										
Hydrocarburos	0.03	lt	En esta etapa se usan distintos tipos de vehículos pesados y todos usan el gasoil como combustible. De un barril de petróleo de 159 lt se puede extraer 34 lt de gasoil y 15 litros de lubricantes. Si se asume que un camión en promedio consume 0,5 lt/km se usaría un promedio de 50 lt de gasoil para recorrer 100 Km y 10 lt de lubricantes cada 5000 km. Por lo que para transportar 1 m3 de madera se debe necesitar un promedio de	-1	-1	-2	0	-1	-1	0	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																										
Gandola	1	Un.	Se utilizan gandolas de tres ejes, las cuales tienen una plataforma de 13 m x 2,5 m x 3,9 m, con una capacidad de 24 Tm y aproximadamente 50 m3 de madera aserrada de pino caribe.	-3	-1	-1	0	-1	-2	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-2	-1	-1	1	0	0	1	0	0	0	
<b>SALIDA</b>																										
<b>Emisiones al aire:</b>																										
Emisiones COx, NOx, entre otros	850	gr	El uso de vehículos pesados que usan el gasoil como combustible, a pesar de que sus emisiones son menores a los que usan como combustible gasolina, son los que generan las emisiones más importantes de estos gases al aire en esta zona. Aunado a esto el tránsito de camiones levanta partículas finas de polvo de las carreteras de arena que pueden afectar las vías respiratorias de los trabajadores. Un camión puede emitir aproximadamente 170 gr/km recorrido y en cada viaje lleva unos 20 m3 de madera en rolas, y si la distancia promedio de desplazamiento es de unos 100 km, se puede decir que por cada m3 un camión emite 85 gr/m3 aproximadamente.	-1	0	-2	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																										
Ruido de la maquinaria	40	dB	El operario de los transportes puede estar sometido a ruidos y vibraciones que pueden ser nocivos a su salud, siempre y cuando el camión este deteriorado, si esta en buen estado de mantenimiento, este riesgo puede reducirse grandemente.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																										
Contratación de mano de obra local			Las comunidades cercanas a las plantaciones y la industria pueden verse beneficiadas, pues en la época de cosecha se requiere de personas y de transporte para llevar la materia prima a la industria.																						3	
<b>Aspectos económicos:</b>																										
Beneficio a las comunidades adyacentes			La economía de la región pudiera verse incrementada, ya que al emplear mano de obra local sus beneficios se incrementarían.																						3	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-5	-2	-5	0	-2	-3	-1	-3	-6	-5	-4	-3	-4	-2	-1	-2	-2	0	0	0	0	0	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-12																					0	
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																										-50

**CUADRO 20.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Maquinado y  
lijado.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																						
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico		IA Político institucional					
				IAs/n	IAs/g	IAs/al	IAs/e	IAs/bn	IAs/pt	IAs/ds	IAs/ce	IAs/aa	IAs/cg	IAs/he	IAs/th	IAs/ta	IAs/v	IAs/c	IAs/s	IAs/i	IAs/bl	IAs/ci	IAs/ca	IAs/ph	IAs/eps	IAs/f
<b>PRODUCTO</b>																										
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																										
Maquinado y lijado final	1.0	m2	Si en la industria de la MLE no se le realizaron los orificios donde van a ir los herrajes, éstos son realizados en obra, ya es el último maquinado que se realiza luego se lija																							
<b>ENTRADAS</b>																										
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																										
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																										
Lija	0,02	Un	Se utiliza para dejar la superficie lisa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Materiales metalúrgicos	0,1	Kg	Todos los materiales que conforman las herramientas cortantes como los discos, cuchillas y fresas.	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																										
Energía eléctrica	200.0	watts	Cantidad de energía requerida para el proceso de maquinado y lijado.	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>SALIDA</b>																										
<b>Emisiones al aire:</b>																										
Polvo de aserrín	2	gr	Se genera una gran cantidad de polvo de aserrín debido al lijado y cepillado, por lo que si el operador no utiliza los implementos de seguridad adecuado puede verse afectado su sistema respiratorio.	0	0	-1	1	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	
<b>Vertidos al agua:</b>																										
<b>Emisiones al suelo:</b>																										
Aserrín	5	gr	Se genera una cantidad moderada de aserrín, pero es aspirado y llevado a contenedores seguros, donde luego es retirado y reciclado	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	
Residuos de MLE	1	Kg	Es probable que la MLE deba ser cortada para llevarla a las dimensiones definitivas. Estos retazos pueden ser reciclado para tableros aglomerados	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																										
Ruido de maquinarias	40	dB	Es probable que la MLE deba ser cortada para llevarla a las dimensiones definitivas. Estos retazos pueden ser reciclado para tableros aglomerados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																										
Seguridad industrial			La industria debe darle a sus obreros y operarios los implementos de seguridad adecuado para evitar el deterioro de su salud.																						1	
<b>Aspectos económicos:</b>																										
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				0	1	0	1	-1	1	-1	0	-1	0	0	1	1	-1	0	-1	-4	0	0	0	0	0	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				2																					0	
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																										-4

