

LA RUEDA DE LA SOSTENIBILIDAD COCLOWEN, UNA REFERENCIA SISTÉMICA E INTEGRADORA PARA ALCANZAR PRODUCTOS INDUSTRIALES RESPETUOSOS CON EL MEDIO AMBIENTE

Wilver Contreras Miranda (1)

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Mérida-Venezuela.

Mary E. Owen de Contreras (2)

Universidad de Los Andes, Facultad de Arquitectura y Diseño Esc. de Diseño Industrial. Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño. Mérida- Venezuela.

Vicente Cloquell Ballester (3)

Víctor Andrés Cloquell Ballester (4)

Universidad Politécnica de Valencia. Dpto. Proyectos de Ingeniería – España

Ángel Segundo Contreras (5)

⁴*Laboratorio Nacional de Productos Forestales –LNPF-ULA-Mérida, Venezuela*

Abstract

Ecodesign with methodological tools can achieve sustainable industrial products. LiDS (Life Cycle Design Strategies) has been guides that has enabled to obtain that objective. After more than a decade, its functional structure requires update to cover all sustainability principles. Hence, the authors propose, the genesis, criteria, context and methodological model from Wheel Coclowen Sustainability within a sequential process, systemic and integrated of industrial design and environmental engineering, which achieves the highest standards of the principles of sustainability in industrial products. In addition, It is also a philosophical context and technical graphics that projects qualitatively and quantitatively products according to a scale reference value, in which total of phase-strategies, at the end, allows for timely decision making to senior management for the production serial, redesign and alternative disposal of products according to objectives.

Keywords: *methodology; design; LiDS; wheel; sustainability*

Resumen

El Ecodiseño con sus herramientas metodológicas permite alcanzar productos industriales sostenibles. La Rueda de LiDS (Life Cycle Design Strategies) ha sido una de las guías que ha permitido procurar ese objetivo. Después de más de un decenio, su estructura funcional requiere de una actualización para contemplar todos los principios de sostenibilidad. De ahí que, los autores propongan a partir de ésta, la génesis, criterios, contexto y modelo metodológico de la Rueda de la Sostenibilidad Coclowen en el marco de un proceso secuencial, sistémico e integrador de diseño industrial e ingeniería ambiental, que permita alcanzar los más altos estándares de los principios de la sostenibilidad en los productos

industriales. Además, es un contexto filosófico y técnico que proyecta gráfica, cualitativa y cuantitativamente un producto, según una escala de valor referencial, que en sumatoria de fases-estrategias, al final permite la toma de decisiones oportunas a la alta gerencia para la producción seriada, rediseño o descarte de alternativas de productos según objetivos trazados.

Palabras clave: *metodología; diseño; rueda; LiDS; sostenibilidad*

1. Introducción

Las acciones mundiales que ha procurado encontrar un equilibrio entre la actividad socio productiva mundial y el medio ambiente no han parado hasta la actualidad desde el primer gran encuentro consensuado internacional, la Cumbre de la Tierra, realizada en Estocolmo, Suecia, convocada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 1972. Se fortalece y reafirma esta institucionalidad, con marcados tintes de altruismo, en la Cumbre de la Tierra o Cumbre de Río celebrada en Río de Janeiro, Brasil, el año 1992, que oficializa este buen proceder que ha tenido y aún tiene mayormente puntos de encuentros entre los menos importantes decisores políticos internacionales, dando pie a la famosa Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

A sólo tres meses de celebrarse la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río+20, en la misma ciudad de Río de Janeiro, aún prevalecen las mismas incertidumbres sobre la efectividad sincera de instaurar con éxito los principios de la sostenibilidad en todas las naciones, porque la agenda internacional es reiterativa: *vivir produciendo bienes y servicios conscientemente para vivir con calidad, en armonía y justicia social, en el contexto de un mismo bien común, el medio ambiente.*

Por ello, la actitud positiva de los principales centros generadores y formadores de conocimiento innovador en las naciones del mundo, especialmente las desarrolladas industrialmente, han dejado su estela creativa en el diseño de metodologías, métodos y procesos industriales que han buscado asumir y aplicar lo concertado en la Cumbre de Río 1992 y las demás cumbres que les han sobrevenido hasta la actualidad. Muestra de ello, en materia de diseño industrial, con proyección a otras actividades creativas de la ingeniería y la arquitectura, la actividad de Ecodiseño que desarrolló la Universidad Tecnológica de Delft, Holanda, entre los años 1993 y 1998 en el marco del Programa de Diseño para la Sostenibilidad (DfS) y que dio como resultado para el año 1994, entre otras ediciones de manuales y herramientas promovidas por la ONU en su Programa para el Medio Ambiente en su apartado de Industria y Medio Ambiente, el primer manual que se desarrolla para las industrias que quisieran abordar el tema del Ecodiseño en su organización, la metodología PROMISE y que fue tomada como base para crear el método *A Promising approach to sustainable production and consumption* (Brezet y Van Hemel, 1997), entendido como un acercamiento prometedor a la producción y consumo sostenible, referido a productos, bienes y servicios industriales.

