

Noviembre 2019 - ISSN: 1696-8352

IMPLEMENTACIÓN DE LA RUEDA DE LIDS PARA EL DESARROLLO Y DISEÑO DE UN LADRILLO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y BAGAZO DE CAÑA: BIOLADRILLO

Daniel Alfredo Duarte Ortiz¹

Universidad Autónoma de Colombia, Colombia
dantealfr@gmail.com

Yeimy Natalia Díaz²

Universidad Autónoma de Colombia, Colombia
Yenadi96@gmail.com

Sandra Juliet Salamanca Sánchez³

Universidad Autónoma de Colombia, Colombia
Juliesalamancas@gmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Daniel Alfredo Duarte Ortiz, Yeimy Natalia Díaz y Sandra Juliet Salamanca Sánchez (2019): "Implementación de la rueda de LIDS para el desarrollo y diseño de un ladrillo a base de cascarilla de arroz y bagazo de caña: bioladrillo", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana (noviembre 2019). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/11/desarrollo-diseno-bioladrillo.html>

RESUMEN

Las técnicas y materiales utilizados para el sector de la construcción y los procesos industriales que se llevan a cabo para su ejecución, presentan un alto índice de contaminantes para el planeta, debido a los desechos producidos y a la emisión de gases generados durante su proceso. Este artículo presenta la aplicación de un método de ecodiseño con herramientas metodológicas que permiten desarrollar productos industriales sostenibles; por medio Life Cycle Design Strategies, se visualizo las diferentes estrategias que fueron usadas para obtener un diseño sostenible con el

¹ Estudiante Diseño Industrial, Joven Investigador Semillero DISAM, Centro de estudios interdisciplinarios para el desarrollo CEIDE, Universidad Autónoma de Colombia.

² Estudiante Diseño Industrial, Joven Investigador Semillero DISAM, Centro de estudios interdisciplinarios para el desarrollo CEIDE, Universidad Autónoma de Colombia.

³ Diseñadora Industrial, Centro de estudios interdisciplinarios para el desarrollo CEIDE, Universidad Autónoma de Colombia, Departamento Ingeniería, Diseño Industrial.

medio ambiente y que involucra todos los factores importantes de la cadena de valor de un producto diseñado; se presentan las diferentes categorías que posibilitan la materialización del producto, su producción seriada y el desuso. A través de cada una de las etapas se define la implementación de un nuevo material fabricado a partir de cascarilla de arroz, bagazo de caña y de cemento que sustituye los compuestos que son utilizados tradicionalmente para la construcción.

El material compuesto desarrollado a través de esta investigación presenta las propiedades adecuadas para ser usado como material sustituto. Las características específicas de cada uno de los componentes mezclados se complementan para crear un elemento superior al material original. Dentro de la clasificación para materiales compuestos, se define esta mezcla como un compuesto estructural, ya que su factibilidad depende de la geometría del diseño (Ciencias de materiales. Tema 7. Materiales Compuestos, 2005). Por lo cual, al determinar la composición final y probar con diferentes cantidades de material, se tuvo en cuenta la importancia de definir los porcentajes puntuales de cada elemento; de manera que el porcentaje final utilizado de cascarilla de arroz fue del 30% y cemento del 70%. Así mismo, para la propuesta de diseño se plantaron determinantes y requerimientos que generaron una pauta para el desarrollo del producto y se definieron exigencias específicas para el éxito del proyecto.

Este trabajo busca resaltar la importancia del diseño desde la forma-función y desde la creación de nuevos materiales; del mismo modo destaca los beneficios que conlleva el aprovechamiento de los recursos naturales que el planeta nos proporciona, como las fibras naturales. También, se evidencian los alcances que puede generar el desarrollo de un proyecto a través de un método de diseño que considera todas las etapas de un producto, formando un modelo viable que tiene en cuenta la disminución de costos de materia prima y una reducción de la contaminación ambiental presente en todo el planeta.

Palabras clave: Cascarilla de arroz – Bagazo de caña - Cemento – Método de diseño – Rueda de Lids - Diseño sostenible – Materiales compuestos – Bioladrillo – Diseño de ladrillos.

ABSTRACT

The techniques and materials used for the construction sector and the industrial processes that are carried out for their execution, present a high index of pollutants for the planet, due to the waste produced and the emission of gases generated during its process. This article presents the application of an ecodesign method with methodological tools that allow the development of sustainable industrial products. The wheel of Lids presents the different categories that make possible the materialization of the product, its serial production and the disuse. Through each of the stages, the implementation of a new material made from rice husk and cement that substitutes the compounds that are traditionally used for construction is defined.

The composite material developed through this research presents the proper properties to be used as a substitute material. The specific characteristics of each of the mixed components are complemented to create an element superior to the original material. Within the classification for composite materials, we define this mixture as a structural compound, since its feasibility depends on the geometry of the design (Material Sciences, Theme 7. Composite Materials, 2005). Therefore, when determining the final composition and testing with different amounts of material, the importance of defining the specific percentages of each element was taken into account; so that the final percentage used of rice husk was 30% and cement 70%. Likewise, for the design proposal, determinants and requirements were planted that generated a guideline for the development of the product and defined specific requirements for the success of the project.

This work seeks to highlight the importance of design from the form-function and from the creation of new materials; in the same way, it highlights the benefits that the use of the natural resources that the planet provides us, such as natural fibers. Also, the scope that can be generated by the development of a project through a design method that considers all the stages of a product is

evident, forming a viable model that takes into account the reduction of raw material costs and a reduction in the environmental pollution present throughout the planet.