**CUADRO 21.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Instalación o  
montaje.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																							
				IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)				IA Salud Hum.				IA Social-cultural				IA Económico				IA Político institucional			
				IAs/f	IAs/g	IAs/i	IAs/e	IAs/n	IAs/pf	IAs/s	IAs/ce	IAs/aa	IAs/cg	IAs/he	IAs/th	IAs/ta	IAs/v	IAs/rc	IAs/s	IAs/i	IAs/bl	IAs/cl	IAs/ca	IAs/ph	IAs/ps	IAs/f	IAs/im
<b>PRODUCTO</b>																											
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																											
instalación de los elementos laminados encolados	1.0	m2	En esta etapa se ensamblan, fijan y se les da el acabado final a todo el conjunto que va a formar la vivienda multifamiliar de baja altura.																								
<b>ENTRADAS</b>																											
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																											
Agua	1.0	lt	Se utiliza el agua para limpiar las superficies y áreas de trabajo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																											
Herrajes (clavos, pernos, pletinas, etc.)	0,07	Kg	Para hacer las uniones se utilizan herrajes metálicos de distintas formas y tamaños	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Grúa	0,1	h	Como la MLE es larga se debe hacer uso de grúas para su montaje	-1	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0			
Gasoil	0,002	lt	El Gasoil se utiliza como combustible para la maquinaria pesada, como la grúa	-1	0	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0			
Pinturas	0,001	Gl	Se utilizan para darle el acabado definitivo a la estructura	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0			
Lija	0,02	Un	Se utilizan para darle el acabado definitivo a la estructura	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																											
<b>SALIDA</b>																											
<b>Emisiones al aire:</b>																											
Solventes	0,1	lt	Son utilizados para adelgazar las pinturas y barnices, así como limpiar las maquinarias, herramientas y utensilios usados en el proceso de acabado.	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0			
Emisiones por el uso de maquinaria pesada como las grúas	0,02	gr	Este tipo de maquinaria generan emisiones de Cox y otros compuestos al ambiente por su uso.	-1	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0			
Emisiones de pequeñas partículas de aserrín	0,2	gr	Al darle el acabado final, se requiere lijar en algunos sitios lo que genere el polvo de aserrín, que pueden ser peligrosos a la salud si no son tomadas las previsiones necesarias.	0	0	-1	1	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0			
Emisiones de CO2 y otros gases	0,002	gr	Son emitidas por todos las maquinarias de combustión interna utilizadas en este proceso de montaje.	-1	0	-2	0	0	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0			
<b>Vertidos al agua:</b>																											
<b>Emisiones al suelo:</b>																											
Potes metálicos y/o plásticos de pintura	0,3	Kg	Son desechados los pots metálicos o plásticos donde vienen la pintura, los solventes, etc. Si no son reciclados convenientemente se convierten en un problema de desechos sólidos.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0			
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																											
Ruido debido a maquinarias	40	dB	En este proceso, las maquinarias causan ruidos molestos, así como las operaciones de ensamblaje, martillado, maquinado, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0			
<b>Aspectos sociales:</b>																											
Mano de obra																								3			
<b>Aspectos económicos:</b>																											
Mano de obra																								3			
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-5	1	-9	0	-1	1	-1	-1	-10	-3	-2	-1	-4	-3	0	-3	-6	0	0	0	0			
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-13				-17				-11				-6				0							
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa				-47																							