Como lo expresa Guzmán *et al*, (2010), este manual sería la base fundamental para otras futuras metodologías de Ecodiseño que son aplicadas con éxito en el presente en la mayoría de los centros de educativos donde tienen asignaturas inherentes a esta temática en sus carreras de diseño e ingeniería. Por otro lado, reseñar la figura protagónica de los académicos de la Universidad Tecnológica de Delft, la Dra. Carolien Van Hemel y el Dr. J.C. Brezet (Han), que plantearon el desarrollo de una de las más importantes metodologías de Ecodiseño, cuya representación gráfica en ocho ejes concéntricos vinieron a llamarse la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño (The LiDS Wheel) (Van Hemel, 1998); además, de transformarse en dos de los más importantes visionarios en una propuesta que en sus

inicios resultaba fantasiosa y distante de alcanzar en el tiempo, y que aún en el presente, no deja de ser enjuiciada por los que aún permanecen incrédulos en materia del Ecodiseño, Diseño para el Medio Ambiente (DfE) o diseño sostenible, que procura sintetizar la incorporación de las especificaciones ecológicas además de las económicas, en el desarrollo de productos industriales.

Por consiguiente, el presente trabajo tiene como objetivo principal el exponer a partir de la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño, la propuesta de la *Rueda de la Sostenibilidad de Productos y Servicios Coclowen*, que ampliando las estrategias de la primera, es una referencia actualizada y más acorde con la filosofía que engloba los principios de las dimensiones que conforman el Desarrollo Sostenible, de una manera sistémica e integradora para alcanzar productos industriales respetuosos con el medio ambiente. Entre los objetivos específicos más importantes del presente trabajo, se definen los siguientes: exponer los antecedentes e importancia que llevó al desarrollo de la presente propuesta; proyectar su pertinencia con un caso de aplicación previo que fundamentó los niveles de proyección pragmática a un proceso de diseño y desarrollo de un producto industrial con visión de sostenibilidad; definición de sus alcances, fortalezas y debilidades; y someter ante una instancia institucional de prestigio la evaluación de sus posibles aportes al estado del arte referido al Ecodiseño de productos industriales.

2. Caso de Estudio: Desde la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño hasta la Rueda de la Sostenibilidad Coclowen

La humanidad en su proceso de evolución ha pasado por continuos sucesos de cambios políticos, militares, religiosos, sociales, culturales, científicos y tecnológicos. Estos dos últimos, en el Siglo XX han sido factores protagonistas en la estructuración y cambio de rutas en la evolución dinámica de una sociedad mundial, particularmente aventajada en la de las naciones desarrolladas industrialmente, cuyos niveles de vida sobrepasan los estándares de calidad en bienes y servicios, a costa de la misma supervivencia, disminución de recursos naturales y deterioro de los territorios existenciales de los ciudadanos de las naciones menos desarrolladas industrialmente, sin dejar de lado los niveles de afianzamiento de los valores inmateriales que se han transformado en recursos espirituales muy menguados.

El diseño en cada una de sus especificidades, industrial, arquitectónico o de ingeniería, entre otros, desde mediados de la década de los años cincuenta del siglo recién culminado, se ha transformado en el eje sustancial del proyecto y la formulación de múltiples metodologías que procuran hacerlo más eficiente a la multiplicidad de ámbitos que le ha exigido la dinámica de cambios que se han sucedido y suceden en la sociedad mundial. La ciencia y tecnología han prevalecido en la proyección de un producto industrial, y como lo ha expuesto Bedolla *et al.* (2008), ha prevalecido el desarrollo mayoritariamente enfocado hacia los valores industriales, su falta de correspondencia con las características y requerimientos físicos y emocionales específicos de los diferentes grupos de usuarios existentes, el déficit de metodologías contemporáneas que no abordan directamente aspectos humanos básicos, los sensoriales no sólo de aspectos físicos sino emocionales.

De ahí, que el Ecodiseño en su estructura conceptual procure englobar los aspectos antes mencionados en conjunción con la dimensión ambiental en el marco de alta sensibilidad y pragmatismo. No escapa a esta concepción la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño (The LiDS Wheel) de van Hemel (1998), la cual abrió un amplio espectro en el accionar del diseño pero que al pasar de los años, se ha quedado estática en un marco limitado y rígido de la industrialización que proyecta fundamentalmente que los productos industriales sean

compatibles, respetuosos y armónicos con el medio ambiente. El Desarrollo Sostenible traspasa las dimensiones mismas del tiempo y espacio, se renuevan y reformulan los principios y conceptos, por ello, es que la propuesta del Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) de Contreras *et al* (2007), sea base filosófica para generar, en primera instancia, la propuesta de la Rueda de La Sostenibilidad Coclowen.

En base a lo antes planteado se abre la discusión para ser críticos y constructores de lo que en principio es un esfuerzo técnico e intelectual, pero en especial respetuosos, de lo planteado por Van Hemel (1998) en cada una de las propuestas de ampliaciones de estrategias y sub estrategias de la Rueda de Las Estrategias del Ecodiseño base de sustentación de la Rueda de la Sostenibilidad Coclowen.