Keywords: Rice husk - Cane bagasse - Cement - Design method – Life cycle design strategy
Wheel - sustainable design - Composite materials - brick - Brick design.

1. INTRODUCCIÓN

Al examinar el consumo energético que genera la fabricación y cimentación de estructuras para construcción, se hace evidente las toneladas de materiales que son empleados para su realización. La elaboración específica de ladrillos consume grandes cantidades de cemento, aditivos y agua; además, emite a la atmosfera 270 gramos de CO₂ (Álvarez Clemente 2010). El incremento de la concentración de estas emisiones provoca alteraciones en el clima y por consiguiente un efecto negativo en la temperatura del planeta.

Este proceso es altamente contaminante, debido a las etapas por las cuales debe pasar el material para que adquiera las propiedades adecuadas de resistencia, compresión y dureza. (A. Martínez Amariz y M. Cote Jiménez 2014) Estas fases incluyen el uso de productos para combustible como madera, plásticos, textiles, carbón entre otros, que como se mencionó inicialmente generan gran cantidad gases al ambiente.

En base al uso masivo de compuestos para el sector de la construcción, se plantea la utilización de materiales alternativos que sustituyan un porcentaje de la materia prima tradicional empleada en la fabricación de ladrillos. En la actualidad el uso de desechos agroindustriales, como la cascarilla de arroz y el bagazo de caña, presenta nuevas posibilidades para el desarrollo de materiales compuestos. Esta fibra genera grandes cantidades de desecho y ofrece las propiedades físico-químicas adecuadas para ser usada como material de refuerzo del cemento.

Las características conglomerantes de cemento y los atributos de la cascarilla de arroz y el bagazo, presentan una combinación de materiales con propiedades físicas y químicas superiores al componente original.

Para poder obtener dicho material y definir una propuesta viable que realmente expusiera los beneficios de reemplazar el material tradicional del ladrillo y su proceso de producción se trabajó con el Método de diseño Rueda de LiDS (Life Cycle Design Strategies) la cual plantea una rueda estratégica del ecodiseño. Este método permite visualizar las estrategias que pueden ser usadas para obtener un diseño sostenible con el medio ambiente y que involucra todos los factores importantes de la cadena de valor de un producto.

La rueda de LiDs presenta ocho estrategias que guiaron al diseño a ser un producto ambientalmente sostenible. Estas son: Selección de materiales de bajo impacto, Reducción del uso de materiales, Optimización de las técnicas de producción, Optimización del sistema de distribución, Reducción del impacto durante el uso del producto, Optimización del periodo de vida útil, Optimización del sistema al finalizar la vida útil y el desarrollo de nuevos conceptos.

Algunas de las estrategias permitieron establecer el uso adecuado de los materiales propuestos para el proyecto; Otras, formularon nuevos procedimientos de la fabricación del material sin afectar el medio ambiente; las demás desarrollaron el sistema apropiado de la vida útil de producto y la última estrategia propuso una alternativa innovadora que se ve reflejada en las características del diseño.

La propuesta objetual de dicho diseño, presenta un elemento práctico en su proceso de producción y manipulación; además tiene en cuenta las determinantes y los requerimientos que son planteados desde el uso, la función, la comunicación y la estética. Cada característica del diseño responde a todas las estrategias del método utilizado.

Este proyecto presenta el desarrollo de una propuesta de diseño formal-estética de un ladrillo fabricado a partir de cascarilla de arroz y cemento que involucra una herramienta para selección y comunicación de las estrategias del ecodiseño.

2. EVALUACIÓN Y ESTRAGIAS DEL MÉTODO DE DISEÑO: RUEDA DE LIDS (life cycle design strategy)

La rueda de Lids es una estrategia utilizada en diferentes momentos del proceso de un diseño. Esta herramienta visualiza el ambiente y las características del producto actual y la nueva propuesta de diseño, de manera que se establece un margen comparativo entre ambos productos para definir cuál de los dos presenta una mejor respuesta para un producto ecológico. La rueda a su vez permite el análisis de un solo producto sin la necesidad de ser comparado, únicamente para visualizar el producto en todo su contexto; sin embargo, por lo general el análisis se realiza al rediseño de un producto.

El método es utilizado para indicar el enfoque que debe tener cada estrategia de diseño a corto, mediano y largo plazo e indica y prioriza cuales son los puntos claves del ciclo de vida de un producto que debe ser intervenido.

La Rueda de LIDS es representada mediante un módulo conceptual que se encuentra agrupado en ocho categorías vinculadas directamente a los ocho ejes de la gráfica que representa la rueda de LIDS (Ver Figura 1). Al asignar los puntajes sobre cada línea de los ejes se tiene en cuenta que el punto central significa 0, es decir, una menor calificación y gradualmente la puntuación avanzara hasta llegar a la máxima valoración que es 5 y que está ubicada al finalizar la rueda. La Figura 1 muestra las características generares de la rueda de LIDS.



Figura 1: Rueda de LIDS

Fuente: Autor, Representación gráfica basada en la rueda de las estrategias del ecodiseño propuestos por Van Hemel (1998)

A continuación una descripción de cada una de las categorías que hacen parte de la Rueda y que deben ser tenidas en cuenta para la estrategia del diseño. Desde la primera hasta la última involucra el proceso de mejora de cualquier producto, teniendo en cuenta todos los aspectos medioambientales.

