

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA CLOCOWEN DE LA BICICLETA MANUFACTURADA EN CAÑAS DE BAMBÚ MODELO CONOWEN + VALERA: LIBERTAD 3

Clocowen Life Cycle Analysis of the Bamboo-Cane-Manufactured
Bicycle Model Conowen + Valera: Libertad 3

Recibido: 10/05/2021
Aceptado: 06/08/2021

Wilver Contreras Miranda. Universidad de Los Andes, Venezuela. wilvercontrerasmiranda@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6407-5744>

Mary Elena Owen de C. Universidad de Los Andes, Venezuela. maryelenaowen@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1944-2904>

Resumen:

Al implementar la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) según lo especificado en la Norma ISO 14040:2006, a los proyectos de Ecodiseño de bicicletas de cañas de bambú y aluminio *Modelo Conowen+ Valera: Libertad 3*, se puede señalar que técnicamente, una vez realizado los ACV-Clocowen Simplificado a cada uno de los modelos de bicicletas, se logró determinar que la de bambú presentó grandes prestaciones y beneficios de cada una de las dimensiones de la sostenibilidad según el Desarrollo Espiritual, Humano y Sostenible; y que al ser comparadas entre ellas, la de cañas de bambú fue mejor en la Puntuación Única (PU) del Sistema Producto respecto al modelo manufacturado en aluminio. La misma es un producto que cumple con los requerimientos de la sostenibilidad, ya que es un producto industrial ecoeficiente; socialmente genera beneficios a la empresa, sus trabajadores y comunidad donde se propone el establecimiento de la industria en la ciudad de El Vigía o población cercana de El Anís, Estado Mérida, Venezuela; es competitiva en referencia a su bajo costo económico y alto nivel de seguridad, estética y ergonomía, entre otros aspectos técnicos.

Palabras clave: Ecoeficiencia, Ecodiseño, movilidad, beneficio social, industria local.

Abstract:

By implementing the Life Cycle Analysis (LCA) methodology as specified in the ISO 14040: 2006 Standard, to the Ecodesign projects of bicycles made of bamboo and aluminum canes, Model Conowen + Valera: Libertad 3, it can be pointed out that technically Once the Simplified LCA-Clocowen had been implemented for each of the bicycle models, it was possible to determine that the bamboo bicycle presented great benefits and benefits of each of the dimensions of sustainability according to Spiritual, Human and Sustainable Development; and that when compared between them, the bamboo cane was better in the Unique Score (PU) of the Product System compared to the model manufactured in aluminum. It is a product that meets the requirements of sustainability, since it is an eco-efficient industrial product; socially, it generates benefits to the company, its workers and the community where the establishment of the industry is proposed in the city of El Vigía or nearby town of El Anís, Merida State, Venezuela; it is competitive in reference to its low economic cost and high level of safety, aesthetics and ergonomics, among other technical aspects.

Keywords: Eco-efficiency, Eco-design, mobility, social benefit, local industry.

Introducción

Las circunstancias actuales en la cual viven los seres humanos respecto al alto desequilibrio ambiental y lo inarmónico entre la relación de la naturaleza y la actuación de la sociedad mundial, reportan altos índices de crecimiento demográfico y la urgente satisfacción de sus necesidades básicas desde la década de los años cincuenta, lo cual ha llevado a incuestionables impactos negativos en todo el planeta Tierra; razón por la cual, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a proclamado la urgente implementación de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible en el año 2030, mejor conocidos como los ODS: 2030.

Resalta Contreras Miranda *et al.* (2020), que la movilidad urbana y rural se ha transformado en una exigencia ciudadana que solicita con inmediatez por parte de los Estados de una nación, medios de transporte ecoeficientes, rápidos, seguros y confortables, siendo la bicicleta una de las alternativas con criterios de sostenibilidad, y que en tiempos de pandemia COVID 19, éstas han surgido con mayor fuerza de criterio técnico en la definición y concreción de políticas, planes, programas y proyectos en los países desarrollados industrialmente, caso de los miembros de la Comunidad de Estados Europeos (CEE) como Holanda, Francia o España. Se procura la mayor movilización de ciudadanos, entre otros medios, a través del transporte masivo y el desarrollo de redes de rutas de canal bici en los espacios urbanos y extra urbanos, a fin de consolidar la inter modalidad y articulación entre espacios de áreas metropolitanas de las grandes ciudades tradicionales y sus comunidades periféricas. Muestra de ello, y como lo expone Cloquell Ballester (2020), los esfuerzos que viene desarrollando la Alcaldía de Valencia para el Área Metropolitana de Valencia, España, en aumentar su red de canales bici dentro de la ciudad debidamente articuladas a puntos de intercambio de transporte de tren o tranvía con las rutas de canal bici extra urbanas.

En ese contexto, para adaptarse a las nuevas exigencias y visión gubernamental, en medio de un estado de conciencia y sensibilidad ambiental, ciudadanos de Alemania, Holanda y Francia, entre otros, han venido demandando con mayor profusión una variedad de ofertas de productos industriales de bicicletas de los más diversos diseños, materiales y costos; además de compartimientos livianos que favorecen el resguardo y traslado de bienes personales o laborales, pero en especial, de instrumentos y equipos eléctricos para facilitar la movilidad sin mayor esfuerzo en espacios urbanos planos o en pendiente.

Esa realidad es contrapuesta en países en vías de desarrollo industrial del continente africano, asiático o latinoamericano, donde los ciudadanos recurren a manufacturar bicicletas con materiales alternativos de madera o bambú, no por compromiso de disminuir la actividad antrópica sobre el planeta, sino por las ingentes necesidades socio económica de sus países como lo presentan Cante (2013), Liu y Huang (2018), Bernice Dapaah (2019) o bamboocycles (2020), al exponer las bicicletas manufacturadas en cañas de bambú en Colombia, China o México (Figura 1).

Tal es el caso de Ghana donde se fabrican bicicletas con bambú para que los niños puedan asistir a la escuela. La producción a gran escala va a permitir de asegurar un medio de transporte sostenible para la población rural de los países africanos, además de crear oportunidades de empleo local (Assaël, 2010). La empresa fabricante de estas bicicletas ganó uno de los Premios SEED 2010 que otorgó el PNUMA por el compromiso con el empoderamiento económico de la juventud al fabricar y ensamblar bicicletas de bambú, de alta calidad adecuadas a las condiciones de los caminos y el terreno en ese país, y asequibles para los pobres.

Señala el organismo mundial que con ello se permite la transición a una Economía Verde, hacia el desarrollo sostenible a nivel comunitario de países en desarrollo (PNUMA, 2010).



Figura 1. Cuadros o marcos de bicicletas manufacturadas en cañas de bambú en Ghana (superior y centro) y vista de una bicicleta China (inferior).

Fuente: Assaël (2010) y Liu y Huang (2018).

Reconocer la sostenibilidad de esos productos manufacturados de manera artesanal o semi industrial, requiere de la implementación de estudios e investigaciones realizadas a partir de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). La misma, se certifica a través de software especializados, siendo el SimaPro uno de los más reconocidos, además de ser el oficialmente requerido por la norma ISO, pero su alto costo de licencia, así como lo complejo de su manejo y base de datos, limita su empleo por parte de micro, medianas y pequeñas

empresas. De ahí, que, en Venezuela, la cual se encuentra sumergida en la más grave crisis republicana de las últimas seis décadas, hace imposible el uso de este tipo de certificación; por ello, el Laboratorio de Sostenibilidad y Eco-diseño de la Universidad de Los Andes y Universidad Politécnica de Valencia, España, hace uso del Método ACV-Clocowen en sus tres niveles de complejidad (simplificado, medio y complejo), para el desarrollo exitoso de certificación de productos industriales ecoeficientes.