2.1. Marco contextual de vigencia de la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño

La concepción filosófica de la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño (Figura 1), representa un modelo conceptual que trataba y trata aún en la actualidad el contextualizar todos los campos de acción de un proyecto que en su diseño incorporase aspectos medioambientales, racionalizando costes y aportando el mejor compendio de requerimientos de estética, función, ergonomía y calidad, entre otros.

El análisis realizado en previa consulta a importante expertos de Iberoamérica, determinó que existía un distanciamiento conceptual entre lo propuesto por las ocho estrategias de la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño respecto a lo establecido a algunos preceptos planteados por las dimensiones del desarrollo sostenible. De ahí, surge la propuesta de formular una ampliación de estrategias de diseño que permitieran estar acordes con la dinámica de la actualidad en materia de requerimientos de diseño a tener presentes a la hora de enmarcar un proyecto de Ecodiseño, lo cual dio como surgimiento a la Rueda de la Sostenibilidad Coclowen.

Se debe entender que la propuesta de la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño buscaba en sus orígenes evitar el solapamiento, procurando siempre un resultado positivo, guía trascendental en el diseño, lo innovador como norte en el diseño, y el diseño respetuoso con el medio ambiente de un producto determinado, que suponen un proceso de cambio para una sociedad comprometida con el futuro en pleno equilibrio social, económico, ecológico en todas sus fases.

Figura 1. Representación grafica de la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño propuestos por Van Hemel (1998).



La Rueda de las Estrategias del Ecodiseño en sus siete (7) estrategias, desde la primera (1) al siete (7) involucra el proceso de mejora de un determinado producto a ser realizadas en un periodo de tiempo corto y mediano plazo por la organización involucrada, respecto a las referidas a los aspectos medioambientales, que se plantean en un tiempo más distante, en lo referido a cambios de procesos y estructura misma del producto.

De ahí que, la estrategia @ (estrategia 0 de la figura 1 que define *desarrollo de nuevos productos de innovación* o *desarrollo de nuevo concepto de innovación*), tiene una concepción distinta al resto de las otras siete; es lo nuevo, lo innovador que enmarca lo ambiental. Es una auto exigencia en el nivel de los requerimientos de diseño funcional y ambiental que el sistema producto del proyecto de diseño tratado debe procurar cumplir a las exigencias del mercado nicho o del usuario final, al cual estará definido el producto por diseñar o rediseñar, siendo una nueva ventana de oportunidades a nuevas sendas del Ecodiseño - innovador. Son tomas de decisión que puede llegar a ser significativas donde la alta gerencia es la decisora una vez que el diseñador expone las distintas variantes que significan asumir riesgos estructurales financieros que afectaría la cadena de costos de procesos, distribución e imagen corporativa.

Por ello, las estrategias 1 y 2 pueden llegar a afectar dimensiones y materiales; las estrategias 3, 4, 5 afectan la estructura del producto; y las estrategias 7 y 6, sin dejar de lado la estrategia @, deben ser consideradas con sumo cuidado técnico dado que pueden afectar de manera significativa el sistema producto, llegando a generar cambios en la misma concepción del diseño del producto, son cambios radicales que generan un cambio estructural en toda la concepción en la que se sustenta una organización industrial. Casos que van desde la industria del automóvil como la Volkswagen, Chevrolet, de cámaras fotográficas como Fujitsu, o de empresas de ingeniería y arquitectura a nivel mundial son referencia entre otras medianas y grandes empresas, que han realizado cambios radicales en sus productos emblemáticos o de nueva generación, asumiendo riesgos estructurales empresariales en un tiempo y espacio determinado, y cuyos cambios han producido oxigenación y reorientación de éxito empresarial en sus líneas estratégicas de actuación industrial lo que les ha permitido sobrellevar las presiones de riesgo generadas por factores exógenos, tal como ha sido el proceso de globalización, la dependencia continua del petróleo, o la crisis financiera o inmobiliaria que se ha acometido con fuerza en algunos países industrializados o dependientes de la geopolítica europea influenciada por la estructura financiera - productiva mundial, caso de Grecia, Portugal, Italia o España.

2.2. La Rueda de la Sostenibilidad Coclowen







La propuesta de aplicación pragmática de la Rueda de la Sostenibilidad Coclowen, se inserta en la estructura del organigrama metodológico del Diseño Ambientalmente Integrado desarrollado por Contreras *et al.* (2007), aplicada con éxito en Venezuela en proyectos de Ecodiseño desarrollados entre los años 2010 y 2012, entre otros: el diseño de elementos estructurales de madera laminada encolada por sistema de extrusión a partir de gramíneas y madera sólida; sistemas constructivos con madera lamina encolada con calidad estructural para la conformación de edificaciones multifamiliares sociales; proyectos de Ecodiseño de mobiliario social tipo kit manufacturados con madera de pino caribe (*Pinus caribaea* var. *Hondurensis*) de las plantaciones del sur del estado Monagas y un sistema constructivo multifuncional con madera de teca (*Tectona grandis*) para viviendas e infraestructuras productivas, educativas, salud y de transporte para el desarrollo rural sostenible de la Reserva Forestal de Caparo del Estado Barinas.