2.1 Materiales de bajo impacto

La materia prima seleccionada debe encontrarse dentro de los ámbitos de materiales limpios, renovables, de bajo contenido energético y reciclable. Es necesario conocer su procedencia, su ciclo de vida útil y a su vez conocer su grado de contaminación.

2.2 Reducción en el uso del material

Esta estrategia se encuentra directamente relacionada con la estrategia de “materiales de bajo impacto”; ambas pueden afectar dimensiones y materiales. El objetivo es producir más con menos y establecer una reducción eficiente del material usado, sin afectar la calidad del producto.

2.3 Optimización de las técnicas de producción

En esta estrategia se busca tener en cuenta técnicas de producción alternativas, reducción de las etapas del proceso de fabricación, consumo de energía limpia, reducción de residuos, utilización de menos consumibles.

Dentro de la cadena de producción son muchos los factores que pueden contribuir a una estrategia de producción limpia, sin embargo es el diseño el que puede generar un cambio aún más significativo en los impactos ambientales al hacer una selección de los materiales y procesos de producción.

2.4 Optimización del sistema de distribución

En esta categoría se busca la reducción de peso y volumen, Modo de transporte y logística energéticamente más eficiente, embalaje menor, limpio y reutilizable para reducir el impacto ambiental negativo que genera el movimiento globalizado de los bienes de consumo.

2.5 Reducción del impacto durante el uso del producto

En esta estrategia la finalidad es asegurar un bajo consumo energético, asegurar que el producto provenga de una fuente de energía limpia, Utilizar menos consumibles, hacerlos más limpios; además de utilizar energías alternas y renovables.

2.6 Optimización del período de vida útil

En esta etapa se tiene en cuenta la alta fiabilidad y durabilidad de los diseños, fácil mantenimiento y reparación, desarrollo de una estructura modular y adaptable, estandarización y fortalecimiento de una relación producto-usuario.

2.7 Optimizar el sistema al final de la vida útil

En esta última fase es necesario desarrollar una estrategia de reutilización, reconstrucción, reciclado y biodegradabilidad del producto. No se tiene en cuenta el concepto de basura; por el contrario se debe favorecer a los términos mencionados y en caso de que el material no pueda ser utilizado se debe asegurar una incineración que no afecte al medio ambiente.

Las estrategias 6 y 7 afectan de manera directa el producto, llegando a generar un cambio en todo el concepto de diseño. Estos cambios pueden generar una concepción totalmente diferente del producto original.

2.8 Desarrollo de unos nuevos conceptos de materialización

Esta estrategia se encuentra enmarcada dentro del número 0 por que no lleva un orden específico dentro de la rueda. Tiene una marcación distinta al resto de las categorías; se basa en replantear los objetos del proyecto, en lo nuevo e innovador que debe existir en el ámbito ambiental. Es una oportunidad a nuevos caminos en el ecodiseño. Abordar esta estrategia es una de las partes más difíciles del proceso del rediseño, ya que abarca el diseño del producto y el modelo del negocio del cliente al mismo tiempo.

3. DISEÑO DE PRODUCTO: LADRILLO HECHO A PARTIR DE CASCARILLA DE ARROZ Y CEMENTO

3.1 Materiales

Para el desarrollo de un material que fuera sostenible en el medio ambiente, se tuvo en cuenta la utilización de una fibra natural que genera una gran cantidad de desecho y que no es aprovechada correctamente, esta fibra es la cascarilla de arroz y bagazo de caña, y es un subproducto que presenta las propiedades adecuadas como material de refuerzo. Por otra parte, fue necesario definir que material sería el complemento físico-químico adecuado para la cascarilla y que presentara un alta de demanda de producción para aprovechar el desuso que presenta la fibra. Este material corresponde al cemento. A continuación, se realiza una descripción generalizada de cada material.

3.1.1 Cemento

El cemento es un material que presenta características conglomerantes, es decir, presenta propiedades de adhesión, que permiten la unión de diferentes minerales entre sí. La mezcla creada adquiere resistencia y durabilidad. Los componentes químicos utilizados para su fabricación son: Oxido de calcio (CaO), Dióxido de silicio (SiO_2), yeso, el cual contiene trióxido de azufre (SO_3). (Cementos Tequendama). Es uno de los materiales más importantes debido a su uso en la construcción.

3.1.2 Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un residuo agroindustrial resultado de las cosechas de arroz. Es un material liviano que ofrece buenas propiedades desde su baja tasa de descomposición, buen drenaje y aireación (F, Calderón Saenz, 2002), Tiene un alto contenido en sílice, el cual es ideal para el desarrollo de una estructura. Esta fibra tiene una composición química similar a la madera, ya que también está compuesta de celulosa, lignina, grasas y resinas.

El bagazo de Caña

3. 2 Características del diseño

Para el desarrollo del diseño se tuvieron en cuenta factores determinantes que permitieron validar la efectividad y veracidad del producto desde el método de diseño hasta el cumplimiento de la normatividad Colombiana en criterios ambientales para la producción de ladrillos.

Definir el concepto de diseño para el desarrollo de un producto, es una de las fases más complejas a la hora de establecer la forma final que tendrá dicho producto. El diseño debe contemplar factores estéticos o de apariencia y a su vez un conjunto de características desde la ergonomía, la funcionalidad, la practicidad, la innovación, el proceso de producción, la elección de los materiales, el desuso y la implementación de nuevas tecnologías, por lo cual se plantean determinantes y requerimientos que permiten direccionar el diseño a un producto viable y efectivo.