**CUADRO 22.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Uso.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																								
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)						IA Salud Hum.			IA Social-cultural			IA Económico		IA Político institucional							
				IAS/I	IAag	IAal	IAe	IAbn	IApf	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAV	IArc	IAS	IASi	IAbl	IAci	IAca	IAph	IAepS	IAf	IAain	
<b>PRODUCTO</b>																												
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																												
Vivienda multifamiliar de baja altura																												
<b>ENTRADAS</b>																												
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																												
Agua			Consumo de agua durante toda la vida de la edificación	-1	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Gas			Consumo de gas durante toda su vida de la edificación	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																												
Vivienda				-1	-1	1	0	1	2	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	3	3	3	3	
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																												
Consumo energético			Consumo energético durante toda la vida de la edificación	0	-1	1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>SALIDA</b>																												
<b>Emisiones al aire:</b>																												
Emisiones de CO2			Emisiones de CO2 durante toda la vida de la edificación	0	0	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Vertidos al agua:</b>																												
Aguas residuales			Aguas residuales generadas durante toda la vida de la edificación	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<b>Emisiones al suelo:</b>																												
Desechos sólidos generados por los habitantes			Desechos sólidos generados durante toda la vida de la edificación	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																												
<b>Aspectos sociales:</b>																												
Habitantes			Los usuarios se benefician de una construcción sostenible y de bajo impacto ambiental, cálida, cómodo y digna.																								3	
<b>Aspectos económicos:</b>																												
Costo final vivienda, ahorro en el consumo energético			Este tipo de vivienda es más económica que una tradicional																								3	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-4	-6	-1	-1	1	2	-2	0	-2	-1	-3	-2	-2	0	1	1	0	0	0	3	3	3	3	7	
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación																												
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																												

**CUADRO 23.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Mantenimiento.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																					
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico		IA Político institucional				
				IAs/f	IAs/g	IAs/l	IAs/e	IAs/n	IAs/pf	IAs/ds	IAs/ce	IAs/aa	IAs/cg	IAs/he	IAs/th	IAs/ta	IAs/v	IAs/c	IAs/s	IAs/l	IAs/bl	IAs/cl	IAs/ca	IAs/ph	IAs/ps
<b>PRODUCTO</b>																									
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																									
Mantenimiento de la vivienda multifamiliar			Periódicamente es necesario realizar mantenimiento a la estructura de madera, debe ser pintada, reparada y hacerle un diagnóstico para determinar el estado de la estructura.																						
<b>ENTRADAS</b>																									
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																									
Agua			Agua requerida para limpiar las paredes y eliminar pintura vieja	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Madera			En caso de necesitar una reparación o sustitución de alguna pieza se requiere de madera	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																									
Pinturas			Pinturas necesarias para darle acabado a la superficie interna y externa del edificio	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Lija			Se utiliza para eliminar pintura adherida y eliminar la superficie dañada	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herrajes (clavos, pernos, pletinas, etc.)			Se substituyen los herrajes que presenten síntomas de oxidación o deterioro	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																									
<b>SALIDA</b>																									
<b>Emisiones al aire:</b>																									
Emisiones de VOC			La pintura puede emitir VOC dañinas tanto al hombre como al ambiente, por lo que se recomienda el uso de pinturas amigables con el medio ambiente	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vertidos al agua:</b>																									
<b>Emisiones al suelo:</b>																									
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																									
Ruido generado por la herramientas y maquinarias en uso			En el proceso de mantenimiento es probable que se genere ruido proveniente de las herramientas usadas para este fin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	
<b>Aspectos sociales:</b>																									
Mano de obra			Se emplea mano de obra local para hacer el mantenimiento periódico																					3	
<b>Aspectos económicos:</b>																									
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				0	1	-3	0	1	1	-1	0	-4	-1	0	-1	-1	0	0	-1	1	1	0	3	0	0
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación						-2						-4									2		3		0
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																									-4

**CUADRO 24.**  
Inventario  
proyecto  
vivienda  
multifamiliar con  
madera de pino  
caribe. ETAPA:  
Disposición final,  
re-utilización,  
reciclado,  
incineración, etc.