De ahí, que la aplicación de las estrategias de Ecodiseño de un producto industrial en el marco de la Rueda de la Sostenibilidad de Productos y Servicios Industriales Coclowen, se inserta en la fase posterior al cribado de alternativas de un proceso de diseño de productos industriales con visión de sostenibilidad. Es decir, una vez obtenida la alternativa finalmente seleccionada según el cumplimiento de los múltiples requerimientos de diseño, tecnológicos, socio-culturales-económicos-productivos, territoriales y ambientales, se inicia el proceso de enmarcar las distintas exigencias que van solicitando los siete (7) niveles (estrategias de Ecodiseño A,B,C,D,E,F,G) y las distintas sub estrategias (doce) que conforman la Rueda de la Sostenibilidad de Productos y Servicios Industriales Coclowen devenidas de la propuesta de Van Hemel (1998), en el contexto del dAI. Al analizarla en su estructura funcional, se denota que esta última ha sido ampliada por los autores en los aspectos sociales, económicos y político-institucionales para el diseño del producto sostenible final.

2.2.1 Resumen conceptual del proceso metodológico de aplicación de la Rueda de Sostenibilidad Coclowen

Desde el punto de vista metodológico el proceso de aplicación de los principios de la Rueda de la Sostenibilidad Coclowen al Ecodiseño de un producto industrial se pueden definir, en el marco conceptual del dAI, de la siguiente manera: *Fase 1.* Definición y contextualización realística tecnológica, económica – financiera - comunicacional, socio – cultural, político – institucional y ambiental del proyecto de un producto industrial; *Fase 2.* Desarrollo de conceptos generadores en el marco de los aspectos de la definición y contextualización realística; *Fase 3.* Cribado de las alternativas según los principios del dAI que involucra el Análisis de Ciclo de Vida preliminar Coclowen y los requerimientos de diseño del producto industrial; *Fase 4.* Definición de la alternativa definitiva y su proyección de los verdaderos niveles y límites de alcance prospectivo de la propuesta de Ecodiseño del producto industrial; *Fase 5.* Aplicación de los principios metodológicos de la Rueda de Sostenibilidad Coclowen al producto industrial final; *Fase 6.* Definición del nivel de Ecodiseño en la escala de sostenibilidad del producto industrial, sus riesgos, fortalezas, debilidades y alcances de los factores de la contextualización realística; *Fase 7.* Toma de decisión de la alta gerencia de la organización en procura de alcanzar la excelencia de las estrategias de Ecodiseño proyectadas a partir de la Rueda de la Sostenibilidad Ecodiseño del producto industrial.

Por consiguiente, todo lo antes planteado, enmarca de manera sucinta el presente trabajo, por lo limitado del espacio que permiten las exigencias de AEIPRO. De ahí que la Tabla 1, es una referencia del formato empleado en un caso de aplicación de la Rueda de Sostenibilidad Coclowen obtenido por Contreras *et al.* (2010). En ésta se definen los siete Niveles (A,B,C,D,E,F,G) y sus doce Estrategias de la Rueda, así como toda la valoración de sostenibilidad surgida de la deliberación de expertos y el estudio consensuado del proyecto de diseño aplicado, en esta ocasión, a la alternativa final identificada como *Alternativa PF-Nº 2*, obtenida de la metodología de dAI en la Fase el Cribado de Alternativas para el proyecto de tableros aglomerados de partículas de bambú del Sur del Lago de Maracaibo con adhesivo FF-R5%, según la tecnología existente actualmente en Venezuela para la manufactura industrial de este tipo de producto forestal.

La Tabla 1 se estructura a su vez con una columna que define los Criterios de Sostenibilidad, y una columna de Puntuación que ha surgido de la discusión y valoración consensuada de los expertos para cada una de las estrategias según la escala y señalización de color 1 textura siguiente: (0) ningún impacto; (1)  mínimo impacto negativo; (2)  mediano impacto negativo; (3)  alto impacto negativo; (4)  mínimo impacto positivo; (5)  mediano impacto positivo; (6)  alto impacto positivo.







La Tabla 1 identifica cada uno de los siete niveles de sostenibilidad, conformado por una o varias estrategias según su estructura. Éstas tienen su valoración parcial (Valor estrategia), las cuales, una vez terminada la valoración y los aportes de diseño con criterios de sostenibilidad debidamente representados en el proyecto de Ecodiseño, se llega a la valoración total, definida como *Valoración Total del Nivel Sostenibilidad (ns) de la Rueda de Sostenibilidad Coclowen del Producto*.

Luego de realizada la Valoración Total *del Nivel Sostenibilidad (ns)*, se proyecta la representación gráfica de cada una de las valoraciones de los doce niveles y sus Estrategias de Sostenibilidad. La Figura 2 expone la representación grafica de la Rueda de la Sostenibilidad, la cual se inserta en el modelo metodológico del Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) definido en Contreras *et al.* (2009), pudiéndose constatar que esta propuesta metodológica permitió alcanzar un diseño sostenible de tableros aglomerados de partículas de bambú (*Bambusa vulgaris*) con adhesivo fenol formaldehido, para el contexto tecnológico, geográfico, social, cultural, económico, político institucional y ambiental de Venezuela en un tiempo y espacio definido.