A continuación se especificaran las determinantes y los requerimientos desde el uso, la función, la estética y la comunicación.

3. 2.1 Determinantes

3.2.1.1 Uso:

3.2.1.1.1. Practicidad en la unificación con otros elementos.

3.2.1.1.2. El diseño no debe tener elementos externos.

3.2.1.1.3. Ser un elemento de fácil almacenamiento y transporte.

3.2.1.1.4. Permitir la manipulación por parte de un solo usuario.

3.2.1.1.5. El peso del elemento no debe superar el de un ladrillo convencional.

3.2.1.2 Función:

3.2.1.2.1. Cumplir con su función principal como estructura.

3.2.1.2.2. El material debe ser sostenible con el medio ambiente.

3.2.1.2.3. El proceso de producción del producto no debe generar daño alguno al medio ambiente.

3.2.1.3 Estético:

3.2.1.3.1. Superficie sin elementos externos, ni texturizados.

3.2.1.3.2. Representación en un solo tono.

3.2.1.4 Comunicativo:

3.2.1.4.1. Denotar seguridad y facilidad de uso.

3.2.1.4.2. Responder a la estructura convencional del ladrillo.

3. 2. 2 Requerimientos

3.2.1.1 Uso:

3.2.1.1.1. Sistema de ajuste por medio de dos elementos que se acoplan mediante la tolerancia de tamaños y formas. (Ajuste macho-hembra)

3.2.1.1.2. Cumplimiento de la norma técnica Colombiana 296 “Ingeniería civil y arquitectura. Dimensiones modulares de unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos”, que especifica que los ladrillos deben tener una forma básica fundamental: cuadrado-rectángulo.

3.2.1.1.3. Elementos apilables. Piezas que se acoplen entre sí, de manera que ejes encajen en orificios, teniendo en cuenta las tolerancias en medida y tamaño de cada pieza.

3.2.1.1.4. Elemento con orificios para fácil agarre y manipulación.

3.2.1.1.5. El peso del elemento no debe ser superior a los 1450 gr.

3.2.1.2 Función:

3.2.1.2.1. Sistema de unión automática y fácil apilamiento. Cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana 296: Dimensiones de fabricación, donde se debe tener en consideración la longitud, el ancho y la altura de cada pieza para ser colocada sobre un muro.

3.2.1.2.2. Cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana 6033: “Etiquetas ambientales tipo I: Sello ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla”. Apartado 4.3.2: Extracción de material primas: Tener en cuenta el sitio de extracción de las materias primas, los procesos químicos usados y la fabricación; adicional se hará énfasis en el aprovechamiento y utilización de fibras naturales como material de refuerzo.

3.2.1.2.3. Cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana 6033: “Etiquetas ambientales tipo I: Sello ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla”. Apartado 4.2.5: El proceso de producción no debe utilizar equipos que contengan clorofluorocarbonados, los cuales dan comienzo al proceso de destrucción de la capa de ozono.

3.2.1.3 Estético:

3.2.1.3.1. Cumplimiento de la norma técnica Colombiana 296 “Ingeniería civil y arquitectura. Dimensiones modulares de unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos”, que especifica la modularidad, proporcionalidad y dimensiones del producto.

3.2.1.3.2. La imagen del producto será la respuesta a la combinación natural de la mezcla entre la materia prima utilizada.

3.2.1.4 Comunicativo:

3.2.1.4.1. Elemento compacto con orificios para un fácil agarre. Visualmente el producto generara recordación de uso debido al ensamble que produce un elemento con otro.

3.2.1.4.2. Cumplimiento de la norma técnica Colombiana 296 “Ingeniería civil y arquitectura. Dimensiones modulares de unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos”; haciendo referencia a las dimensiones reales del producto. Longitud 23 cm x Ancho 11cm x Alto 5cm.

3. 3 Propuesta objetual

Teniendo en cuenta las determinantes y los requerimientos planteados, se define el concepto de diseño desde varios aspectos. La primera parte se basa en el desarrollo de un producto que es práctico y versátil desde la fabricación hasta su uso final, por lo cual se plantea un diseño que utiliza la menor cantidad de procesos en la cadena de producción y que es de fácil manipulación para los diferentes usuarios. Por otro lado se tiene el concepto funcional y estructural, que se utiliza principalmente para darle un objetivo al producto y para determinar el sistema al cual el elemento responderá. Este concepto deriva desde procesos existentes y el cumplimiento exacto de los requerimientos de diseño; en consecuencia se propone un sistema de ajuste macho-hembra que facilita el modelo estructural de cualquier tipo de construcción, por medio de extrusiones circulares con base y que confluyen hacia un vértice cortado horizontalmente y hendiduras igualmente circulares que encajan adecuadamente unas con otras. Por último, se desarrolla el concepto de

sostenibilidad ambiental que incluye la utilización de subproducto natural proveniente de la cosecha arrocerá y la aplicación del método: Rueda de Lids.