De ahí que el presente trabajo sea el resultado del estudio de Análisis de Ciclo de Vida por medio del ACV-Clocowen Simplificado aplicado al proyecto de *Ecobicileta de cañas de bambú Modelo Conowen + Valera: Libertad 3*, la cual fue diseñado en el Laboratorio de Sostenibilidad y Eco-diseño ULA-UPV de la Universidad de los Andes, con propiedad intelectual bajo los nombres de los autores del documento, protegido legalmente y registrado en Venezuela con la figura de protección de planos Solicitud 1755 y Registro de Depósito Legal N° 2016000067. En el análisis de ciclo de vida del estudio se realizó la comparación con otra bicicleta de idéntico diseño, pero manufacturado en aluminio. El Modelo Libertad en caña de bambú (*Bambusa vulgaris*) demostró ser más ecoeficiente en procesos de fabricación y servicios; más económico y con mayor prestación en el beneficio social a trabajadores y comunidad adyacente donde se definió la localización de la industria, la ciudad de El Vigía o la cercana población de El Anís, Estado Mérida, Venezuela; además de su potencial de contribuir al desarrollo económico, social y político-institucional a la Alcaldía del Municipio Alberto Adriani y a la calidad de vida de sus pobladores en el proceso de movilización urbana y rural, sin dejar de mencionar el reconocimiento a nivel nacional e internacional por ser entidad pionera en la manufactura y uso de bicicletas de caña de bambú con principios de sostenibilidad y calidad en los aspectos funcionales, seguridad, estética y economía.

Cabe resaltar que el ACV Coclown Complejo, se aplica al producto final en la fase anterior a la primera serie de prototipos, ya que se definen a mayor detalle los aspectos e impactos ambientales y, se requiere la participación de profesionales con experticia de cálculo cada uno de los impactos que se generan en el Sistema Producto. Con ello se garantizará la ecoeficiencia y la mejor respuesta del producto en cada una de las dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social, económica, tecnológica, político institucional) para su fabricación en serie y comercialización al usuario final.

1. Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño ULA-UPV: CEFAP-LNPF, localizado en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Mérida, Venezuela. El diseño de la bicicleta Modelo Libertad fue elaborado inicialmente por el equipo Conowen (Wilver Contreras Miranda, Mary E. Owen de C., Axel A. Contreras Owen) que realizó la propuesta de Ecodiseño de bicicletas a partir de cilindros-cañas de bambú (*Bambusa vulgaris*) con proyección a bambú guadua (*Guadua angustifolia*), así como su factibilidad futura de manufactura en aluminio u otro material. Junto a ellos, se resalta el trabajo de la Licenciada en Diseño Industrial Gladys H. Varela Matheus, como integrante del equipo, quien demostró su alta calidad técnica y profesional en la etapa final del diseño a detalle del producto, con la digitalización de planos técnicos y renders de las bicicletas de caña de bambú.

Una vez aplicada la metodología del Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) para el diseño de productos industriales propuesta por Contreras Miranda *et al.* (2007) y Owen de Contreras *et al.* (2007), se logró consolidar las siguientes tres etapas: *Primera fase referida a la necesidad* (requerimientos de diseño, estudio de mercado, búsqueda de información referida al tema de diseño y manufactura de

bicicletas de cañas de bambú, otros); *Segunda fase del proyecto de Ecodiseño* (estudios sobre el usuario, entorno, concepto y requerimientos); *Tercera fase de selección de la mejor alternativa de bicicleta* (implementación del ACV Clocowen Simplificado o Simple de Cloquell Ballester *et al.*, 2007, a cada una de las alternativas de caña de bambú y de aluminio).

La última etapa, previa al diseño a detalle en 2D (planos de diseño estético, funcional, estructural, otros) y representación tridimensional 3D (Renders), se desarrolló una ficha técnica del proyecto expuesto en el cuadro 1, con la participación exitosa de cinco expertos, los cuatro autores del presente trabajo y un invitado asesor en materia de ecoeficiencia en ingeniería mecánica de productos industriales. En el mismo se registran las principales características técnicas del Sistema Producto de los cuadros de bicicletas manufacturados en cañas de bambú (*Bambusa vulgaris*), el cual fue base para definir la Unidad Funcional (UF) en 100 marcos de bicicletas, y para propiciar el proceso posterior de consensuar las decisiones impares en la Puntuación Única (PU) de cada una de las etapas del Sistema Producto de los ACV Clocowen Simplificado, desarrollado a cada una de las bicicletas para los cribados siguientes:

Cribado A. *ACV Coclown Simplificados-Expert Choice* a bicicletas ofertadas por la web en el mercado internacional.

Se aplicó el ACV Clocowen Simplificado a los modelos que se mencionan a continuación y que fueron previamente estudiados en el diagnóstico o búsqueda de antecedentes, siendo seleccionados e identificados según su modelo: Marca *Bamboobike* (cuadro de cañas de bambú); Marca *Bamboobee* (cuadro de MDF, elementos metálicos y cañas de bambú); Marca *Cruicer Chapultepec* (cañas de bambú y fibra de carbono); Marca *Astoria* (cuadro de maderas duras de nuez, fresno, wengué); y Marca *Hard Rock V6508* de aluminio.

Cribado B. Se aplicó el ACV Clocowen Simplificados, así como también del software *Expert Choice* a las propuestas de bicicletas diseñadas: *Modelo Libertad 3*: proyectadas a partir de cañas de bambú y aluminio.

Una vez terminados los análisis y desarrollo de las matrices elaboradas con el software Excel de ACV Clocowen Simplificado y la determinación de la PU de cada uno de los cribados antes mencionados, posteriormente se procedió a realizar el ACV Clocowen empleando el *softwa-*

re Expert Choice, con el objetivo de realizar las comparaciones de cada uno de los resultados arrojados. Estos análisis proporcionaron los fundamentos técnicos que definieron de manera precisa y concreta el nivel de sostenibilidad de cada una de las bicicletas, en especial la manufacturada de cañas de bambú. Vale resaltar que, por razones de seguridad y protección intelectual a los diseños, no se exponen los diseños de los modelos de bicicletas Conowen + Valera: Libertad 1 y Libertad 2.

Cuadro 1. Principales características técnicas del Sistema Producto de los cuadros de bicicletas diseñados y manufacturados en cañas de bambú (*Bambusa vulgaris*) en Venezuela.