La Tabla 1 y la Figura 2 exponen que el valor máximo de la *Valoración Total del Nivel Sostenibilidad (ns)* que pudiera obtenerse es de 426 ns. La Figura 2 representa los doce ejes concéntricos de la Rueda de la Sostenibilidad de Productos y Servicios Industriales Coclowen señalando a su vez la valoración máxima parcial de cada uno de ellos, que al sumarse en su totalidad daría 426 ns:

- **Nivel A.** Componentes del Producto: Estrategia A.1. Selección de materiales de bajo impacto (máximo 54 ns); Estrategia A.2. Reducción de uso de materiales (máximo 12 ns).
- **Nivel B.** Estructura Productiva de la Industria y del Producto: Estrategia B.3. Técnicas para optimizar la producción (máximo 66 ns); Estrategia B.4.. Optimización de sistema de distribución (máximo 18 ns); Estrategia B.5. Reducción del impacto durante el uso (máximo 36 ns).
- **Nivel C.** Sistema Producto: Estrategia C.6. Optimización vida útil (máximo 54 ns); Estrategia C.7. Optimización del sistema de fin de vida (máximo 42 ns).
- **Nivel D.** Criterios de Apropiabilidad y Beneficio Social obtenidos con el producto desde el dAI: Estrategia D.8. Apropiabilidad tecnológica del producto (máximo 12 ns); Estrategia D.9. Beneficios sociales de procesos, productos y servicios (máximo 18 ns).
- **Nivel E.** Criterios Económicos obtenidos por el producto desde el dAI: Estrategia E.10. Beneficios económicos a la industria y al cliente (máximo 66 ns).
- **Nivel F.** Importancia Político – Institucional obtenida con el producto desde el dAI: Estrategia F.11. Pertinencia político - institucional del producto (máximo 24 ns).
- **Nivel G.** @ Nivel de Desarrollo de un Nuevo Producto: Estrategia G.12. Caracterización del nuevo concepto (máximo 24 ns).







Tabla 1. Ejemplo de aplicación de los doce niveles y sus estrategias de la Rueda de Sostenibilidad de Productos y Servicios Industriales.

Escala de valoración: (0) ningún impacto; (1)  mínimo impacto negativo; (2)  mediano impacto negativo; (3)  alto impacto negativo; (4)  mínimo impacto positivo; (5)  mediano impacto positivo; (6)  alto impacto positivo.

A NIVEL COMPONENTES DEL PRODUCTO			
A.1	Selección de materiales de bajo impacto	Criterios de	Puntuación

		sostenibilidad	
	• Nivel de uso materiales limpios		(3)
	• Nivel de uso materiales renovables		(0)
	• Menor contenido energético de los materiales		(5)
	• Nivel de incorporación materiales reciclados		(5)







Continuación tabla 1...

Escala de valoración: (0) ningún impacto; (1)  mínimo impacto negativo; (2)  mediano impacto negativo; (3)  alto impacto negativo; (4)  mínimo impacto positivo; (5)  mediano impacto positivo; (6)  alto impacto positivo.







	• Porcentaje real de materiales reciclables producto		(5)
	• Reducción de tóxicos peligrosos		(2)
	• % de uso de combustibles alternativos transporte		(0)
	• Distancia efectiva de materias primas naturales		(5)
	• Distancia efectiva de materias primas no naturales		(2)
Valoración Estrategia A.1			,00 ns
A.2	Reducción de uso de materiales	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	• Reducción en peso del producto		(0)
	• Reducción en volumen a transportar		(0)
Valoración Estrategia A.2			,00 ns
B	NIVEL ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LA INDUSTRIA Y DEL PRODUCTO		
B.3	Técnicas para optimizar la producción – Ecoeficiencia.	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	• % de reducción materias primas renovables		(6)
	• Nivel de mejora de la logística de la industria		(6)
	• Técnicas alternativas de producción más limpia		(4)
	• Menor cantidad de pasos de la producción		(4)
	• Menor consumo energético al fabricar		(4)
	• % de uso de energías renovables		(6)
	• Menos insumos y/o consumibles más limpios		(1)
	• % Disminución de emisiones		(4)
	• % Disminución residuos sólidos		(6)
	• % Disminución de vertidos		(4)
	• % Disminución riesgos ruidos, vibraciones, etc.		(3)
Valoración Estrategia B.3			,00 ns

B.4	Optimización: sistema de distribución	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	• Sistema de empaque: menos/más limpio/reusable		(3)
	• Modo de transporte energéticamente eficiente		(4)
	• Logística distribución energéticamente eficiente		(2)
Valoración Estrategia B.4			,00 ns

Continuación tabla 1...