Figura 2: Bioladrillo
Fuente: Autor

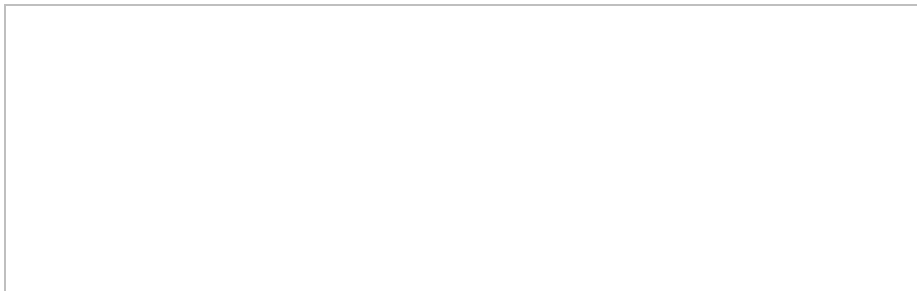
En la Figura 2 es posible evidenciar los dos ejes circulares crecientes en cono, cortados horizontalmente a una altura del inicio de la base de 15 mm.



Figura 3: Bioladrillo
Fuente: Autor

En la Figura 3 se observa dos ejes circulares decrecientes en cono, hundidos a corte; con una medida de profundidad de 15 mm, desde el inicio de la base.

En las Figuras 2 y 3 es posible apreciar el sistema de ajuste que funciona entre ambos elementos por medio de las hendiduras y las extrusiones.



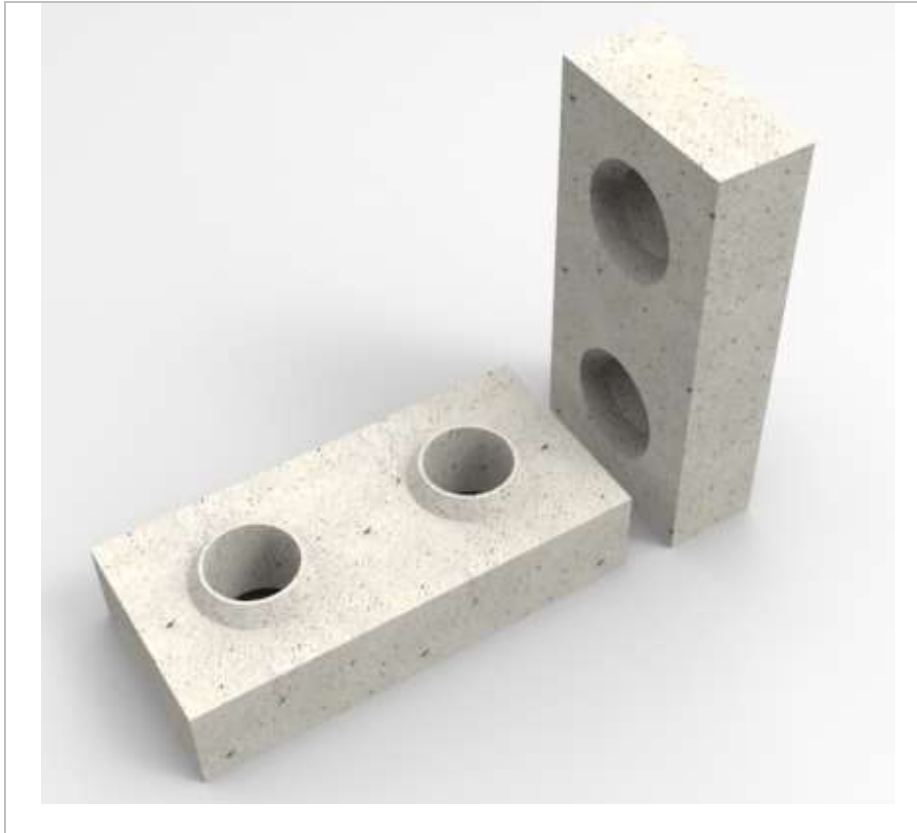


Figura 4: Bioladrillo
Fuente: Autor

La Figura 4 presenta ambos elementos en conjunto en posición vertical y horizontal, donde es posible evidenciar las características formales y funcionales del producto.