Fuente: elaboración propia

Contexto de sector y requerimientos	Características técnicas
Sector	Forestal y de la bicicleta de la República Bolivariana de Venezuela
Industria	Industria Forestal de la siembra y aprovechamiento del bambú (<i>Bambusa vulgaris</i>), guadua (<i>Guadua angustifolia</i>) con proyección a caña brava (<i>Gynerius sagittatum</i>); Industria fabricante y de comercialización de la bicicleta.
Objetivos	Realizar a través del Método ACV-Clocowen Simplificado/Simple, el estudio y determinación de los principales niveles de sostenibilidad (ambiental, económico, social, institucional y espiritual) del Sistema Producto de un cuadro o marco de bicicleta realizado a partir de bambú (<i>Bambusa vulgaris</i>), con uniones de fibra vegetal de sisal (<i>Agave sisalana</i>) del Estado Lara o plátano (<i>Musa sapientum</i>) del sur del lago de Maracaibo, revestido de resina de fibra de vidrio.
Alcances	Con visión y panificación prospectiva a través del método ACV Clocowen Simplificado se logra determinar de manera aproximada cualitativa y cuantitativa los más importantes impactos generados en la manufactura de los cuadros-marcos de bicicletas de cañas de bambú, proveniente de la plantación establecida en el margen derecho del río Chama, adyacente a la población rural del Chivo, Municipio Francisco Javier Pulgar, Estado Zulia. El proyecto contempla en su fase de consolidación el desarrollo de una pequeña empresa, a ser localizada en la ciudad de El Vigía, capital del Municipio Alberto Adriani del Estado Mérida, con una distancia estimada de 100 km de la plantación de bambú. Se realiza el diagnóstico a lo largo del ciclo de vida de los cuadros de bicicletas (Sistema Producto), donde se valoran de manera cuantitativa veintitrés indicadores, entre los cuales están: generación de residuos sólidos; consumo de energía; daños ocasionados a ecosistemas naturales y a la salud humana; beneficios a trabajadores y comunidad adyacente; otros. La propuesta del diseño de bicicleta de caña de bambú Conowen+Valera (2016), se amplifica en su concepción de Ecodiseño al desarrollo de manubrio, rines y farquillas a ser realizados en tableros contrachapados y laminados de tiras de bambú en sus distintas variantes de gramíneas.

Cuadro 1 (continuación). Principales características técnicas del Sistema Producto de los cuadros de bicicletas diseñados y manufacturados en cañas de bambú (*Bambusa vulgaris*) en Venezuela.

Fuente: elaboración propia

Contexto de sector y requerimientos	Características técnicas
Funciones del Sistema Producto	Desarrollo de un Sistema Productos a partir de la elaboración de manufactura de los cuadros-marcos de bicicletas de cañas de bambú, con uniones de fibras vegetales y resina de fibra de vidrio.
Unidad funcional (UF)	Se determinó que la Unidad Funcional (UF) es 100 cuadros-marcos de bicicletas de cañas de bambú (<i>Bambusa vulgaris</i>), con uniones de fibra vegetal de sisal (<i>Agave sisalana</i>) del Estado Lara o plátano (<i>Musa sapientum</i>) del sur del lago de Maracaibo, revestido de resina de fibra de vidrio y elementos metálicos de acero para el sistema de pedales, manubrio y asiento.
	
Sistema Producto y límites	El Sistema Producto es definido en documento de trabajo del proyecto y proyectado en la figura 4, con las principales etapas que conforman el ciclo de vida de los cuadros de cañas de bambú, sus entradas, procesos y salidas de impactos.
Nivel de dificultad	Se hace uso del Método ACV-Clocowen Simplificado/Simple, el cual exigió la participación y experticia técnica de los cuatro expertos consultados, lográndose la toma de decisión consensuada en cada una de las valoraciones y así tener un mayor nivel de confiabilidad, abordaje y análisis de la información, permitiendo tener una visión sistémica y prospectiva del proyecto.
Procedimiento seguido en la asignación de cargas	Método ACV-Clocowen Simplificado/Simple, con valoración consensuada de los expertos en la estructura general del Sistema Producto y sus etapas del ciclo de vida relacionadas a cada indicador, donde se define de manera individual, la valoración de cada uno de los expertos en una escala de -3,-2,-1,0,1,2,3
Tipos de impacto	Uso de 23 indicadores que relacionan los principales aspectos técnicos de las dimensiones de la sostenibilidad (Figuras 5 y 6)
Referencias bibliográficas	Cloquell Ballester et al. (2007) y diversidad de consultas en la web para establecer procesos análogos de valoración cualitativa y cuantitativa de las actividades antrópicas y su relación con la naturaleza.
Método de recopilación	Método ACV-Clocowen Simplificado/Simple, por ser el más sencillo para la escala del presente trabajo. El cual es usado para desarrollar el proceso de cribado de la mejor alternativa de manufactura de un marco o Cuadro de bicicleta elaborado con cañas de bambú.

Cuadro 1 (continuación). Principales características técnicas del Sistema Producto de los cuadros de bicicletas diseñados y manufacturados en cañas de bambú (*Bambusa vulgaris*) en Venezuela.

Fuente: elaboración propia

Contexto de sector y requerimientos	Características técnicas
Generador de tratamiento de datos y su calidad	Dr. Wilver Contreras Miranda; Dra. Mary Elena Owen de Contreras; Lic. Gladys Valero Matheus; Dr. Eric Barrios Pérez.
Verificación	Dr. Wilver Contreras Miranda y Dra. Mary Elena Owen de Contreras
Comentarios finales	El presente trabajo basa su éxito en la experticia técnica de sus realizadores, que en el proceso de análisis y discusión del desarrollo del ACV-Clocowen Simplificado/Simple y la implementación de la Rueda de la Sostenibilidad Clocowen, permitió realizar las debidas recomendaciones referidas a tratamientos resistentes al ataque de agentes xilófagos y a la humedad de las cañas de bambú; selección de las cañas en plantación según los requerimientos de diseño industrial para la manufactura y calidad de los cuadros de bicicletas; la incorporación de fibras vegetales alternativas como la del sisal o de nylon en caso de que la de la fibra de plátano no corresponda con las normas de seguridad de las uniones; acabados superficiales con tratamientos de transparencia o colores de las cañas; entre otros.

2. Resultados y discusión

La concepción del equipo Conowen respecto al uso de gramíneas de caña brava o bambú en sus especies de *Bambusa vulgaris* o *Guadua angustifolia*, se fundamenta sobre la base de que el desarrollo de estos diseños está respaldado al usar el bambú, ya que éste es uno de los productos naturales que ofrece gran sostenibilidad en el diseño industrial debido a su rápido crecimiento; además, aporta beneficios en cuanto a producción de oxígeno, evitan la erosión de los suelos, contribuyen a crear un microclima que fomenta la fauna y flora y, sus procesos de obtención y producción no generan impactos negativos fuertes en el ambiente.

Además, el bambú es mejor material que los siderúrgicos, dado que puede absorber cuatro veces más las vibraciones que la fibra de vidrio o resiste el doble de presión vertical que el acero, y es cinco veces más fuerte y flexible que este material, permitiendo la fácil manufactura de una bicicleta suficientemente robusta para todas las condiciones del camino en una determinada travesía. A fin de reafirmar lo anterior,

Cante (2013) expone la experiencia realizada por Javier Suarez, el fabricante colombiano de marcos o cuadros de bicicleta en bambú, quién realizó ensayos de compresión y determinó en referencia al material orgánico, que: "tenemos que convencer a la gente de que sí son funcionales; se han hecho pruebas técnico-mecánicas para medir la resistencia del bambú frente a materiales convencionales y se confirmó que el acero puede soportar hasta 29.000 libras de presión, mientras que el bambú resiste hasta 35.000; por eso es conocido como el acero vegetal".

Desde el punto de vista de la implementación del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), esta herramienta metodológica permite estimar y evaluar los impactos medioambientales atribuibles a un producto o servicio durante todas las etapas de su vida (Salazar Ruíz, 2020). De igual forma, y bajo esa filosofía, el ACV-Clocowen (Cloquell Ballester *et al.*, 2007), es un método alternativo y más sistémico respecto al uso de software altamente especializado y costoso como es el caso del SimaPro, pudiendo llegar a ser imple-

mentado por su factibilidad técnica y bajo precio, por pequeñas y medianas industrias en los países de América Latina.

Por consiguiente, se puede señalar que, técnicamente una vez implementado el ACV-Coclowen Simplificado a los modelos de bicicletas de cañas de bambú y aluminio Modelo Conowen+Valera: Libertad 3, se logró determinar que la de bambú presentó grandes prestaciones y beneficios de cada una de las dimensiones de la sostenibilidad según el Desarrollo Espiritual, Humano y Sostenible; y que al ser comparadas entre ellas, el Modelo Libertad, fue mejor por una diferencia de un 40% más en la Puntuación Única (PU) del Sistema Producto respecto al modelo manufacturado en aluminio.