Escala de valoración: (0) ningún impacto; (1)  mínimo impacto negativo; (2)  mediano impacto negativo; (3)  alto impacto negativo; (4)  mínimo impacto positivo; (5)  mediano impacto positivo; (6)  alto impacto positivo.

B.5	Reducción del impacto durante el uso	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	• Menor consumo de energía		(0)
	• Fuente de energía más limpia		(0)
	• Necesita menos consumibles		(0)
	• Consumibles más limpios		(0)
	• Sin desperdicio de energía		(0)
	• Sin consumibles/ <i>fungibles</i>		(0)
Valoración Estrategia B.5			0,00 ns
C	NIVEL SISTEMA PRODUCTO		
C.6	Optimización vida útil	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	• Nivel de confiabilidad		(6)
	• Fácil mantenimiento y reparación		(6)
	• Estructura modular del producto		(6)
	• <i>Calidad estética del producto</i>		(3)
	• Fuerte relación usuario-producto		(4)
	• <i>Calidad y comportamiento ambiental del producto</i>		(6)
	• <i>Multifuncionalidad del producto</i>		(5)
	• <i>Nivel de eficiencia al uso del diseño propuesto</i>		(6)
	• <i>Nivel de durabilidad del producto</i>		(4)
Valoración Estrategia C.6			,00 ns
C.7	Optimización del sistema de fin de vida	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	• Reuso del producto		(6)
	• Refabricación		(6)
	• Reciclado de materiales		(6)
	• Desensamblaje		(0)
	• Recuperabilidad de materiales		(6)

	• Incineración segura		(6)
	• Valoración económica del retiro del producto		(6)
Valoración Estrategia C.7			,00 ns
D	CRITERIOS DE APROPIABILIDAD Y BENEFICIO SOCIAL OBTENIDOS CON EL PRODUCTO DESDE EL dAI		
D.8	Apropiabilidad tecnológica del producto	<i>Criterios de sostenibilidad</i>	<i>Puntuación</i>
	• Nivel efectivo de apropiabilidad en el tiempo del p.		(0)
Continuación tabla 1...			
Escala de valoración: (0) ningún impacto; (1)  mínimo impacto negativo; (2)  mediano impacto negativo; (3)  alto impacto negativo; (4)  mínimo impacto positivo; (5)  mediano impacto positivo; (6)  alto impacto positivo.			
	• Nivel efectivo de beneficio costo/calidad producto		(6)
Valoración Estrategia D.8			,00 ns
D.9	Benef. sociales de procesos, productos y servicios	<i>Criterios de sostenibilidad</i>	<i>Puntuación</i>
	• Nivel de beneficio social de la actividad industrial		(6)
	• Nivel de estabilidad social cuando		(6)
	• Nivel de seguridad ciudadana		(1)
Valoración Estrategia D.9			,00 ns
E	CRITERIOS ECONÓMICOS OBTENIDOS CON EL PRODUCTO DESDE EL dAI		
E.10	Beneficios económicos a la industria y al cliente	<i>Criterios de sostenibilidad</i>	<i>Puntuación</i>
	• Nivel real de generar demanda nacional del producto por sus características propias de calidad, costo y funcionalidad del producto		(6)
	• Nivel de % real de demanda del producto del mercado más adyacente a la industria		(6)
	• Nivel de competencia por otros productos similares en la región y en el país		(6)
	• Nivel de % requerido de mano de obra calificada		(4)
	• Nivel de generación de trabajo de la actividad industrial		(6)
	• Nivel de estabilidad económica del país		(1)
	• Disponibilidad efectiva de terrenos calificados para la actividad industrial propuesta		(6)
	• Disponibilidad real de cercanía de centros de distribución de redes aéreas y marítimas		(5)
	• Disponibilidad real de cercanía de centros de distribución de redes terrestres (ferrocarril y/o autopistas).		(0)
	• Nivel de estabilidad de la localización de la industria respecto a desastres naturales y condiciones climatológicas		(5)

Valoración Estrategia E.10			,00 ns
F	NIVEL DE IMPORTANCIA POLÍTICO - INSTITUCIONAL OBTENIDA CON EL PRODUCTO DESDE EL dAI		
F.11	Pertinencia político – institucional del producto	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de estabilidad política de la región y del país 		(1)
	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de seguridad jurídica de la región y del país 		(1)
Continuación tabla 1...			
Escala de valoración: (0) ningún impacto; (1) mínimo impacto negativo; (2) mediano impacto negativo; (3) alto impacto negativo; (4) mínimo impacto positivo; (5) mediano impacto positivo; (6) alto impacto positivo.			
	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de actitudes de la comunidad hacia la industria y el producto 		(5)
	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de actitudes de la Administración (gobierno) nacional, regional y local hacia el desarrollo de la industria y el producto 		(1)
Valoración Estrategia F.11			,00 ns
G	@ NIVEL DE DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO		
G. 12	Caracterización del nuevo concepto	Criterios de sostenibilidad	Puntuación
	<ul style="list-style-type: none"> Desmaterialización 		(0)
	<ul style="list-style-type: none"> Uso compartido del producto 		(6)
	<ul style="list-style-type: none"> Integración de funciones 		(0)
	<ul style="list-style-type: none"> Optimización funcional de productos y sus componentes 		(2)
Valoración Estrategia G.12			,00
VALORACIÓN TOTAL DEL NIVEL SOSTENIBILIDAD (ns) DE LA RUEDA DE SOSTENIBILIDAD COCLOWEN DEL PRODUCTO:			000,00 ns
Título del proyecto: _____			