Nombre	Cant.	Un.	Comentarios	Valoración de la Etapa según indicador IAsp usando escala transformación																										
				IA Recursos Naturales			IA Ecosistemas (PM)					IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico		IA Político institucional									
				IAst	IAsg	IAal	IAe	IAbn	IApf	IAds	IAce	IAaa	IAcg	IAhe	IAth	IAta	IAV	IArc	IAS	IASi	IAbl	IAci	IAca	IAph	IAeps	IAf	IAain			
<b>PRODUCTO</b>																														
<b>Salidas conocidas a la tecnosfera. Productos Co-productos (residuos MP otra industria):</b>																														
Fin de la vida del edificio			Al final de la vida útil de la edificación, ésta puede ser deconstruida y sus partes recicladas y reutilizada para otras edificaciones.																											
<b>ENTRADAS</b>																														
<b>Entradas conocidas desde la naturaleza:</b>																														
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles):</b>																														
Equipo de desmantelado (sierras, pala de cabra, etc.)			Son todas las herramientas usadas para el desmantelado de las construcción	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	-1	-1	1	0	1	-1	1	0	1		
Camiones			Los camiones que se requieren para el traslado del material a su sitio definitivo	-1	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad / calor):</b>																														
<b>SALIDA</b>																														
<b>Emisiones al aire:</b>																														
Emisiones de CO2			Los camiones y herramientas que utilicen combustible fósil generan diversas emisiones al ambiente, entre ellas el CO2	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Polvo y aserrín			Se genera polvo por el uso de maquinaria pesada y aserrín al momento de cortar alguna pieza	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Vertidos al agua:</b>																														
<b>Emisiones al suelo:</b>																														
Madera			Se generan residuos de madera, pero todos pueden ser reutilizados o reciclados	-1	0	-1	1	1	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Herrajes			Los herrajes pueden ser reutilizados o llevado a la siderúrgica para ser reciclados.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
Otros			Cantidad diversa de desechos que pueden generarse	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Emisiones no materiales (ruido, calor, etc.):</b>																														
Ruido generado por la maquinaria en uso				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Aspectos sociales:</b>																														
Mano de obra			Se contrata gran cantidad de mano de obra para el desmontaje de la estructura																			3								
<b>Aspectos económicos:</b>																														
Beneficio generado por el reciclado y reutilizado			Todas las piezas en buen estado puede ser vendidas, lo que generaría un beneficio económico adicional.																			3								
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales que conforman los principales indicadores.				-3	-1	-6	3	1	1	0	0	-5	0	0	-4	-3	-1	1	-3	-2	1	0	2	-1	1	0	1			
Suma parcial de la valoración de impactos ambientales en la Etapa obtención de las trozas de pino Caribe en plantación				-7								-3								-10			-1			2				1
Suma total (Puntuación Única) de la valoración de los impactos ambientales de esta Etapa																						-18								

Al final de todo el proceso de diagnóstico, evaluación y análisis debidamente reportados y valorados en cada planilla para cada una de las etapas que conforman todo el Sistema Producto (Cuadros 6 al 24), se transcriben estos valores totales en el cuadro 25 donde se hace el resumen de la valoración de los impactos para luego sumarlos y obtener al final la Puntuación Única Total de todo el Sistema Producto. El resultado de cada valoración de los impactos, ha sido una labor técnica y consensuada entre los expertos evaluadores según cada escenario particular de la etapa correspondiente.

Además, del cuadro 25 se realiza otra donde se expresa el resumen de los resultados del Análisis del Ciclo de Vida (Cuadro 26), en esta tabla se incluyen observaciones, fortalezas y debilidades del Sistema Producto de acuerdo a los resultados obtenidos; determinando el valor del Impacto Ambiental Total de toda la etapa (IATT) por la sumatoria del valor calculado en la ecuación (Ec.5) más los otros impactos que los investigadores hallan considerado importante incluir en el cuadro 5.

Luego de obtenido este valor para cada una de las etapas se realiza la sumatoria algebraica y el resultado representará la Puntuación Única Total del Sistema Producto; después el valor obtenido es multiplicado por el factor de los pesos ambientales ( $\rho$ ). Los valores de  $\rho$  están dados por el cuadro 3 y corresponde un valor para cada una de las etapas estudiadas. Al final se hace la sumatoria algebraica de todos los resultados, obteniendo así el Impacto Ambiental Total del Sistema Producto (IATsp) determinado. Este valor puede ser utilizado para comparar distintos métodos de ACV y está definida en la ecuación (Ec.2).

Finalmente, con desarrollo del ACV-Coclowen Preliminar Simplificado y a la intervención del grupo de trabajo se pudo determinar que de las siete alternativas planteadas en un principio, la alternativa A2 (sistema estructural de entramado integral más materiales tradicionales) fue la propuesta más adecuada para el grupo de personas que

conforman la OCV Gran Oasis, de acuerdo a un tiempo y un espacio muy particularizado. En estos primeros análisis se pudo apreciar que la etapa que más impactaban al ambiente fue la extracción y transporte de la materia prima de las plantaciones al aserradero (-24) (Cuadros 6, 25 y 26), siendo la decisiva y determinante entre las distintas alternativas, el proceso industrial, el cual varía de acuerdo a las distintas alternativas examinadas. Todo esto permitió realizar el ACV-Coclowen Complejo a la alternativa A2; siendo este ACV más específico ya que toma en cuenta más variables del proceso de fabricación, pues fue en este aspecto que varió más al momento de hacer la comparación inicial entre las alternativas propuestas, sin querer decir con esto que no se fue riguroso en las evaluaciones de las otras etapas.

De todo lo antes dicho se puede apreciar que la etapa más impactante durante todo el ciclo de vida del producto fue la del transporte (-50) (Cuadro 26), tanto de las plantaciones a la industria como de la industria al sitio de instalación, esto motivado principalmente a que el parque automotor de carga pesada para realizar estos traslados de vieja data, por lo que su impacto en general es mayor que si fueran camiones nuevos, aunado al hecho de que transita en su mayoría por caminos de tierras desprovistos de protección.