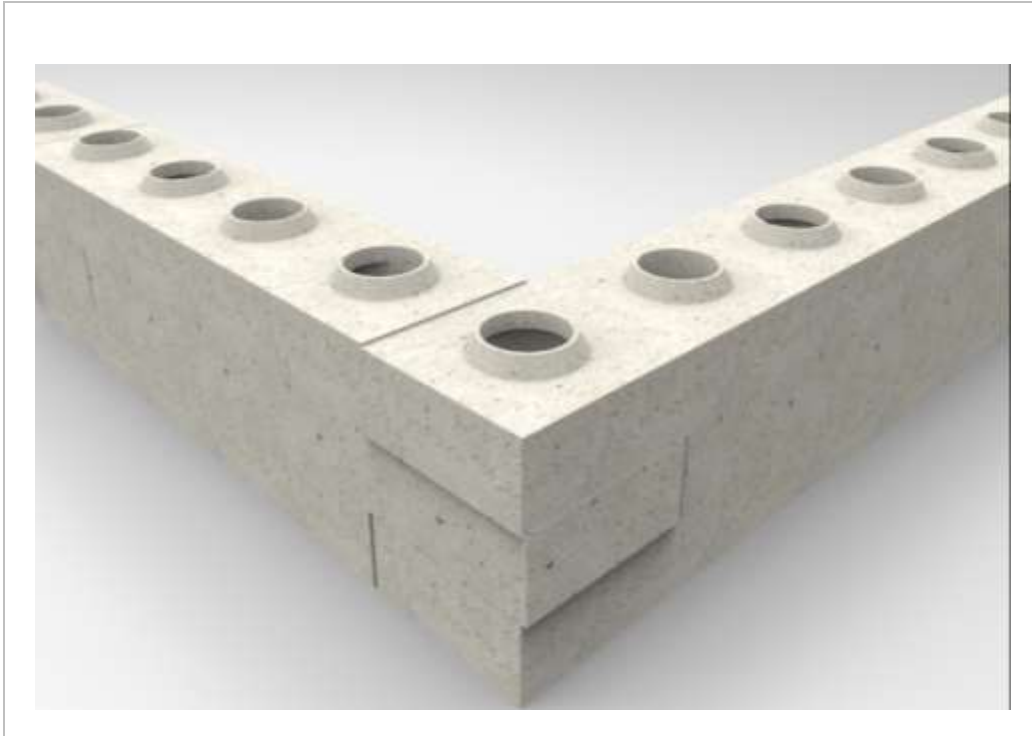


Figura 5: Bioladrillo
Fuente: Autor

La Figura 5 presenta la simulación de una estructura del bioladrillo, donde es posible evidenciar la formación y unificación del producto en un solo elemento.

4. APLICACIÓN Y DESARROLLO DEL MÉTODO DE DISEÑO: RUEDA DE LIDS AL PRODUCTO: LADRILLO HECHO A PARTIR DE CASCARILLA DE ARROZ, BAGAZO DE CAÑA Y CEMENTO

Teniendo en cuenta la propuesta objetual del diseño, se aplica la estrategia de la Rueda de Lids, que permite englobar todos los principios que conforman el diseño sostenible hacia el producto. La Figura 6 presenta una comparación entre el ladrillo actual y la nueva propuesta de diseño.



Figura 6: Rueda de LIDS aplicada al diseño del "Bioladrillo"
Fuente: Autor, Representación gráfica basada en la rueda de las estrategias del ecodiseño propuestos por Van Hemel (1998) a la nueva propuesta de diseño

Se realiza una caracterización de la estrategia desde cada una de sus categorías aplicada al nuevo diseño, que permiten exponer una diferencia cualitativa entre ambos productos: el ladrillo actual y el bioladrillo; también se puede evidenciar la pertinencia del desarrollo de un producto industrial enfocado hacia el ecodiseño y un aporte significativo al uso de fibras naturales como materiales de refuerzo.

4. 1 Materiales de bajo impacto

En los últimos años la construcción se ha presentado como uno de los sectores más dinámicos de la economía Colombiana y un impulsor de las industrias nacionales. La construcción en Colombia ha pasado por distintas etapas de desarrollo, desde el diseño arquitectónico hasta los materiales utilizados; su importancia está directamente relacionada con la cantidad de requerimientos que necesita un país en desarrollo como el nuestro. Dichos requerimientos están directamente relacionados con Innovación en diseño, materiales sostenibles y nuevas tecnologías de producción; por lo cual es necesario tener en cuenta que la creación de carreteras, puentes, edificaciones, plantas de cualquier tipo, vías, etc, tengan en cuenta el cumplimiento de cada requerimiento.

Estas edificaciones en general, requieren estructuras con una alta resistencia a cargas ejercidas sobre cada construcción. Dicha estructura debe tener en cuenta un sistema que permita su ejecución de manera eficiente, sin que la misma estructura genere efectos colaterales desfavorables debido a su peso. Por lo tanto el uso de una fibra natural como material de refuerzo permitiera el aligeramiento de los elementos sin afectar la función principal de cada construcción.

La cascarilla de arroz y el bagazo de caña son materiales que cumplen con características físico-químicas adecuadas para ser usada con este fin. Esta fibra puede soportar altas temperaturas, agentes externos, como: hongos, bacterias, etc. Tiene propiedades aislantes e impermeables (L.E. Alférez Rivas, 2013) y su alta producción puede ser usada al aglomerarse con el cemento bajo procesos ecológicos y sostenibles.

4.2 Reducción en el uso del material

Para obtener el material utilizado en la creación del bioladrillo, se realizaron mezclas de la cascarilla de arroz, bagazo de caña y cemento con diferente composición porcentual y un tamaño de partícula diferente en cada mezcla.

El porcentaje utilizado de cemento fue del 70% y de la cascarilla+bagazo del 30% con un tamaño de partícula de 1,180 mm. Esta selección fue tomada en cuenta debido a los ensayos mecánicos a flexión para carga puntual realizados en la máquina universal de ensayos, donde se evidenció la alta resistencia del material bajo la composición mencionada y la viabilidad de su uso para construcción.

El hacer uso de un 30% de cascarilla+bagazo en cada mezcla reduce en gran parte del uso de los materiales tradicionales utilizados para la fabricación de ladrillos; de igual modo su utilización presenta un aporte ambiental significativo, debido al potencial de sus propiedades físico-químicas y el aprovechamiento de la misma.

4.3 Optimización de las técnicas de producción

Son muchos los factores que participan dentro de una estrategia limpia de producción. Para el caso específico del bioladrillo se tienen en cuenta tres alternativas: La primera, es el diseño formal, la segunda la selección de materiales y la tercera el proceso de producción.

Inicialmente el diseño planteado es un sistema estructural macho-hembra que facilita el uso en cualquier tipo de construcción; el beneficio tiene una relación con la disminución del tiempo de construcción debido a la unión modular de los bioladrillos. Por otra parte, un porcentaje del material utilizado es un desecho natural mal aprovechado que al usarse correctamente representa una contribución significativa al medio ambiente. Por último, para su producción, se tiene en cuenta una técnica que no requiere de cocción para su elaboración y de esta manera se reducen las emisiones de CO₂ que se generan en la quema convencional del proceso del ladrillo.