La Tabla 2, permite representar un resumen estratificado de la valoración obtenida en la tabla 1 de cada uno de los siete niveles de sostenibilidad del proyecto de Ecodiseño. La valoración de cada estrategia de cada nivel determina la excelencia de sostenibilidad del producto o servicio industrial. Como ya se dijo anteriormente, la valoración es el resultado de la discusión consensuada de los expertos, los proyectistas y los representantes de la empresa que ha contratado los servicios de un proyecto de Ecodiseño. Es a su vez, el reflejo de lo que está por alcanzar y permite asumir en la toma de decisiones de la gerencia al más alto nivel empresarial lo cual les se incidirá en la posibilidad de redefinir procesos, productos y servicios en el norte de alcanzar los más altos estándares de sostenibilidad empresarial de la organización como parte de sus objetivos.

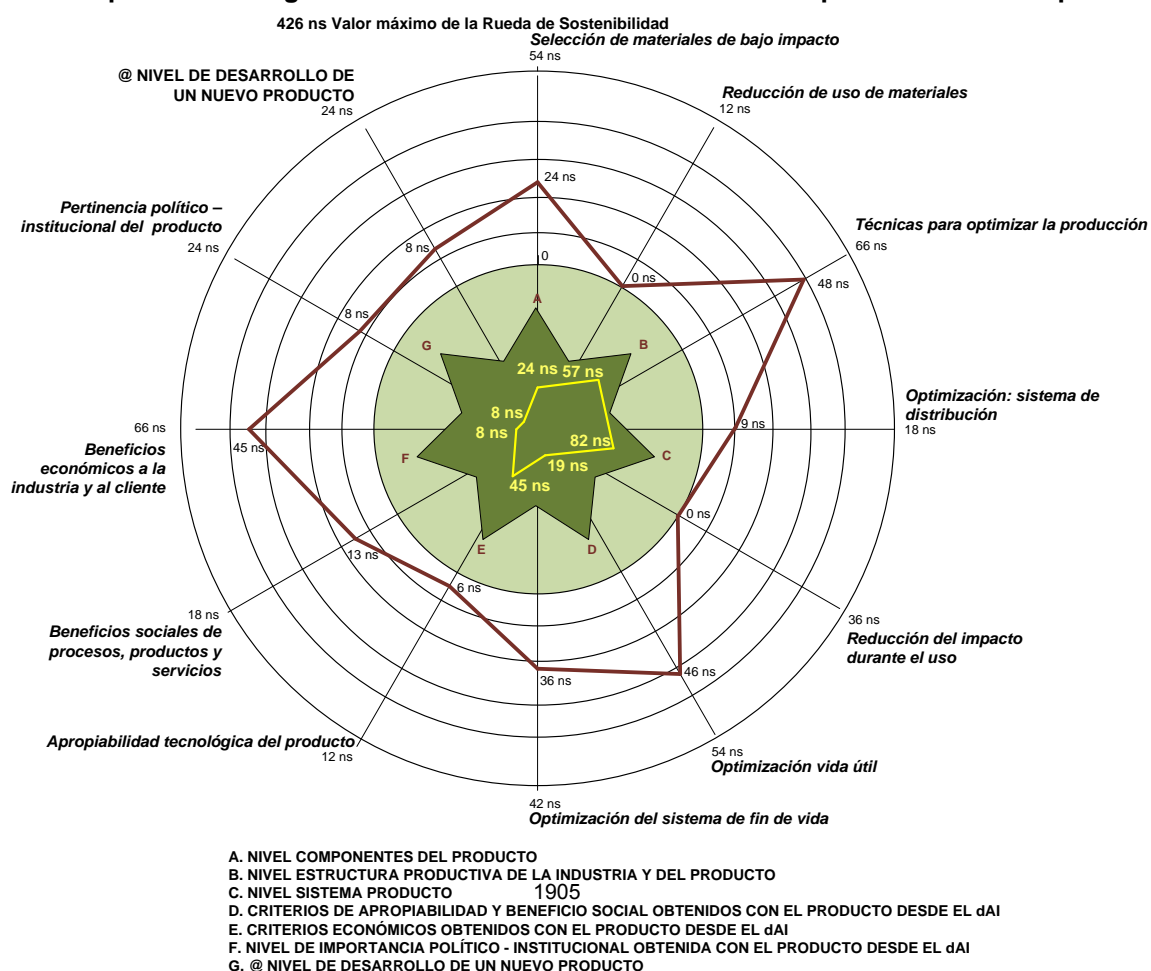
De manera que, si la gerencia o dirección de la empresa establece objetivos con un norte claramente definido puede llegar a desarrollar y conseguir a corto, mediano y largo plazo, bien la mejora de un producto/servicio o llegar al desarrollo de uno completamente nuevo e innovador.