En el cuadro 26 se puede apreciar que la segunda actividad de mayor impacto es la etapa de instalación o montaje de la vivienda (-47); ya que se requiere de movimientos de tierras, desmalezamiento y otras actividades que alteran y afectan tanto al entorno circundante como al ser humano.

Se puede afirmar que el ACV-Coclowen Complejo arrojó como resultado que el procesamiento de la materia prima dentro de la industria (etapas 3 a la 14) fue la actividad que más impacto, con una puntuación de -204 (Cuadro 26). Esto también se debe principalmente que las maquinarias y tecnologías empleadas para el procesamiento y aprovechamiento de la materia prima, en general, están desactualizadas y si se instalaran nuevas maquinarias, con un consecuente

**CUADRO 25.**

Resumen de la valoración de los impactos y la determinación de la Puntuación Única del sistema producto de una vivienda multifamiliar de baja altura con madera de pino caribe. Fuente: Elaboración propia.

ETAPAS	IA Recursos Naturales				IA Ecosistemas (PM)							IA Salud Hum.				IA Social-cultural			IA Económico	IA Político institucional				Impacto Social	Impacto Económico	
	IAS/t	IAag	IAai	IAe	IAbn	IApf	IA ds	IA ce	IA aa	IA cg	IA he	IAth	IAta	IAV	IArc	IAS	IASi	IAbi	IAci	IAca	IAph	IAeps	IAf			IAain
1 Siembra y cosecha.	-13	-9	-4	12	8	4	5	-9	-9	-5	-9	-4	-10	-3	-2	-5	-4	6	1	10	0	9	0	4	2	3
	-14				-15							-24				3			13							
	-27																									
2 Transporte desde las plantaciones hacia la industria primaria de aserío.	-5	-2	-5	0	-2	-3	-1	-3	-6	-5	-4	-3	-4	-2	-1	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	-12				-24							-12				-2			0							
	-50																									
3 Patio de almacenaje.	3	2	-1	3	0	1	1	0	-3	0	0	0	0	-1	0	-1	0	3	2	2	0	0	0	0	-1	1
	7				-1							-2				5			0							
	11																									
4 Procesado y mecanizado.	2	0	0	2	1	3	0	-1	0	1	1	-1	0	-1	0	-1	-5	0	0	2	0	2	0	0	1	1
	4				5							-3				-5			2							
	5																									
5 Secado.	-2	-3	-4	1	0	0	0	0	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-8				-5							-8				-2			0							
	-23																									
6 Preservado.	-4	-5	-2	1	0	0	-2	0	-5	0	-3	-5	-5	-1	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10				-10							-11				-4			0							
	-35																									
7 Almacenaje.	-1	0	-3	0	0	2	1	0	-3	0	0	-1	-2	-2	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-4				0							-8				-1			0							
	-13																									
8 Transporte hacia la industria de Madera Laminada Encolada.	-5	-2	-5	0	-2	-3	-1	-3	-6	-5	-4	-3	-4	-2	-1	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	-12				-24							-12				-2			0							
	-50																									
9 Almacenaje.	-1	0	-3	0	0	0	0	0	-3	0	0	-1	-2	-2	-1	-2	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	-4				-3							-8				-1			0							
	-15																									
10 Clasificación, cepillado, lijado y habilitado.	2	1	-3	3	-1	2	-1	0	-2	1	0	0	-1	-2	1	-1	-2	0	0	1	0	0	0	0	3	0
	3				-1							-3				-2			0							
	-2																									
11 Encolado y prensado.	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	-4	0	0	-2	-1	-1	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-6				-4							-5				1			0							
	-14																									
12 Cepillado, lijado y acabado.	1	1	-2	4	-1	2	-1	0	-4	0	0	1	1	-1	0	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	4				-4							0				-2			0							
	-2																									
13 Almacenaje.	-1	0	-3	0	0	0	0	0	-3	0	0	-1	-2	-2	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-4				-3							-8				-1			0							
	-16																									
14 Transporte hacia la industria de la construcción.	-5	-2	-5	0	-2	-3	-1	-3	-6	-5	-4	-3	-4	-2	-1	-2	-2	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	-12				-24							-12				-2			0							
	-50																									
15 Tratamiento especiales.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0				0							0				0			0							
	0																									
16 Maquinado y lijado.	0	1	0	1	-1	1	-1	0	-1	0	0	1	1	-1	0	-1	-4	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	2				-2							0				-4			0							
	-4																									
17 Instalación o montaje.	-5	1	-9	0	-1	1	-1	-1	-10	-3	-2	-1	-4	-3	0	-3	-6	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	-13				-17							-11				-6			0							
	-47																									
18 Uso.	-4	-6	-1	-1	1	2	-2	0	-2	-1	-3	-2	-2	0	1	1	0	0	0	3	3	3	3	7	3	3
	-12				-5							-2				0			16							
	0																									
19 Mantenimiento.	0	1	-3	0	1	1	-1	0	-4	-1	0	-1	-1	0	0	-1	1	1	0	3	0	0	0	0	3	0
	-2				-4							-3				2			0							
	-4																									
20 Disposición final, re-utilización, reciclado, incineración, etc.	-3	-1	-6	3	1	1	0	0	-5	0	0	-4	-3	-1	1	-3	-2	1	0	2	-1	1	0	1	3	3
	-7				-3							-10				-1			1							
	-18																									
<b>Totales subindicadores Sistema Producto</b>	43	-25	-60	28	2	11	-5	-20	-78	-25	-29	-31	-45	-29	-7	-30	-38	11	3	24	2	15	3	12	30	23
<b>TOTALES INDICADORES SISTEMA PRODUCTO</b>	-100				-144							-142				-24			32							
<b>PUNTAJACIÓN ÚNICA</b>	-301																									