La elaboración de este ladrillo parte de la mezcla suelo-cemento, agua y cascarilla de arroz+bagazo con un tamaño de partícula de 1,180 mm. Estos elementos generan una mezcla estable y mejoran las propiedades de compactación y resistencia. El proceso es el siguiente: La Mezcla, por medio de una revolvera, Prensado y Curado.

4.4 Optimización del sistema de distribución

La propuesta formal del diseño se debe a varias razones. Para un sistema de distribución más eficiente, una de estas razones es la que presenta características óptimas para el almacenaje; el diseño es totalmente adaptable a la manufactura industrial para su entrega a proveedores.

Adicional a estos factores, la mezcla utilizada permitirá una reducción del peso según el porcentaje adicionado de la cascarilla; el peso es tolerable a la resistencia aceptada que debe tener el ladrillo convencional y obtener una reducción del mismo permitirá aligerar la estructura, trayendo beneficios económicos y facilidades de almacenaje y distribución.

Así mismo se aplica un modelo básico del sistema de almacenamiento que tiene en cuenta una compañía para coordinar y supervisar la distribución de un producto (I, Estévez Sánchez y C, Lucas Lancheros 2016) y que se adapta al bioladrillo.

- 4.4.1.** La ubicación del lugar donde se fabrica el producto es un único sitio fijo y predeterminado.
- 4.4.2.** El flujo de entrada y salida se determina como: El último producto en entrar en el primero en salir.
- 4.4.3.** La optimización del espacio se tiene en cuenta desde el diseño mismo y el almacenaje por pasillos.

4.5 Reducción del impacto durante el uso del producto

El uso de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña; como refuerzo en elementos prefabricados supone una alternativa eficiente al desaprovechamiento y al uso inadecuado que generan estas cosechas. La producción de un material aglomerado a base de fibras naturales representa un beneficio para varios sectores productivos al hacer uso de una materia proveniente de una fuente de energía limpia. De la misma manera, la pertinencia de su uso se ve reflejada en la parte ambiental al asegurar un bajo consumo energético en su diseño, proceso de producción y distribución.

Teniendo el porcentaje utilizado de cascarilla y bagazo en el ladrillo y que el diseño cuenta con dos agujeros, su estructura forma un aislamiento acústico que disminuye los ruidos provenientes del exterior; del mismo modo, estos agujeros forman cámaras térmicas evitando que el calor penetre hacia el interior y propician la evaporación del aire evitando la humedad en las paredes.

4.6 Optimización del período de vida útil

El diseño estándar y modular presenta las características adecuadas para un fácil mantenimiento y conservación del producto. El sistema estructural presenta viabilidad debido a los bloques geométricos que encajan positivo-negativo y sus agujeros son utilizados como confinamientos de las vigas permitiendo un soporte estable en toda la estructura.

Los porcentajes de los materiales empleados en el producto y el proceso de producción también representan un beneficio en la vida útil del bioladrillo; esto, debido al aumento de la resistencia que suma la cascarilla al cemento, sin afectar su peso y que permite una buena manipulación del producto por parte del usuario. Por otra parte, los procesos usados para la fabricación aseguran un producto con morfología compacta, resistente a la intemperie, liviano, apilable, de fácil agarre, almacenamiento y transporte.

4.7 Optimizar el sistema al final de la vida útil

Generalmente cuando una edificación va a ser demolida, la mayoría de escombros resultantes van a parar a vertederos o se trituran para otro uso, donde su grado de aplicación es inferior a su uso original, es decir, que no se le da el potencial al ladrillo y no vuelve a ser aprovechado en otras construcciones; sin embargo, el diseño del bioladrillo permite su reutilización en nuevas edificaciones teniendo en cuenta su diseño. Primero, su encaje modular permite la fácil unificación de varios ladrillos y así mismo su desmontaje. Segundo, el peso del producto genera una fácil manipulación para cualquier usuario. Tercero, las columnas encajan en los agujeros del ladrillo generando un soporte aceptable y distribuyendo la carga creando una estructura estable.

Por medio del diseño y los materiales utilizados se asegura una construcción sostenible y se contribuye a una producción limpia. Además se mitiga la cantidad de residuos generados por las toneladas de escombros que resultan tras una demolición.

4.8 Desarrollo de unos nuevos conceptos de materialización

Lo que antes era considerado un desecho, pasó a ser un insumo que aporta al crecimiento sostenible de uno de los sectores productivos y de la economía más importante: la construcción.

Por medio del diseño del bioladrillo y la materia prima utilizada se brinda una solución segura en infraestructura para diferentes clases de edificaciones. Inicialmente el proyecto está planteado para vivienda rural, casas prefabricadas y viviendas de interés social.

La finalidad al lanzar este producto al mercado es proponer una alternativa ambientalmente sostenible e innovadora de un nuevo material aglomerado y sustituto de otros materiales. También se espera una reducción en los tiempos de construcción debido al sistema de ensamble macho-hembra y una reducción significativa de costos teniendo en cuenta la disminución de un porcentaje de cemento reemplazado por un porcentaje de cascarilla y la facilidad de acceso a esta fibra natural, ya que esta localmente disponible de forma gratuita o de muy bajo costo; este depende de la recolección, mano de obra y transporte.