2.1. Resultados del Cribado A. ACV Clocowen Simplificados-Expert Choice a bicicletas ofertadas por la web en el mercado internacional.

El análisis del ACV Clocowen Simplificado se realizó a cada uno de los modelos Marca Bam-

boobike (cuadro de cañas de bambú), Marca *Bamboobee* (cuadro de MDF, elementos metálicos y cañas de bambú), Marca *Cruicer Chapultepec* (cañas de bambú y fibra de carbono para las uniones), Marca *Astoria* (cuadro de maderas duras de nuez, fresno, wengué); y Marca *Hard Rock V6508* de aluminio. Una vez realizado cada ACV, se procedió a realizar la posterior comparación entre los modelos consultados. En la figura 2, se muestra el resultado de la implementación del ACV Clocowen Simplificado con el software Expert Choice, permite determinar que los cuadros de las bicicletas de los modelos *Bamboobike*, *Bamboobee* y *Cruicer Chapultepec*. son los que presentan mejores beneficios obtenidos referidos a Objetivos (Obj%) alcanzados se encuentran en valores entre Obj%: 35%-80% respecto a procesos ecoeficientes (Procesos Eco.), nivel de impactos ambientales generados (Nivel de Imp.), beneficios socioeconómicos (Beneficios S.) y estrategias de diseño (Estrategias).

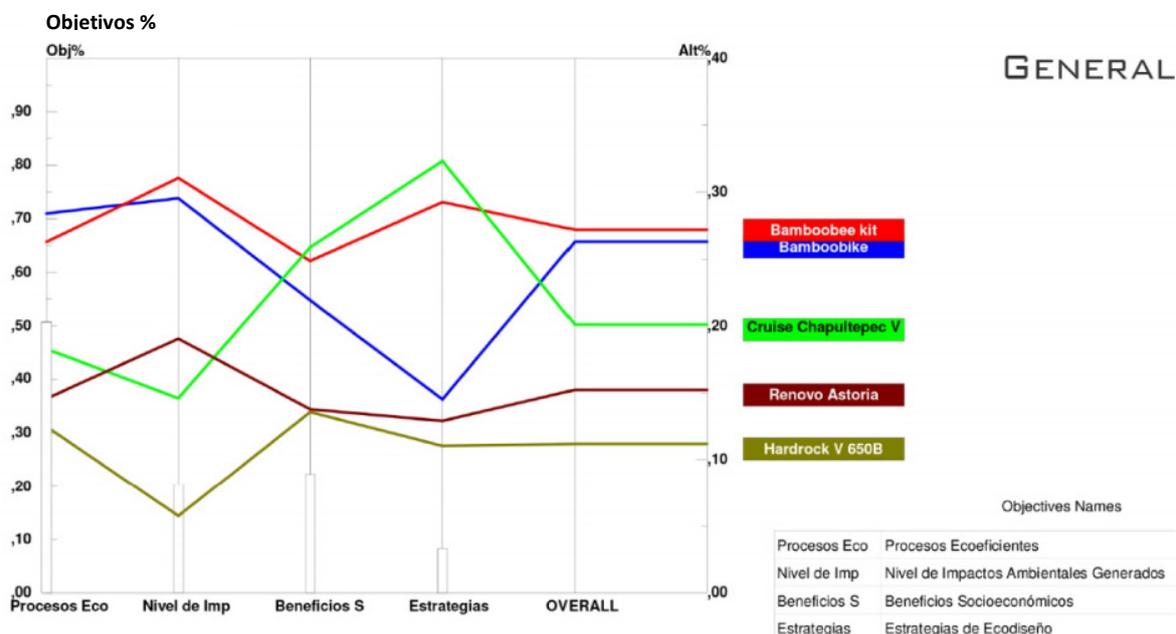


Figura 2. Exposición de los valores arrojados por el software Expert Choice de los aspectos más significativos en cuanto a la Sostenibilidad y Ecodiseño (Procesos Ecoeficientes; Nivel de Impacto Ambiental generado; Beneficios Socioeconómicos, Estrategias de Ecodiseño) para los cinco (5) modelos de bicicletas manufacturados en cañas de bambú, mezcla y materiales siderúrgicos, entre otros.

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de los Objetivos (%) alcanzados (según la escala presentada en el Eje Y del gráfico expuesto en la figura 2), por los modelos *Astoria* y *Hard Rock V6508*, en todas las variables analizadas están en niveles inferiores de cumplimiento respecto a los otros tres modelos de bicicleta, obteniendo valores de cumplimiento de objetivos en el rango 50%-15%. El último modelo en la gráfica corresponde a la bicicleta *Hard Rock V6508* es manufacturado en aluminio, es el de mayor impacto negativo en sus procesos de manufactura siendo no ecoeficiente al cumplir sólo con el 30% de los objetivos planteados para el producto (Obj%: 30%) y, el nivel de impactos ambientales generados es alto ya que sólo cumple con el 15% de los objetivos planteados (Obj%: 15%). En suma, de factores que afectan la sostenibilidad de estos modelos, que en el caso del *Astoria* se puede inferir valores negativos por el uso de materiales como las maderas de nuez, fresno o wengue, en especial esta última, cuya procedencia es de países africanos con alto daño en el origen, largas distancias, transporte con alto consumo de combustibles de hidrocarburos y generación de emisiones de CO₂. En referencia a *Hard Rock V6508*, el ser manufacturada en aluminio, los impactos ambientales son mayores por contaminación en la fuente de obtención de materia prima, residuos de soda cáustica, emisiones de humo y polvo, y por transporte del material a la industria, altos niveles de consumo de energía eléctrica y riesgos laborales, entre otros, sin dejar de mencionar el uso de pinturas acrílicas para los acabados finales superficiales de los cuadros con similares impactos negativos.

El promedio general (Overall), expuesto en la figura 2 evidencia que las mejores alternativas (Alt%) en orden de mejor nivel de sostenibilidad referido a los aspectos antes mencionados, es el siguiente: *Bamboobike* (Alt%: 28), *Bamboobee* (Alt%: 26) y *Cruicer Chapultepec* (Alt%: 20) con la menor valoración.

Al interrelacionar las diferentes variables analizadas, como son Procesos Ecoeficientes (Procesos Eco.), nivel de impactos ambientales generados (Nivel de Imp.) y beneficios socioeconómicos (Beneficios S.), en los modelos manufacturados de cañas de bambú con lo expuesto por Dapaah (2019), directora ejecutiva de la empresa social de Ghana Bamboo Bikes Initiative (GBBI) que fabrica la bicicleta de bambú *Eco Ride*, se denota su alta valoración positiva y coincidencia para con otras regiones del mundo; ya que en su conjunto, hay impactos positivos ecoeficientes referidos a procesos, beneficios ambientales y sociales.

De manera general, se puede resaltar que al ser proyectos que hacen uso de cañas de bambú, se requiere cultivar plantaciones de esta gramínea según sea el tipo de especie, en áreas cercanas a las localidades donde se encuentre la industria. En el caso de Ghana, la empresa social está ubicada en la ciudad de Kumasi, en el sur de Ghana, y tienen sus plantaciones de bambú adyacentes para fabricar bicicletas rentables, robustas y respetuosas con el medio ambiente, generando beneficios sociales como el de evitar el éxodo rural a ámbitos urbanos. Además, el proyecto, no sólo proporciona capacitación y empleos a nivel local, sino también mejorar las condiciones de vida de la población; de hecho, el 10% de las bicicletas fabricadas se ofrecen a los niños que viven en aldeas remotas, para permitirles viajar más rápidamente los kilómetros que los separan de la escuela, en lugar de trasladarse a pie.