OBSERVACIONES	FORTALEZAS	DEBILIDADES	PUNTUACIÓN ÚNICA POR PROCESO			
			ETAPAS	IATT	p	IATT . p
Se ha obtenido un valor negativo del Impacto Ambiental Total de -141,47, lo que se ubica en una escala moderada de impacto. Lo que hace a este tipo de construcción, con algunas mejoras, sea el objetivo a perseguir para disminuir los impactos ambientales y lograr una verdadera construcción sostenible	Este tipo de proyectos puede fortalecer y favorecer el aparato productivo nacional, pues se pueden conseguir ahorros substanciales en el uso de energía, además de estar capturando carbono del ambiente, lo que a la larga redundaría en beneficios para todos los seres vivientes del Planeta Tierra.	Los mayores impactos se generan en el transporte, esto debido a que la mayoría de los vehículos usados son viejos, por lo que la eficiencia en la combustión es reducida, además del daño que causa al transitar por suelo desnudo y sin asfalto. Otro aspecto negativo son los productos químicos usados tanto en plantación como en la industria, los cuales pueden ser tóxicos al humano y otras especies. Ambos son lo que causan más daño al ambiente y al humano, si se toma medidas al respecto estos valores puede verse reducidos y llegar a valores positivos.	1 Siembra y cosecha.	-22		-22.00
			2 Transporte desde las plantaciones hacia la industria primaria de aserrío.	-44		-44.00
			3 Patio de almacenaje, descortezado.	11	0.15	1.65
			4 Procesado y mecanizado.	7	0.24	1.68
			5 Secado.	-23	0.19	-4.37
			6 Preservado.	-35	0.12	-4.20
			7 Almacenaje.	-13	0.03	-0.39
			8 Transporte hacia la industria de Madera Laminada Encolada.	-44	0.06	-2.64
			9 Almacenaje.	-15		-15.00
			10 Clasificación, cepillado, lijado y habilitado.	1	0.55	0.55
			11 Encolado y prensado.	-14	0.07	-0.98
			12 Cepillado, lijado y acabado.	1	0.03	0.03
			13 Almacenaje.	-16	0.03	-0.48
			14 Transporte hacia la industria de la construcción.	-44	0.07	-3.08
			15 Tratamiento especiales.	0		0.00
			16 Maquinado y lijado.	-3	0.08	-0.24
			17 Instalación o montaje.	-41		-41.00
			18 Uso.	6		6.00
			19 Mantenimiento.	-1		-1.00
			20 Disposición final, re-utilización, reciclado, incineración, etc.	-12		-12.00
<b>Puntuación Única</b>			<b>-301</b>		<b>-141.47</b>	
$IAT_{sp} = \sum [\pm (\rho_{etapa 1} \cdot IAT_{etapa 1}) \pm (\rho_{etapa 2} \cdot IAT_{etapa 2}) \dots \pm (\rho_{etapa n} \cdot IAT_{etapa n})]$ (Ec. 1)			<b>IAT<sub>sp</sub></b>			

**CUADRO 26.** Resumen de la valoración de los impactos y la determinación del Impacto Ambiental Total del Sistema Producto de una vivienda multifamiliar de baja altura con madera de pino caribe. Fuente: Elaboración propia.

mejoramiento de la eficiencia en el consumo de energía, estos valores pudieran mejorar notablemente. Lo anterior, a mediano plazo se puede solventar, con la propuesta de instalación de los nuevos aserraderos en los Estados Anzoátegui y Monagas para la construcción de viviendas en madera, promovida por PDVSA Industrial.