5. DISCUSIÓN

El sector de la construcción incluye varias fuentes de contaminación que modifican y afectan a todo el ecosistema. Para el suelo, por ejemplo, se ve afectado, desde el uso excesivo y el despilfarro de materiales, (Acosta 2002), mano de obra y transporte; además de que la mayoría de estos materiales terminan siendo finalmente escombros. Así mismo para la demolición de una edificación es necesario el uso de explosivos que generan un movimiento de la tierra alterando la geomorfología de la misma.

El aire se ve afectado en las emisiones producidas de CO₂, el polvo, uso de combustibles fósiles, excavaciones, uso de maquinaria pesada (Medineckien, et. Al. 2010) entre otras actividades, que no solo afectan la atmosfera, si no que perjudican directamente la salud de ser humano, la destrucción parcial o total de la flora y la modificación de ambientes naturales para varias especies de animales. El daño que se ve reflejado en el agua igualmente es generado por excavaciones, movimientos de la tierra y eliminación de la cubierta vegetal que presenta cambios en los flujos y calidad del agua.

La implementación de la rueda de LIDS como modelo en el desarrollo de un producto ambientalmente sostenible permite realizar una valoración cualitativa y un escaneo claro de una propuesta de diseño desde la parte formal-estética hasta los materiales empleado para su fabricación. Así mismo, cada una de las categorías del método justifica el proceso productivo del producto hacia soluciones viables, que tienen en cuenta los ecosistemas anteriormente mencionados. Esta propuesta parte del uso adecuado del material, el proceso de producción, el sistema de distribución, el ciclo de vida útil y su desuso; además presentan una nueva alternativa sostenible para el sector de la construcción.

Dicho sector debe tener en cuenta y siempre incluir en la cadena de valor los recursos naturales que serán utilizados en cualquier desarrollo constructivo.

6. CONCLUSIONES

- Este proyecto presta atención a las diferentes prácticas y etapas que permiten la materialización de un producto ambientalmente sostenible.
- Este artículo presenta una revisión general del impacto ambiental negativo que produce la industria de la construcción; A su vez, expone una propuesta favorable que mejora y renueva dicho sector debido a la implementación de un método basado en el ecodiseño: La Rueda de Lids.
- La aplicación de la Rueda de Lids para el rediseño de un producto permite definir criterios innovadores que aumentan el nivel de sostenibilidad de un proyecto,

donde se tienen en cuenta factores de uso, forma, materia prima, proceso de producción, distribución, vida útil del elemento y desuso.

- Todos los productos fabricados en el mundo siempre van a generar un impacto en el medio ambiente. Lo que busca el método es minimizar y reducir el impacto negativo y seguir una estrategia que considere todas las etapas que involucren la creación de un producto.
- Teniendo en cuenta la propuesta de objetual y la implementación del método de diseño: Rueda de Lids, es posible afirmar que se cumplen con todas las determinantes y requerimientos propuestos durante la planeación del proyecto.
- El uso de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña; como material de refuerzo en la producción de prefabricados genera un beneficio económico representativo, debido a la disposición del material y al cambio efectuado en el proceso de producción.
- La propuesta de diseño del bioladrillo constituye un producto competente con el ladrillo que actualmente se utiliza para la construcción; esto debido a varios factores que incluyen, la innovación formal-estética y de función del producto; la composición porcentual de materiales provenientes de la agroindustria, la facilidad de uso y manipulación por los diferentes usuarios; el almacenamiento, distribución y transporte a causa de la ligereza de su peso, la justificación del ciclo de vida útil y una estrategia sostenible del desuso del producto.
- El bioladrillo presenta un alto grado de valor ecológico al contener cascarilla de arroz dentro de su mezcla sobre todo por el aprovechamiento a gran escala de un subproducto que genera toneladas de desecho al año y por el ahorro energético que se ve reflejado en su proceso de producción.

7. BIBLIOGRAFIA

Alfárez Rivas L.E. (2013a) Alternativas de reutilización de la cascarilla de arroz: producción de aglomerados con aglutinantes a base de agua con reactivación térmica.

Álvarez Clemente (2010) Lo que contamina un ladrillo. En revista: *El País*. Disponible en: <https://blogs.elpais.com/eco-lab/2010/07/lo-que-contamina-un-ladrillo.html>.

Acosta (2002) Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción. 360 En concreto. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion>.

Calderón Sáenz. F. (2002), Los sustratos. Disponible en:

" www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm

Cementos Tequendama (2018) ¿Cuáles son las propiedades del cemento? Disponible en: <http://www.cetesa.com.co/constructores/>

Contreras Miranda W, Owen de Contreras M, Cloquell Ballester V, Contreras A. (2012) La rueda de la sostenibilidad Coclowen, una referencia Sistémica e integrada para alcanzar productos industriales respetuosos con el Medio Ambiente. XVI Congreso de Ingeniería de proyectos Valencia.

Estévez Sánchez I. y Lucas Lancheros C (2016) Mejoramiento del proceso productivo y de almacenamiento en la empresa Ladrillera Curití LTDA. Tesis de Grado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia.

Martínez A. D. y Cote M. L. (2014) Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a Base de PET. En revista: *INGE CUC* Vol. 10, N° 2, p 76-80.

Medineckien, et. Al. (2010) Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción. 360 En concreto. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion>.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA: NTC 296 (2017) Disponible en: Instalaciones Biblioteca Icontec Bogotá, Colombia.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA: NTC 6033 (2013) Disponible en: Instalaciones Biblioteca Icontec Bogotá, Colombia.