El modelo *Eco Ride*, es una bicicleta manufacturada en 75% de bambú, razón por la cual Dapaah (2019), expone para el caso de Ghana, que: "estamos profundamente comprometidos a ayudar a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible Global y a reducir el perfil de emisiones del sector del transporte. A través de nuestros ambiciosos programas de ciclismo, ya estamos ayudando a revertir la emisión de CO₂ estimada del 57% que vendrá del sector del

transporte entre 2005 y 2030. Nuestra iniciativa también ayuda a unir el crecimiento inclusivo y el equilibrio de género al ofrecer igualdad de oportunidades de empleo a los jóvenes en Ghana que desarrolla habilidades transferibles”.

Se debe resaltar que la manufactura de los cuadros de bicicletas de bambú, en su generalidad presenta un diseño tradicional a los realizados en materiales siderúrgicos de hierro, acero o fibra de carbono, entre otros. Lo antes mencionado coincide con lo dicho por Assaël (2010) para Ghana, opinión que puede llevarse al ámbito de los países latinoamericanos y asiáticos, “de que la bicicleta tiene una estructura construida con el bambú, que garantiza

una fuerte resistencia a la tracción, mientras que las ruedas, los manillares y los asientos son fabricados con materiales convencionales. Estas bicicletas, construidas por artesanos altamente calificados del país, no son sólo cómodas, personalizadas y de alta calidad, sino que también son adecuadas para el terreno de las zonas rurales. Representan una respuesta a las necesidades de la población, proporcionando también un medio conveniente a los agricultores para el transporte de mercancías a sus granjas y mercados”.

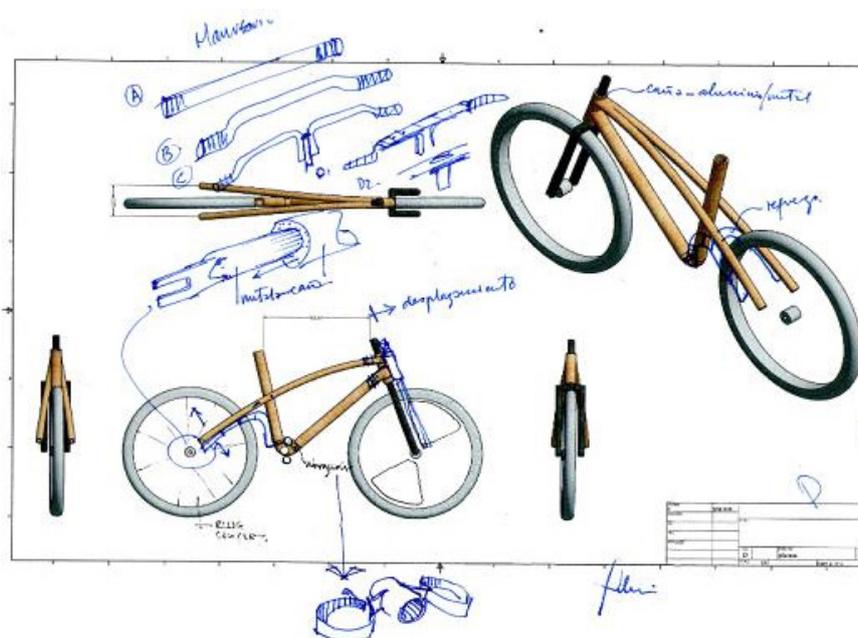


Figura 3. Lámina de trabajo que expone parte del proceso de diseño industrial que permitió consolidar detalles constructivos del proyecto de bicicleta Conowen + Valera: Modelo Libertad, manufacturada en cañas de bambú (sin dejar de ser proyectada su fabricación con otras gramíneas o materiales siderúrgicos, como el aluminio), y la elaboración del estudio posterior de ACV Clocowen Simplificado.

Fuente: Elaboración propia.

Por todo lo antes dicho, el presente trabajo de diseño de bicicletas a partir de cañas de bambú Conowen + Valera (2016): Modelo Libertad, reviste de mayor importancia no sólo en ratificar todos los aspectos positivos tratados desde el punto de vista técnico, social y económico, sino

que su diseño es innovador al romper el paradigma de manufactura de cuadros tradicionales bicicletas (Figura 3).

2.2. Resultado del Cribado B. ACV Clocowen Simplificado a bicicletas ACV para las bicicletas Modelo Libertad 3: proyectadas a partir de cañas de bambú y aluminio.

El proceso de cribado y comparación entre los diseños de bicicletas Conowen+Valera: *Modelo Libertad 3* manufacturado en caña de bambú respecto a la fabricada en aluminio, fue desarrollado mediante el método ACV Clocowen Simplificado usando, primero, el modelo de análisis de ciclo de vida desarrollado para el software Expert Choice (Figura 4), y segundo, con la matriz elaborada en el software Excel (Figura 5). El resumen de los resultados se presenta a continuación:

2.2.1. ACV Clocowen Simplificado-Expert Choice

La figura 4 expone los valores de los Objetivos (Obj%) alcanzados por las bicicletas Conowen+Valera: *Modelo Libertad 3* manufacturadas en caña de bambú y aluminio, donde la primera, la de gramínea, alcanzó los niveles más altos de los Obj%: 95%-65% (menores impactos) referidos a: procesos de manufactura no ecoeficientes (Obj%: 74%); nivel de impactos ambientales generados (Obj%: 95%); beneficios socioeco-

nómicos (Obj%: 80%); estrategias de Ecodiseño (Obj%: 60%). Estos valores tienen correspondencia con lo determinado y discutido en el punto 3.1.

El último modelo manufacturado (*Libertad 3 Aluminio*), es el que alcanza los menores Objetivos (Obj%) de sostenibilidad, es decir, se transforma en mayores impactos negativos referido a los procesos de manufactura no ecoeficientes (Obj%: 38%); el nivel de impactos ambientales generados (Obj%: 18%); beneficios socioeconómicos (Obj%: 35%); estrategias de Ecodiseño (Obj%: 55%). Se puede apreciar que la implementación de las estrategias de Ecodiseño en el proyecto de diseño industrial de las dos bicicletas, son casi coincidentes. Lo anterior, es en razón de que la única variante de los requerimientos de diseño ha sido el cambio de materia prima de la manufactura del cuadro de la bicicleta.

En la figura 4 se muestra que la mejor Alternativa (Alt%) en la categoría de mejor nivel de sostenibilidad referido a los aspectos antes mencionados, es el siguiente: Modelo Libertad 3 de cañas de bambú (Alt%: 69) y Modelo Libertad 3 de aluminio (Alt%: 31).