Tabla 2. Resumen estratificado de la valoración obtenida en la tabla 1.

A	NIVEL COMPONENTES DEL PRODUCTO	
	Valoración Estrategia A	00,00 ns
B	NIVEL ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LA INDUSTRIA Y DEL PRODUCTO	
	Valoración Estrategia B	00,00 ns
C	NIVEL SISTEMA PRODUCTO	
	Valoración Estrategia C	00,00 ns
D	CRITERIOS DE APROPIABILIDAD Y BENEFICIO SOCIAL OBTENIDOS CON EL PRODUCTO DESDE EL dAI	
	Valoración Estrategia D	00,00 ns
E	CRITERIOS ECONÓMICOS OBTENIDOS CON EL PRODUCTO DESDE EL dAI	
	Valoración Estrategia E	00,00 ns
F	NIVEL DE IMPORTANCIA POLÍTICO - INSTITUCIONAL OBTENIDA CON EL PRODUCTO DESDE EL dAI	
	Valoración Estrategia F	00,00 ns
G	@ NIVEL DE DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO	
	Valoración Estrategia G	00,00 ns
VALORACIÓN TOTAL DEL NIVEL SOSTENIBILIDAD (ns) DE LA RUEDA DE SOSTENIBILIDAD COCLOWEN DEL PRODUCTO:		000,00 ns
Título del proyecto de Ecodiseño:		

La Figura 2, representa en su parte central, encuentro de los ejes concéntricos de cada nivel, la poligonal cerrada con la valoración parcial de cada uno de los siete (7) niveles de sostenibilidad A,B,C,D,D,F,G. Esta poligonal cerrada permite a su vez dar una imagen rápida de los niveles de excelencia alcanzados en el desarrollo del proyecto, además, el poder comparar con la sobre posición de los resultados finales de otro proyecto de Ecodiseño de producto/servicio similar o el resultado de un nuevo proyecto innovador surgido de uno de ellos.

Figura 2. Representación grafica de la Rueda de la Sostenibilidad aplicada a un caso práctico



desarrollado por Contreras *et al.* (2010), al Diseño Ambientalmente Integrado y Ecodiseño de tableros aglomerados de partículas de bambú con adhesivo fenol formaldehído (FF).

3. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo del presente trabajo, y sus diversas aplicaciones, ha permitido definir criterios técnicos con características innovadoras y de importancia en la consecución para aumentar los niveles de sostenibilidad de un proyecto, de un producto o servicio industrial, donde el Ecodiseño es una herramienta metodológica proyectual que se enmarca excelentemente en la filosofía del Diseño Ambientalmente Integrado (dAI) propuesta por Contreras *et al.* (2007).

Los autores están conscientes de que la aplicación de la Rueda de Sostenibilidad de Productos y Servicios Coclowen, elaborada a partir de la Rueda de las Estrategias del Ecodiseño planteadas por Van Hemel (1998), es una referencia metodológica para apertura de nuevas oportunidades para la mejora y definición de rediseño y generación de nuevos productos y servicios, permitiendo a los diseñadores el cuestionar las fortalezas funcionales, ergonómicas, estructurales, financieras y pertinencia social del producto; aumentar las oportunidades de competencia y ubicación en un mercado nicho local, nacional e internacional; entre otros.

Finalmente, la presente propuesta es respetuosa con lo desarrollado por Van Hemel (1998), no pretende sustituirla, por lo que ofrece un marco referencial técnico y humanístico, que incluye en forma integrada aspectos sociales, económicos productivos y ambientales, en procura de alcanzar una mejora en la calidad de vida soportada en bienes y servicios de una sociedad mundial cuya vivencia estaría enmarcada en el pleno disfrute y aprovechamiento racional de un medio ambiente.

4. Referencias

- Contreras W., Cloquell V., & Owen. M. (2007). *El diseño ambientalmente integrado (dAI), en el desarrollo de nuevos productos de madera*. Valencia, España. Editorial Fundación Politécnica Antiguos Alumnos. Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
- Contreras W., Valero, S., Owen de C., M., Cloquell V., Rondón M., Barrios E., Garay D., & Contreras A. (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* 2
- Bedolla, D., Lloveras J., & Gil J. (2004). Diseño Sensorial: Modelos guía para la concepción de productos industriales más humanizados. Ejemplos. Libro de Actas. VIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Bilbao, 6-8 Octubre.
- Guzmán L, M^a. Castellano, A. Moreno, W. Contreras, M. Owen de Contreras. (2010). Integración de los principios del Ecodiseño en la Administración Estratégica. Experiencias prácticas en la industria del mueble en el estado de Jalisco, México. *Revista Tecnología y Construcción*. Vol. 26-I: 43 – 56.
- Van Hemel C. G. (1998). *EcoDesign Empirically Explored*. Thesis Delft University of Technology, Delft.
- Van Hemel C., & Brezet H. (1997) *Ecodesing, A Promising Approach to Sustainable Production and Consumption*, Delft University of Technology.