## 4. CONCLUSIONES

Se realizó la aplicación del ACV – *Coclowen Preliminar* para la selección de la mejor alternativa de cuatro (A1, A2, A3, A4) sistemas estructurales concebidos para la realización de un edificio multifamiliar a ser construido en Venezuela, fundamentalmente con madera sólida y productos forestales derivados. Metodológicamente se desarrollo el ACV igual que a un producto industrial, concibiendo el edificio multifamiliar como un *Sistema Producto*, constituido por la suma de subsistemas. Un edificio residencial, como cual-

quier edificación, está conformado por el *Sistema Producto global* que sería el sistema constructivo, y los subsistemas, constituido por el subsistema estructural, de cerramientos y los de infraestructuras eléctricas, sanitarias y mecánicas, entre otras. Una vez realizado el proceso de cribado de las alternativas, el sistema constructivo con más criterios de sostenibilidad fue la alternativa A2, desarrollada con sistema estructural de madera laminada encolada con calidad estructural y sistema de cerramientos de pajilla madera cemento, módulos de entresijos a partir de tableros OSB y forjados I, otros. A la alternativa A2 se le realizó el ACV *Coclowen Complejo* determinándose los más importantes aspectos técnicos de racionalización de procesos y productos constructivos con el fin de alcanzar la mayor sostenibilidad del sistema. La etapa más impactante durante todo el ciclo de vida del producto fue la del transporte tanto de las plantaciones a la industria como de la industria al sitio de instalación, seguido de la actividad de instalación o montaje de la vivienda por todas las

implicaciones de movimientos de tierra y transformación del terreno con construcción de la edificación; como también del proceso de preservación por los impactos de usos de productos químicos y el secado por los altos consumos de energía.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTÓN, M. 2004. *Utilización del análisis de ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero Mediterraneo*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. 179 p.
- ARGÜELES, A., F. ARRIAGA y J. MARTÍNEZ. 2000. *Estructuras de madera. Diseño y cálculo*. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. Madrid, España. 353 p.
- ARROYO, J. 1983. *Propiedades físico-mecánicas de la madera*. Trabajo especial para ascender a la categoría de Prof. Asociado, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 65 p.
- ASIMOW, M. 1968. *Introducción al proyecto*. Herrero Hnos. Suc. S.A. México D.F., México. 183 p.
- BARRIOS PÉREZ, E. J., W. CONTRERAS MIRANDA, M. SOSA y M. OWEN DE C. 2007. Análisis cualitativo de los principales impactos ambientales en el ciclo de vida de la madera laminada encolada de pino caribe del sur de los estados Anzoátegui y Monagas. *Revista Forestal Venezolana* 2(51): 245-258.
- BARRIOS, E. J., W. CONTRERAS MIRANDA y M. OWEN DE C. 2006. Repercusiones energéticas y económicas del uso de la madera como elemento constructivo para viviendas de interés social en Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana* 40: 1-28.
- CAPUZ, S. 2002. *Ecodiseño: Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 174 p.
- CENTENO, J. C. 1983a. *Esfuerzos de diseño para maderas venezolanas*. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 32 p.
- CLOQUELL, V. 2003. *Propuesta Metodológica para la Validación Previa de Indicadores y Funciones de Valor en el Problema Unificado de Localización y Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos*. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 147 p.
- CLOQUELL, V., V. CLOQUELL, M. SANTAMARINA y M. MONTERDE. 2007. *Localización industrial e impacto ambiental: Una visión unificada del problema*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 149 p.
- CONTRERAS, W., y V. CLOQUELL. 2006. *Propuesta Metodológica de Diseño Ambientalmente Integrado para Proyectos de Diseño de productos Forestales laminados Encolados con calidad Estructural*. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Ingeniería e Innovación, Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 636 p.
- CONTRERAS, W., M. CLOQUELL y M. OWEN DE C. 2007b. Alcances y limitaciones del uso del método de análisis de ciclo de vida (ACV) para la evaluación de impactos medioambientales en la industria forestal. *AITIM, Boletín de información técnica* (249): 74-78.
- CONTRERAS, W., M. CLOQUELL y M. OWEN DE C. 2007a. Validación del método ACV-Coclowen para determinar los niveles de sostenibilidad de vigas laminadas venezolanas de pino caribe y adhesivo isocianato. AEIPRO (Ed.), *XI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Lugo, España. 369 p.
- CONTRERAS, W., M. CLOQUELL y M. OWEN DE C. 2008. Determinación de los niveles de sostenibilidad del proceso de fabricación de tableros de caña brava (*Gynerium sagittatum*), a partir del método ACV-Coclowen. *Revista Forestal Venezolana* 52(01): 47-59.
- CVG PROFORCA. En Oriente.com. (10 de enero de 2007). *CVG-Proforca firmó convenio para construir 50 mil viviendas*. Recuperado el 04 de noviembre de 2010, En línea: <http://enorientecom/noticias-magazine-105/economymagazine-116/4871-cvg-proforca-firmnvenio-para-construir-50-mil-viviendas> [Consultado: 10/01/2010].