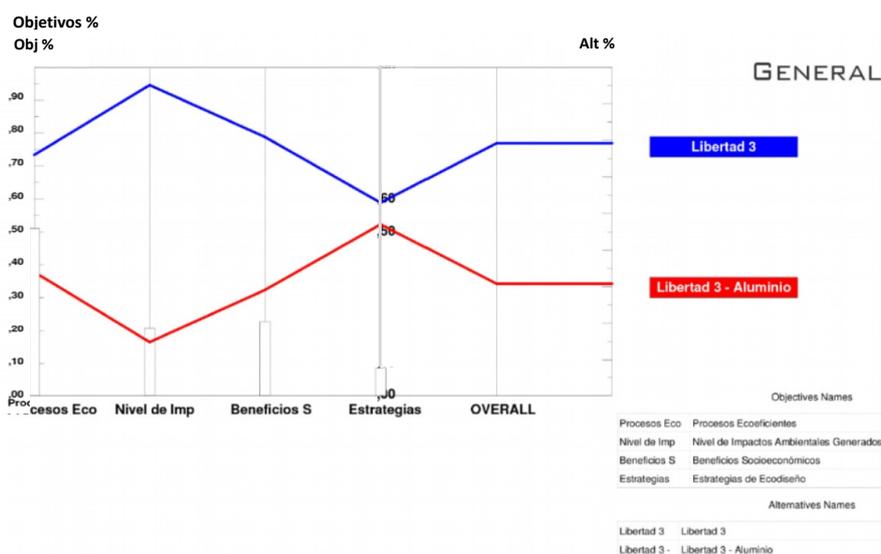


Figura 4. Exposición de los valores comparativos de varios aspectos de sostenibilidad y Ecodiseño modelo de de bicicleta Conowen+Valera: Modelo Libertad 3 manufacturados en cañas de bambú y aluminio.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. ACV Clocowen Simplificado-Matriz Excel.

El presente apartado presenta los resultados de la implementación del Análisis de Ciclo de Vida Clocowen Simplificado usando la matriz Excel (Figuras 5 y 6).

En la matriz se valoran los impactos positivos y negativos de todo el Sistema Productos y la obtención de su Puntuación Única (PU) de cada

uno de los procesos de los Sub Sistemas Producto (obtención, fabricación, transporte, uso y disposición final) son contrastados con los 28 indicadores que son valorados por los expertos en una escala de 3 a -3 (donde -3: alto impacto negativo; -2: Mediano impacto negativo; -1: Bajo impacto negativo; 0: Neutro; 1: Bajo impacto positivo; 2: Mediano impacto positivo; 3: Alto impacto positivo).

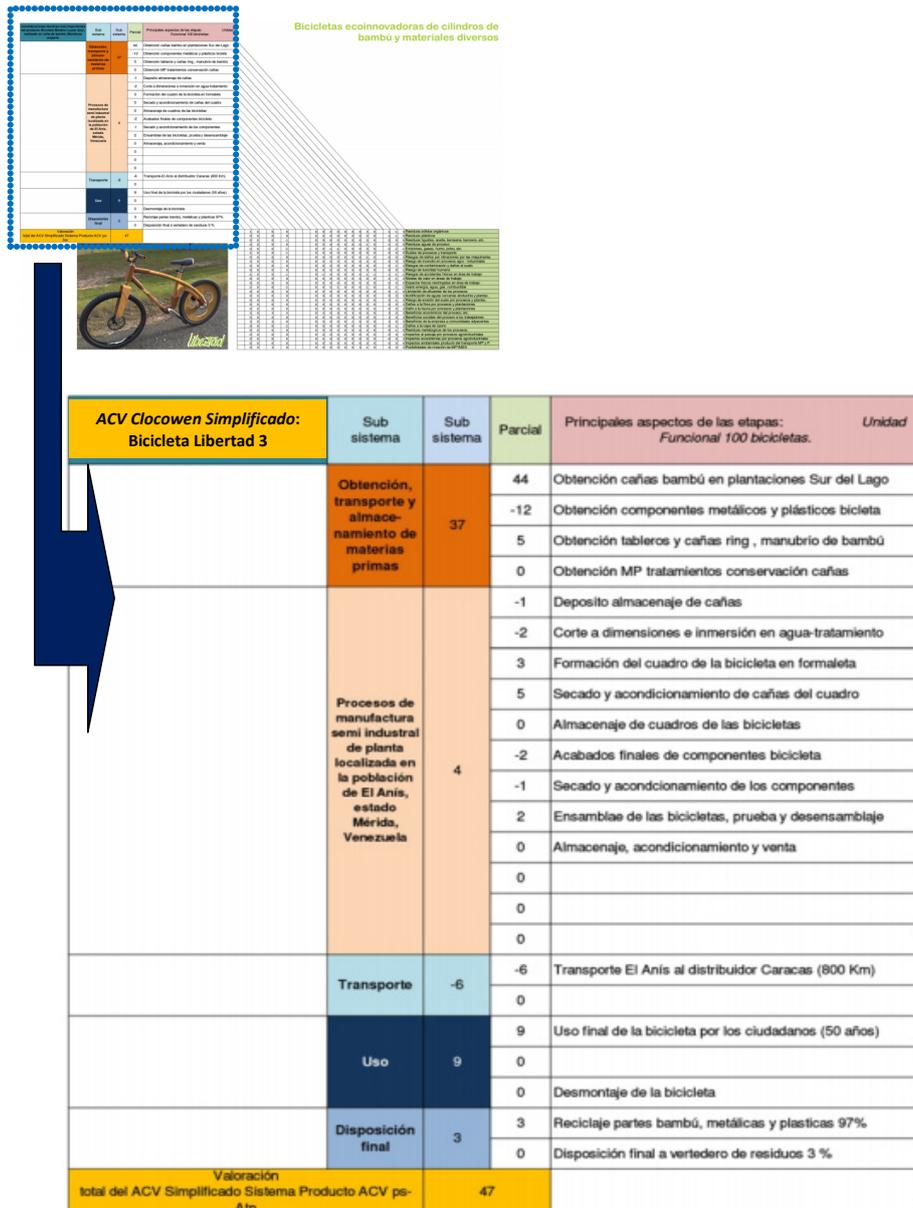


Figura 5. Manufactura, transporte, uso y disposición final, considerando los aspectos de sostenibilidad y Ecodiseño para la bicicleta Libertad 3. Aplicado a los cinco modelos de bicicletas manufacturados en cañas de bambú, mezcla y materiales siderúrgicos.

Fuente: Elaboración propia.

Todo ello, propicia, una vez consolidada la empresa y fabrica de bicicletas Conowen+Valera localizada en la ciudad de El Vigía, capital del Municipio Alberto Adriani del Estado Mérida, o en la población del Anís, muy cercanas, el desarrollo de un programa de plantaciones de bambú y guadua (*Guadua angustifolia*) en el sur del lago de Maracaibo con fines diversos de construcción de bicicletas, edificaciones y objetos domésticos diversos. La siembra de las gramíneas genera beneficios ambientales (protección a crecidas de río Chama y Mucujepe, mejora del suelo, captura de carbono y fortalecimiento de la capa de ozono) y paisajísticos (belleza del paisaje, protección de las plantaciones de plátano y frutales en momentos de la arremetida de chubascos, aumenta la humedad de los suelos y crea un microclima que regula la temperatura, otros); incorpora mano de obra campesina adyacente a las plantaciones (labores de siembra, mantenimiento y aprovechamiento, así como de manufactura de viviendas, infraestructuras socio productivas, objetos domésticos y artesanales), entre otros.