- ESCALA, E. 2000. *Método de diseño con factores de resistencia y carga LRFD para el cálculo de estructuras con maderas venezolanas*. Trabajo especial para optar al título de Magíster Scientiae en tecnología de productos forestales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 210 p.
- ESCALA, E., E. THOMSON y W. CONTRERAS MIRANDA. 2000. Evaluación del estado actual del método de diseño por estados límites (LSD) para estructuras de madera (Capítulo 1). *Revista Forestal Venezolana* 44(1): 27-35.
- ESCALA, E., E. THOMSON y W. CONTRERAS MIRANDA. 2001. Evaluación del estado actual del método de diseño por estados límites (LSD) para estructuras de madera (Capítulo II). *Revista Forestal Venezolana* 45(1): 87-93.
- GÓMEZ SENENT, E. 1997. *El proyecto. Diseño en ingeniería*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 179 p.
- GÓMEZ SENENT, E. 2002. Una aproximación a la resolución de problemas en proyectos. *Ingeniería, Diseño e innovación* 1: 65-112.
- GÓMEZ SENENT, E. 2003. *La Ciencia de lo Artificial. Un paradigma para la resolución de problemas*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 186 p.
- HALL, A. 1989. *Metasystems methodology - A new synthesis and unification*. Pergamon Press. New York, USA. 218 p.
- HUBKA, V. 1980. *Theory of Technical Systems*. Londres: Springer Verlag.
- HUNT, F. W. 1996. LCA -How it came about. Personal reflections on the origin and the development of LCA in the USA. *Int. J. LCA* 1(1): 4-7.
- JONES, J. C. 1982. *Métodos de diseño* (3 ed.). Gustavo Gili, S.A. Barcelona, España. 205 p.
- LEÓN, W., y N. ESPINOZA. 1995. *Anatomía y tecnología de la madera*. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, Departamento de Botánica. Mérida, Venezuela. 218 p.
- MARTÍNEZ, A. (09 de mayo de 2010). Mppat Proforca cesará venta de madera a privados. *Nueva Prensa de Guayana*.
- Martínez, A. A. 2009. *Normas para diseño en madera, MOP 1955*. de [http://www.archive.org/stream/NormasDeDisenoEnMaderaMop1955/NormaMaderaMOP1955\\_djvu.txt](http://www.archive.org/stream/NormasDeDisenoEnMaderaMop1955/NormaMaderaMOP1955_djvu.txt) [Consultado: 15/10/2010].
- MOP. 1959. *Normas para el cálculo de edificios 1955*. Ministerio de Obras Públicas MOP. Caracas, Venezuela. 158 p.
- OWEN DE C., M. 1996. *Elaboración de un elemento estructural laminado, tipo parallam, con tiras de madera juvenil de Pinus caribaea var. hondurensis y adhesivo fenol-formaldehído*. Trabajo especial para optar al título de Magíster Scientiae en tecnología de productos forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios de Postgrado, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 194 p.
- OWEN DE C., M., W. CONTRERAS, V. CLOQUELL, V. CLOQUELL, L. GÚZMAN y M. SALAZAR. 2009. Niveles de Sostenibilidad de las puertas plafonadas planas, de la Industria M-PORTES, Comunidad Valenciana, España, a par ir del método ACV-Coclowen simplificado. *Ecodiseño y sostenibilidad* 1(1): 37-53.
- PROFORCA. 2010. *Proforca*. En línea: <http://proforcavenezuela.blogspot.com/> [Consultado: 01/11/2010].
- JUNAC. 1984. *Manual de diseño para maderas del Grupo Andino* (4 ed.). Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú. 279 p.
- VENEZOLANA DE TELEVISIÓN. 2005. *Proforca espera construir 50 mil viviendas de madera al año*. En línea: <http://www.vtv.gov.ve/noticias-nacionales/5953> [Consultado: 15/11/2010].
- VIVANCOS, J. L. 2004. *Propuesta metodológica para la simplificación del ACV en su aplicación a los componentes plásticos del automóvil en el marco del Ecodiseño*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Proyectos de Ingeniería. Valencia, España. 208 p.