Al analizar la figura 6, se puede apreciar algunas de las valoraciones consensuadas que han sido definidas por el equipo de evaluadores y se justifican de manera específica a continuación:

Obtención de materia prima: Residuos sólidos orgánicos (PU: +3): genera residuos que pueden ser reciclados, o reutilizados; Residuos líquidos, aceite, kerosene, benceno, etc. (PU: 0): eventualmente la unidad de transporte podría presentar fugas de aceite, agua, o gasolina, por lo que se recomiendan chequeos constantes; Riesgos de contaminación y daños al suelo (PU:+3): el bambú es considerado el acero natural en contra de la erosión de los suelos y los desbordes ribereños; Riesgo de toxicidad humana (PU:+3): el bambú genera más oxígeno que las especies leñosas; Riesgo de erosión del suelo por procesos y planta (PU:+3): Los rizomas del bam-

bú se comportan como una malla biológica que previenen la erosión del suelo; Daños a la flora por procesos y plantaciones (PU:+3): las plantaciones de bambú propician la existencia y sostenibilidad de flora, microflora y fauna; Beneficios económicos del proceso, etc. (PU:+3): con su crecimiento rápido, tiene la capacidad de reforestar más rápidamente, esto hace que el bambú sea una inversión rentable a muy corto plazo; Daños a la capa de ozono (PU:+3): el bambú es considerado crítico en el balance entre oxígeno y dióxido de carbono en el atmosfera ya que genera más oxígeno que las especies leñosas; Impactos al paisaje por procesos agroindustriales (PU:+3): las plantaciones embellecen el paisaje, aparte de los beneficios en la flora y fauna, en los suelos y atmósfera; Posibilidades de creación de MPYMES (PU:+3): existen más de 1000 especies de bambú en el planeta, unas aptas para la construcción, otras producen brotes comestibles muy apetecidos en la comida oriental, además, hay especies que son usadas en muebles, artesanías, y joyas, otras sirven como ornamentales que por su belleza y tamaño pueden ser usadas en exteriores o en macetas.

La valoración de PU: -12 del Subsistema Producto (Figuras 5 y 6), se refiere a todos los impactos que se generan por la incorporación de los componentes metálicos siderúrgicos de aluminio, acero y plásticos que se requieren para la manufactura de los rines, cadenas, pedales, otros componentes que se incorporan al marco y así consolidar la funcionalidad de la bicicleta *Libertad 3*. La valoración de PU: +4 es correspondiente al proceso de manufactura, en el cual se constata que la industria manufacturaría 100 bicicletas cada mes del modelo Conowen+Valera: Libertad 3, en una primera etapa de ajuste, además de que los impactos ambientales no son significativos y pueden ser minimizados a través de la implementación de tecnologías limpias. Por otra parte, es el transporte que genera una valoración negativa de

PU: -6, por todos los aspectos de emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de combustibles y aceites derivados de hidrocarburos, riesgos laborales, entre otros.

Vale resaltar entre los aspectos técnicos de fabricación del producto ecodiseñado bicicleta *Libertad 3*, que el de mayor interés por su riguroso estudio de calidad y seguridad constructiva, es el proceso de doblado de las cañas y su posterior unión con las distintas partes que conforman las uniones de los elementos metálicos de la bicicleta, como lo son el sistema de pedales, ejes de cadenas y rines, manubrio y farquillas, entre otros.

En ese sentido, se observa que se requiere tener mayor cuidado en el proceso de doblado del cilíndrico de cañas de bambú para que no se generen fracturas en sus fibras ubicadas en el plano de tracción, las cuales están en su máxima exigencia del Esfuerzo Límite Proporcional (ELP-kg/cm²). Este proceso de manufactura, rige en todos los diseños, ya que este doblado se hace en una prensa con aplicación de calor para que las cañas adquieran la forma deseada según el tipo de unión, permitiendo de esta manera, la realización de un cuadro seguro y resistente a partir de cañas de bambú.

También se evalúa la posibilidad de sustituir el manubrio, rines y farquillas manufacturados en materiales siderúrgicos como el aluminio o acero, por cañas o tableros contrachapados elaborados con elementos laminados de tiras de bambú. Todos estos componentes de la bicicleta se adecuan al resto de los elementos funcionales de la bicicleta, mediante uniones de ejes, flejes, láminas y tornillería. El producto final cuenta con uniones de tornillería y abrazaderas, sin dejar de un lado las uniones de origen vegetal como las fibras preservadas que generan las cuerdas de sisal o del seudo tallo del plátano, debidamente revestidos con resina de fibra de vidrio y acabado superficial de pintura acrílica.

Al analizar la figura 6 de la Matriz Excel del ACV Clocowen se puede determinar en el aspecto de obtención de los componentes siderúrgicos, proceso de manufactura y uso de la bicicleta *Libertad 3*, las siguientes y más importantes valoraciones de Puntuación Única (PU):

Obtención componentes metálicos y plásticos

bicicleta: Residuos plásticos (PU:-1): residuos de cortes de viruta y otros elementos que pudieran generarse durante los procesos; Riesgos de contaminación y daños al suelo (PU:-1): por extracción de minerales; Riesgos de accidentes físicos en área de trabajo (PU:-1): junto con las grandes máquinas pueden haber riesgos de accidentes físicos; Niveles de calor en áreas de trabajo (PU:-1): algunos elementos requieren de hornos con altas temperaturas, para la fabricación de las piezas, por ejemplo, los rines o neumáticos); Gasto energía, agua, gas, combustible (PU:-1): gastos energéticos y de combustible para el traslado de las piezas al lugar de ensamblaje serán requeridos; Riesgo de erosión del suelo por procesos (PU:-1): Por extracción de minerales ferrosos.

Proceso de manufactura semi industrial de la

bicicleta Libertad 3: Etapa parcial de ensamblaje de las bicicletas, prueba y desensamblaje (PU: +2), la cual contempla los riesgos de accidentes físicos en área de trabajo (PU: -1): debido al uso de herramientas para uniones mecánicas, existen posibilidades de riesgos mínimos durante el ensamblaje; Beneficios económicos del proceso, etc. (PU+3): debido al traslado del producto desensamblado, hay menores posibilidades de daños a las piezas, o al producto final, y un mejor uso del espacio; Transporte desde El Vigía o población de El Anís al distribuidor de Caracas (800 Km), genera residuos líquidos, aceite, kerosene, benceno, etc. (PU: -1): eventualmente la unidad de transporte podría presentar fugas de aceite, agua, o gasolina. Emisiones, gases, humo, polvo, etc.

(PU: -2): debido al trayecto (largo), al peso de la carga y al mecanismo (motor de combustión interna), la unidad presentará emisiones de gas. Riesgos de accidentes físicos en área de trabajo (PU: -1): eventualmente la unidad de transporte podría presentar fallas, por lo que se recomiendan chequeos constantes; Beneficios económicos del proceso, etc. (PU: +3): permite el traslado de gran cantidad de piezas del producto para su previo ensamble. Por otra parte, el producto se traslada a Caracas, la capital de Venezuela, que posee mayor cantidad de compradores; Daños a la capa de ozono (PU: -2): la unidad de transporte emitirá gases que afectarán la atmósfera.

Uso: (PU: +9) Etapa parcial de uso final de la bicicleta por los ciudadanos (50 años) (PU: +9). Beneficios económicos del proceso, etc. (PU: +3): beneficios en la venta del producto al tener consideraciones ecológicas durante su producción; Beneficios de la empresa a comunidades adyacentes (PU: +3): contribuye a crear una nueva conciencia ecológica, y expandir el conocimiento del bambú como elemento de impresionante estabilidad estructural, además de promover el uso de las bicicletas para sanar nuestro entorno y mejorar la salud.

Finalmente, la valoración total de la PU=+47 del Sistema Producto de la bicicleta modelo Conowen+Valera: *Libertad 3*, dentro de la escala de la sostenibilidad ACV-Clocowen, corresponde con un producto industrial con nivel medio de Ecoeficiencia, con posibilidades de mejora al sustituir los rines, manubrio y farquillas de materiales siderúrgicos por los manufacturados en cañas y tableros contrachapados de bambú. Ello lo elevaría de nivel de sostenibilidad a los más altos estándares de Ecoeficiencia.

Conclusiones y recomendaciones

La bicicleta modelo Conowen+Valera: *Libertad 3*, surge como compromiso ciudadano de contribuir a la consolidación del Desarrollo Sostenible y además de exponer la capacidad ecoinnovadora de sus autores, en proyectar el uso de materiales orgánicos alternativos como es el caso de aprovechar para la manufactura de productos industriales, la capacidad de crecimiento y sustentabilidad que tiene la variedad de gramíneas como lo son el bambú (*Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia* entre otras), o la caña brava *Gynerium sagittatum*). Y es que el bambú permite la generación de propuestas ecológicas con bajos impactos medioambientales tanto en su fabricación uso y desecho, siendo una gran opción para desarrollar de propuestas de diseño industrial con dicho material como elemento orgánico sostenible.

Todos los aspectos de niveles de sostenibilidad fue constatado al implementar la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) a través del método ACV Clocowen Simplificado o Simple, primero, en el proceso de cribado de comparación de las diferentes alternativas de bicicletas localizadas en el mercado internacional manufacturadas con bambú y materiales modernos de fibras de carbono, siderúrgicos o plásticos; y en segundo cribado de comparación, el diseño de la bicicleta *Libertad 3* manufacturada con cañas de bambú, con la misma de igual diseño, pero realizado en aluminio. Ambos procesos de ACV, determinó que las de bambú son cuadros de bicicletas más sostenibles que los de materiales modernos.

Al implementar el segundo cribado comparativo, la valoración total de la PU=+47 del Sistema Producto de la bicicleta modelo Conowen+Valera: *Libertad 3*, dentro de la escala de la sostenibilidad ACV-Clocowen, correspondió a la de un producto industrial con nivel medio de Ecoeficiencia, con posibilidades de mejora al sustituir los rines, manubrio y farquillas de materiales siderúrgicos por los manufacturados

en cañas y tableros contrachapados-laminados de bambú. Ello lo elevaría de nivel de sostenibilidad a los más altos estándares de Ecoeficiencia.

La proyección de fomentar a nivel internacional las ventajas de aspectos de la sostenibilidad que tienen las bicicletas fabricadas en cañas de bambú u otra gramínea, van a sentar las bases de una cultura de sensibilidad y compromiso ambiental con el avanzado deterioro del planeta Tierra, ya que es un hecho que la mayoría de los medios de transporte de vehículos, trenes y aviones, ocasionan fuertes impactos medioambientales negativos tanto en su proceso de fabricación así como en su uso; mientras que las bicicletas, generan un impacto ambiental solamente durante su fabricación y disposición final, en la cual, parte de sus componentes tienen grandes posibilidades de reutilización. Su manufactura y uso de la bicicleta como vehículo para la movilidad urbana y rural, es una visión que trasciende dentro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible 2030.

Finalmente es importante señalar que, la información acá expuesta de la bicicleta modelo Conowen+Valera: *Libertad 3*, así como las propuestas de bicicletas Libertad 1 y Libertad 3 (no presentadas en el presente trabajo por razones de protección legal) -aluminio, desarrolladas por los autores adscritos al Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño CEFAP - LNPF ULA/UPV, con la implementación del proceso de Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) y la posterior elaboración de los planos técnicos que definen cada uno de los productos, están protegidas legalmente y registradas en Venezuela bajo la figura de protección de planos Solicitud 1755 y Registro de Depósito Legal N° 2016000067.

Referencias

- Assaël, Kim. (2010). *Las bicicletas de bambú de Ghana, bajo costo, alta calidad y producidas con materiales locales*. <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BambooBikesESP.pdf>
- Bamboocycles. (2020). *Bicicletas ligeras con el medio ambiente*. <https://bamboocycles.com/es/?v=267d696eab9e>
- Bernice Dapaah. (2019). *Las bicicletas de bambú que cambiaron una comunidad*. <https://www.inspimundo.com/2019/09/ghana-bambu-bicicletas/>
- Cante Karen. (2013). *Bicicletas de Bambú en Colombia*. http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-12806602.html
- Cloquell Ballester, V. A. (2020). *Ecodiseño de rutas y puntos de recarga eléctrica para el fomento de la micromovilidad y la intermodalidad*. VI Seminario Iberoamericano de Desarrollo, Sostenibilidad y Ecodiseño ULA-UPV: 2020.
- Cloquell Ballester, V., Contreras Miranda, W., Owen de C. M. E., y Vivancos Bono J. L. (2007). *Evaluación del nivel de sostenibilidad de la madera y los productos forestales*. Valencia: Editorial Fundación Politécnica Antiguos Alumnos. Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
- Cloquell, V.; Contreras, W.; Owen de C. M. y Vivancos, J. (2007). *Evaluación del nivel de sostenibilidad de la madera y los productos forestales*. Valencia: Editorial Fundación Politécnica Antiguos Alumnos. Universidad Politécnica de Valencia.
- Contreras Miranda, W., Cloquell Ballester, V., y Owen de C. M. E. (2007). *El diseño ambientalmente integrado (dAI), en el desarrollo de nuevos productos de madera*. Editorial Fundación Politécnica Antiguos Alumnos. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Valencia.
- Contreras Miranda, W., Owen de C., M. E., Contreras Owen A.A., y Maza, J.D. (2020). *Ecodiseño en sistema de movilidad sostenible a partir de bicicletas de bambú*. VI Seminario Iberoamericano de Desarrollo, Sostenibilidad y Ecodiseño ULA-UPV: 2020.
- Contreras, W., Cloquell, V., Cloquell, V., Owen, M., Rondón, M., Guzmán, L. (2009). Desde el paradigma de la ecología industrial hasta su nueva estrategia metodológica para alcanzar productos, procesos y servicios sostenibles, el Diseño Ambientalmente Integrado. *Revista Ecodiseño y Sostenibilidad*, pp. 13-36.

- Contreras, W., Owen, M., Cloquell, V. (2005). *Conceptualización y propuesta taxonómica de productos forestales desde la visión del Diseño Ambientalmente Integrado*. Valencia: AITIM, Boletín de información técnica N° 236.
- Contreras, W., Valero, S., Owen, M., Cloquell, V., Rondón, M. y Barrios., E. (2010). El diseño ambientalmente integrado y el ecodiseño en la elaboración de tableros aglomerados de partículas de bambú con adhesivo fenol formaldehído. *Revista Ecodiseño y Sostenibilidad*, pp. 117-144.
- Guzmán, L., Castellanos, M., Moreno, A., Contreras, W. y Owen, M. (2010). Integración de los principios del Ecodiseño en la administración estratégica. Experiencias prácticas en la industria del mueble en el estado de Jalisco, México. *Venezuela: Tecnología & Construcción*, 26.1.
- Liu, Rosa y Rocío Huang. (2018). *Empresarios chinos hacen "bicicletas de bambú" para apoyar el transporte ecológico*. <http://spanish.peopledaily.com.cn/n3/2018/0207/c31614-9424771.html>
- Owen de C. M. E., Cloquell Ballester, V., Cloquell Ballester, V. A., Contreras Miranda, W. (2007). *El desempeño medioambiental en la industria de puertas y ventanas de madera y productos forestales*. Editorial Fundación Politécnica Antiguos Alumnos. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Valencia.
- PNUMA. 2010. *El PNUMA aplaude a los empresarios-innovadores que aceleran la transición a una economía verde*. <https://rds.org.co/es/novedades/pnuma-aplaude-a-los-empresarios-innovadores-que-aceleran-la-transicion-a-una-economia-verde>.
- Salazar Ruíz, E. (2020). *Ecodiseño y sus impactos en la formación profesional*. VI Seminario Iberoamericano de Desarrollo, Sostenibilidad y Ecodiseño ULA-UPV: 2020.